

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“EFECTO IN VITRO DEL ESTIRAMIENTO DE ELÁSTICOS EXTRAORALES  
ORMCO Y MORELLI SOBRE SU FUERZA RESIDUAL, AREQUIPA, 2015”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Manuel Teobaldo Valdivia Della Grecca**

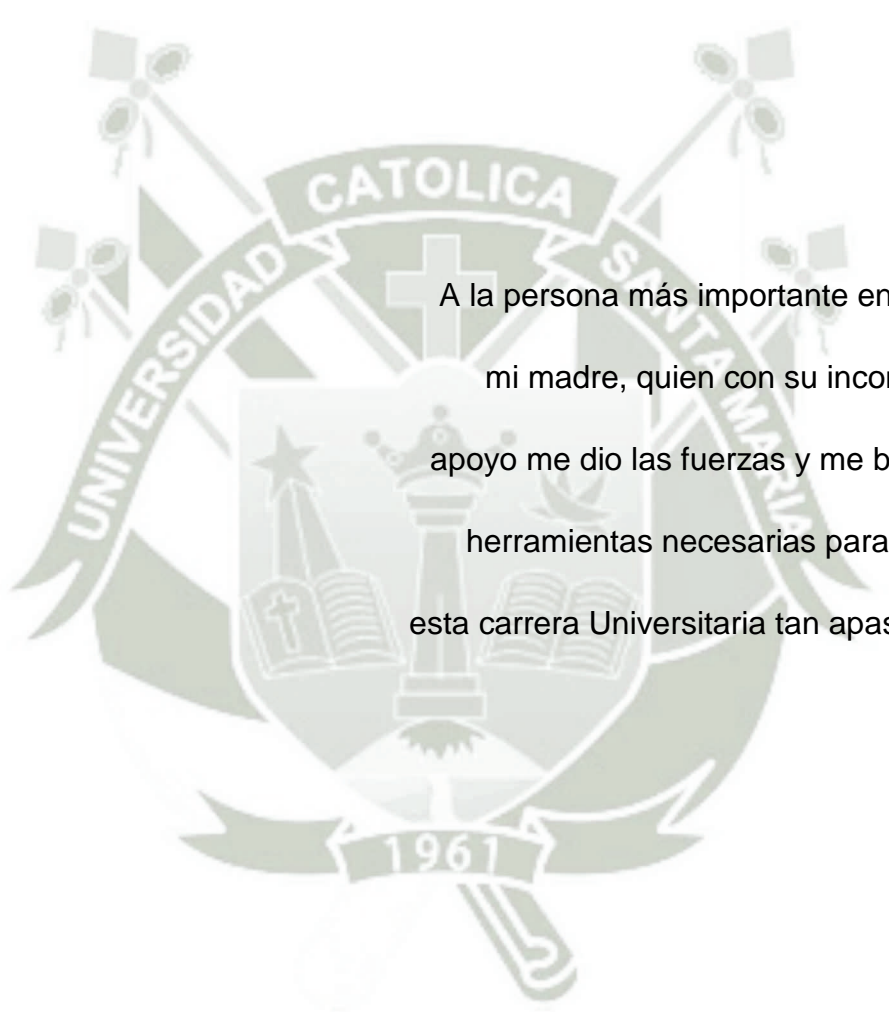
Para optar el Título Profesional de

**CIRUJANO DENTISTA**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2015**

El presente trabajo de investigación  
está dedicado principalmente a  
Dios que camina a mi lado en cada  
paso que doy, y me colma de  
bendiciones día a día.



A la persona más importante en mi vida,  
mi madre, quien con su incondicional  
apoyo me dio las fuerzas y me brindó las  
herramientas necesarias para estudiar  
esta carrera Universitaria tan apasionante.

Y a todas las personas que me  
brindaron su ayuda y su amistad.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>11</b>
<i>Planteamiento teórico</i> .....	<b>11</b>
1 Problema de la investigación .....	12
1.1 Determinación del Problema .....	12
1.2 Enunciado. ....	13
1.3 Descripción del problema .....	13
1.3.1 Área del conocimiento.....	13
1.3.2 Análisis y operación de variables.....	13
1.3.3 Interrogantes Básicas: .....	14
1.3.4 Tipo de Investigación. ....	15
1.4 Justificación: .....	15
1.4.1 Originalidad. ....	15
1.4.2 Relevancia práctica y social. ....	16
1.4.3 Viabilidad. ....	16
1.4.4 Interés personal.....	16
2 Objetivos.....	17
2.1 Objetivo principal .....	17
2.2 Objetivo específicos.....	17
3 Marco teórico. ....	19
3.1 Elastómeros. ....	19
3.1.1 Presentación de los elásticos.....	22
3.1.2 Clasificación de los elásticos según su uso .....	23
3.1.3 Concepto de fuerza.....	30
3.1.4 Máscara facial.....	39
3.2 Antecedentes investigativos.....	46
3.2.1 Antecedentes locales.....	46
3.2.2 Antecedentes nacionales.....	49
3.2.3 Antecedentes internacionales.....	52
4 Hipótesis. ....	55
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>57</b>
<i>Planteamiento operacional</i> .....	<b>57</b>
1 Técnica, instrumentos y materiales de verificación.....	58
1.1 Técnica.....	58
1.2 Instrumento.....	60
1.3 Materiales.....	61
2 Campo de verificación.....	61
2.1 Ámbito espacial. ....	61
2.2 Ubicación temporal. ....	62
2.3 Unidades de estudio.....	62
3 Estrategia de recolección de datos. ....	64
4 Validación del instrumento.....	64
4.1 Estrategia para manejar resultados:.....	65
4.2 Plan de análisis de datos.....	65
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>67</b>
Discusión .....	94
Conclusiones .....	96
Recomendaciones .....	98
Bibliografía .....	99
Hemerografía .....	101
Anexos .....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla n.º. 1.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla n.º. 2.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla n.º. 3.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla n.º. 4.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla n.º. 5.....</i>	<i>76</i>
<i>tabla n.º. 6.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla n.º. 7.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla n.º. 8.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla n.º. 9.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla n.º. 10.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla n.º. 11.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla n.º. 12.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla n.º. 13.....</i>	<i>92</i>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico n.º. 1.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico n.º. 2.....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico n.º. 3.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico n.º. 4.....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfico n.º. 5.....</i>	<i>77</i>
<i>Gráfico n.º.6.....</i>	<i>79</i>
<i>Gráfico n.º.7.....</i>	<i>81</i>
<i>Gráfico n.º.8.....</i>	<i>83</i>
<i>Gráfico n.º.9.....</i>	<i>85</i>
<i>Gráfico n.º.10.....</i>	<i>87</i>
<i>Gráfico n.º11.....</i>	<i>89</i>
<i>Gráfico n.º.12.....</i>	<i>91</i>
<i>Gráfico n.º.13.....</i>	<i>93</i>

## Resumen.

Los elásticos intermaxilares son aditamentos de uso común en ortodoncia, existen elásticos intraorales y extraorales, en esta investigación se estudió el efecto de los elásticos extraorales Ormco y Morelli, previamente estirados para así evaluar su fuerza residual.

Para la presente investigación, se conformaron 2 grupos: uno constituido por los elásticos extraorales de la marca Morelli y el otro grupo constituido por los elásticos extraorales de la marca Ormco. Cada grupo a su vez se sub dividió en 3 sub grupos, identificados con las letras "X", "Y" y "Z", cada subgrupo compuesto por 15 unidades de elásticos.

El primer subgrupo "X" estudia lo que sugiere la teoría, extender el elástico al doble del diámetro de su lumen. El subgrupo "Y" estudia la extensión al triple del diámetro original del lumen; mientras que en el subgrupo "Z" se experimenta lo que con mayor frecuencia se observa en la consulta ortodóncica, es decir que la activación del elástico generalmente sobrepasa el triple del diámetro de su lumen inicial, por lo que para el estudio se extendió el elástico al cuádruple de su longitud inicial. Todos los elásticos que formaron parte del estudio permanecieron activos 168 horas continuas. Se realizaron controles al inicio de la investigación (pre test); y a la hora, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h y finalmente a las 168 h iniciadas la investigación (post test). Recogida la información, esta fue procesada y analizada.

Se obtuvo como resultados, para la marca Morelli: que la fuerza inicial del subgrupo "X" fue de 1.57 N y la fuerza final fue de 1.41 N, el subgrupo "Y" obtuvo como fuerza inicial 3.03 N y como fuerza final 2.54 N; finalmente en el subgrupo "Z" se obtuvo una fuerza inicial de 3.52 N y una fuerza final de 3.2N.

En cuanto a la marca Ormco, la fuerza inicial de las unidades del subgrupo "X" fueron de 2.89 N y como fuerza final 1.99 N, para el subgrupo "Y" 4.03 N de fuerza inicial y 3.72 N de fuerza final; finalmente el subgrupo "Z" obtuvo como fuerza inicial de 5.24 N y una fuerza final de 4.83 N.

En el análisis estadístico se utilizaron la prueba estadística de Tukey, T-student y Varianza, obteniéndose como resultado que tanto los elásticos marca Morelli como los elásticos marca Ormco, presentaron pérdidas de fuerza significativas al ser estiradas.

Para los elásticos Ormco, el porcentaje de pérdida de fuerza para el subgrupo X es de 30.86%; para el subgrupo Y es de 7.82% y para el subgrupo Z es de 7.9%. Mientras que para los elásticos Morelli, el porcentaje de pérdida de fuerza para el subgrupo X es de 9.45%; para el subgrupo Y es de 7.9% y para el subgrupo Z es de 20.89%. Mostrándose pérdidas de fuerza significativas ( $P < 0.05$ ) en todos los elásticos examinados y en todas sus respectivas longitudes de activación después de las 168 horas de estudio, respondiendo de este modo la hipótesis planteada en la presente investigación.

Palabras claves: ortodoncia, ortopedia, degradación de fuerza, elásticos extraorales.

## ABSTRACT

Intermaxillary elastic attachments are commonly used in orthodontics, there are intraoral and extraoral elastics, in this research the effect of extraoral elastic Ormco and Morelli, previously stretched to assess its residual strength, being activated in different lengths elastic studied.

One consisting of extraoral elastic Morelli mark and the other group consisting of Ormco extraoral elastic brand: For the present study, two groups were formed. Each group in turn is sub divided into 3 sub groups, with the letters "X", "Y" and "Z, each group consisting of 15 units of elastic.

The first subgroup "X" studies suggesting theory, the elastic extend twice the diameter of the lumen. The subgroup "Y" examines the extent to triple the original diameter of the lumen; while the subgroup "Z" is experienced the most frequently observed in orthodontic consultation, ie activation of the elastic generally exceeds three times the diameter of its initial lumen, so to study the elastic extended to four times its original length. All elastic that were part of the study remained active 168 continuous hours. They control the initiation of the investigation (pre test) were performed; and time 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h and 168 h finally started research (post test). Collecting information, this was processed and analyzed.

Was obtained as results for Morelli brand: the initial force subgroup "X" was 1.57 N and the final strength was 1.41 N, the subgroup "Y" obtained as initial strength and final strength 3.03 N 2.54 N; finally in the subgroup "Z" an initial force of 3.52N and a final strength of 3.2 N was obtained.

As for the Ormco brand, the initial force units subgroup "X" were 2.89 N and 1.99 N final strength, for the subset "Y" initial force 4.03 N and 3.72 N final force; Finally the subgroup "Z" obtained as initial force of 5.24 N and 4.83 N final force.

In the statistical analysis Tukey statistical tests, T-student and variance, resulting in both the elastic and the elastic brand brand Morelli Ormco, had significant losses when stretched force was used.

For Ormco elastics, the percentage of loss of strength for the subgroup X is 30.86%; And for the subgroup it is 7.82% and for the subgroup Z is 7.9%. While for Morelli elastics, the percentage of loss of strength for the subgroup X is 9.45%; And for the subgroup it is 7.9% and for the subgroup Z is 20.89%. This significant loss of strength ( $P < 0.05$ ) demonstrated in all elastic examined and all its respective lengths of activation after 168 hours of study, proving thus the hypothesis in this research.

Keywords: orthodontics, orthopedics, degradation of strength, elastic extraoral.



## Introducción

La ortodoncia es la rama de la odontología que se encarga del estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de los defectos e irregularidades dentales, esqueléticas y faciales; es decir estudia la relación funcional y estética de las estructuras dentomaxilofaciales, mediante aparatos fijos que ejercen fuerzas físicas. La ortopedia al igual que la ortodoncia busca corregir alteraciones dentomaxilofacial, a diferencia de la ortodoncia aplica fuerzas biológicas para su uso.

Las fuerzas pesadas en ortopedia suelen ser fuerzas intermitentes de un uso recomendado de 14/12 h al día, en la mayoría de casos buscan redirigir el crecimiento, de las estructuras de soporte maxilofacial. En otros casos busca compensar el déficit en el desarrollo o muy por el contrario suprimir el exceso de desarrollo de áreas que son estimuladas por predisposición genética o mal función. Los aparatos empleados son placas ortopédicas, máscaras faciales, mentoneras, etc.

De este modo la ortodoncia y ortopedia permiten solucionar problemas relacionados al habla, respiración, masticación, psiquis y estética del paciente, en muchos casos permitiendo eliminar afecciones relacionadas como: resfríos crónicos, mala postura, cefaleas, halitosis, gastritis, etc. Brindándole seguridad y mejor calidad de vida al paciente.

Es habitual el uso de elásticos tanto en la ortodoncia como en la ortopedia, los elásticos son aditamentos que tienen la propiedad de recuperar total o parcialmente su dimensión original tras ser deformados después de aplicarles una fuerza, son de fácil uso, sus propiedades se ven afectadas al encontrarse en medio húmedo (en la cavidad bucal), absorben agua lo que conlleva a

rupturas en sus enlaces internos, comercialmente, se encuentran en una amplia gama de presentaciones, que nos permiten su elección, según el caso a tratar. Los elásticos pueden ser de uso intraoral y extraoral. los de uso intraoral por lo general generan fuerzas leves a medianas; mientras que los elásticos extraorales están indicados en tratamientos ortopédicos, éstos ejercen fuerzas pesadas.

Es por este motivo que decidí desarrollar el presente trabajo de investigación, motivado tras observar que los elásticos en la mayoría de casos no son utilizados conforme a sus indicaciones, ya sea por morfología craneofacial u otras características que presente el paciente. En la práctica ortodóncica es frecuente la utilización y recambio de elásticos, es por este motivo es importante conocer los límites de fatiga de los elásticos según la longitud en que son activados, para poder realizar controles adecuados a los pacientes.





# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## I.- PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Determinación del Problema.

En la actualidad, gracias a la accesibilidad del conocimiento, los pacientes llegan a la consulta con una información previa del tratamiento que desean que se les realice o con preguntas más orientadas a sus necesidades, de igual manera el interés de los pacientes por el desarrollo de sus hijos, hace que este sea más temprana y específica, lo que permite prevenir tratamientos de larga duración o cruentos como las cirugías ortognaticas.

En muchas ocasiones no se puede limitar al uso de aparatos de uso intraoral, por lo que es necesario recurrir a aparatos extraorales, que necesitan que una madures emocional y apoyo de los familiares. Estos aparatos extraorales requieren un anclaje intraoral compuesto por bandas, arcos, soportes y elastómeros.

Los elastómeros, son materiales que tienen la propiedad de recuperar total o parcialmente su dimensión original, después de haber sufrido una deformación sustancial, estos materiales se han aplicado en la práctica odontológica por más de 50 años, resaltando entre sus ventajas el fácil uso, la mínima colaboración del paciente, no obstante sus ventajas se ven disminuidas por encontrarse en un medio oral, absorbiendo agua, saliva, pigmentos y obtienen que conllevan a rupturas en sus enlaces internos, por lo que su deformación llega ser permanente, sin mencionar su pérdida gradual de fuerza.

La presente investigación buscó determinar cuál es la repuesta de los elásticos extraorales que se comercializan en nuestra localidad,

evaluando cual es el efecto sobre su fuerza el ser activados en diferentes longitudes.

## 1.2 Enunciado.

“Efecto in vitro del estiramiento de elásticos extraorales Ormco y Morelli sobre su fuerza residual, Arequipa, 2015.”

## 1.3 Descripción del problema.

### 1.3.1 Área del conocimiento.

**Área general** : Ciencias de la salud.

**Área específica** : Odontología.

**Especialidad** : Ortodoncia.

**Línea o tópico** : Elásticos extraorales.

### 1.3.2 Análisis y operación de variables.

VARIABLE	INDICADORES
VE1: Longitud de estiramiento del elástico extraoral	$X = (\text{longitud inicial}) \text{ mm} \times 2$
	$Y = (\text{longitud inicial}) \text{ mm} \times 3$
	$Z = (\text{longitud inicial}) \text{ mm} \times 4$
VR1:Fuerza residual	Newton

### 1.3.3 Interrogantes Básicas:

- ¿Cuál es el efecto de la longitud de estiramiento en la fuerza residual de los elásticos extraorales?
- ¿Cuál es el efecto del estiramiento al doble de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodonicos de la marca Ormco sobre fuerza residual?
- ¿Cómo afecta el estiramiento del triple de su longitud inicial de los elásticos extraorales ortodonicos de la marca Ormco sobre su fuerza residual?
- ¿Cómo afecta el estiramiento del cuádruple de su longitud inicial de los elásticos extraorales ortodonicos de la marca Ormco sobre su fuerza residual?
- ¿Cómo afecta el estiramiento del doble de su longitud inicial de los elásticos extraorales ortodonicos de la marca Morelli sobre su fuerza residual?
- ¿Cómo afecta el estiramiento del triple de su longitud inicial de los elásticos extraorales ortodonicos de la marca Morelli sobre su fuerza residual?
- ¿Cómo afecta el estiramiento del cuádruple de su longitud inicial de los elásticos extraorales ortodonicos de la marca Morelli sobre su fuerza residual?
- ¿Cuál en los elásticos extraorales Ormco o Morelli presentó mayor pérdida porcentual de fuerza tras ser activado al doble de su longitud inicial?

- ¿Cuál de los dos elásticos extraorales Ormco o Morelli presentó mayor pérdida porcentual de fuerza tras ser activado al triple de su longitud inicial?
- ¿Cuál de los dos elásticos extraorales Ormco o Morelli presentó mayor pérdida porcentual de fuerza tras ser activado al cuádruple de su longitud inicial?

#### **1.3.4 Tipo de Investigación.**

- Según su enfoque: Cuantitativo.
- Según el tiempo: Longitudinal.
- Según su ámbito: De laboratorio.
- Según el tipo de dato: Prospectivo.
- Según su diseño: Experimental.
- Según su nivel: Explicativo.

#### **1.4 Justificación:**

El presente trabajo de investigación se justificó por las siguientes razones:

##### **1.4.1 Originalidad.**

El presente trabajo de investigación posee una originalidad específica, ya que a pesar de que reconoce antecedentes investigativos previos invitro, tiene un enfoque aplicativo clínico al no haber antecedentes que corroboren la longitud de activación recomendada por el fabricante.

#### **1.4.2 Relevancia práctica y social.**

La importancia de este trabajo radica en el uso racional de las fuerzas que aplicamos sobre el paciente y la pérdida constante, que determina el progreso del tratamiento, al aplicar el uso de elásticos extraorales se ha de activar de tal manera que la longitud nos dé un tiempo de trabajo considerado sin verse sus propiedades físicas, permitiendo que el tratamiento sea efectivo y cómodo para el paciente.

#### **1.4.3 Viabilidad.**

Se trató de una investigación viable, puesto que las condiciones de estudio fueron realizadas bajo los recursos de la sociedad actual y local, y a su vez nos dieron resultados y conclusiones aplicables.

#### **1.4.4 Interés personal.**

El desarrollo del presente trabajo fue motivado tras analizar que los elásticos en la mayoría de casos no son activados conforme se pre indica, ya sea por morfología u otras características que presente el paciente, por lo que se determinó evaluar el cómo afecta la longitud en que se activan los elásticos sobre el desarrollo de su fuerza.

## 2 Objetivos.

### 2.1 Objetivo principal

Evaluar como influyo la longitud de estiramiento en la fuerza residual de los elásticos extraorales.

### 2.2 Objetivo específicos

1. Determinar efectos del estiramiento al doble de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodoncicos de la marca Ormco sobre su fuerza residual.
2. Determinar efectos del estiramiento al triple de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodoncicos de la marca Ormco sobre su fuerza residual.
3. Determinar efectos del estiramiento al cuádruple de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodoncicos de la marca Ormco sobre su fuerza residual.
4. Determinar efectos del estiramiento al doble de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodoncicos de la marca Morelli sobre su fuerza residual.

5. Determinar efectos del estiramiento al triple de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodoncicos de la marca Morelli sobre su fuerza residual.
  
6. Determinar efectos del estiramiento al cuádruple de su longitud inicial, de los elásticos extraorales ortodoncicos de la marca Morelli sobre su fuerza residual.
  
7. Determinar efectos de los dos elásticos extraorales Ormco o Morelli presentó mayor pérdida porcentual de fuerza tras ser activado al doble de su longitud inicial.
  
8. Determinar efectos de los dos elásticos extraorales Ormco o Morelli presentó mayor pérdida porcentual de fuerza tras ser activado al triple de su longitud inicial.
  
9. Determinar cuál de los dos elásticos extraorales Ormco o Morelli presentó mayor pérdida porcentual de fuerza tras ser activado al cuádruple de su longitud inicial.

### 3 MARCO TEÓRICO.

#### 3.1 Elastómeros.

El elastómero es un material que al aplicarle una fuerza muestra un aumento de su longitud que desaparece al eliminarla<sup>1</sup>. En la historia el primer material que se conoce con estas características es el hule natural que se empleaba desde la época de las civilizaciones Inca y Maya, sin embargo, su uso fue limitado debido a que sus propiedades se perdían con facilidad por acción de la temperatura y la absorción de la humedad.

Con el proceso de la vulcanización introducido por Charles Goodyear en 1839, los usos del hule natural se incrementaron y pronto ortodoncistas como: Baker, Case y Angle comenzaron a emplearlo en el tratamiento ortodóntico<sup>2</sup>.

Los hules sintéticos fueron introducidos en 1920 gracias al desarrollo de la petroquímica; estos materiales están formados por cadenas lineales enrolladas y unidas entre sí por enlaces de carácter primario y secundario, las cuales al aplicarse una fuerza se estiran y regresan a su forma original al eliminarla. Sin embargo, al estirarse sus enlaces se rompen de tal manera que las cadenas se deslizan una sobre otra y presentan una deformación plástica que conlleva a un aumento permanente de su longitud.

Uno de los principios básicos del movimiento ortodóntico es aplicar fuerzas fisiológicamente tolerables. Entre los medios más populares que

---

<sup>1</sup> SANCHEZ HL, KATAGUIRI KM, ALVAREZ GC. Estudio in-vitro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas. Revista O Mex. 2006.

<sup>2</sup> BATY DL. Et al Synthetic elastomeric Chains: a Literature review. Am J. Orthod 1994.

se emplean para aplicar estas fuerzas son las cadenas elastoméricas, que se introdujeron a la profesión en 1960, y se emplean en múltiples ocasiones.

Estas cadenas están hechas a base de polímeros como el poliuretano lo que les provee de características elásticas, que pueden verse afectadas por diversos factores ambientales, y por el estiramiento constante a la que son sometidos van perdiendo fuerza conforme transcurre el tiempo.

La goma tiene una cualidad especialmente valiosa, posee un gran margen de elasticidad, de forma que puede tolerar el estiramiento al cual es sometido. Más recientemente se han empleado elastómeros de goma y plástico para cerrar espacios dentro de los arcos dentales. Desde el punto de vista de los materiales, el mayor problema que presentan todos los tipos de goma es que absorben agua y se deterioran en condiciones intraorales. Las gomas de caucho que se utilizan para fabricar las gomas elásticas empiezan a deteriorarse en la boca en un par de horas y pierden gran parte de su elasticidad en 12 y 24 horas. Aunque hubo un tiempo en que los elásticos ortodóncicos se fabricaban de este material, han sido desbancados por los elásticos de látex que tiene una vida útil 4 a 6 veces mayor<sup>3</sup>.

Las características estáticas de las cadenas varían de acuerdo a su proceso de manufactura, es por ello que esta información es importante para poder establecer variaciones clínicas que lleven a los resultados deseados<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> PROFFIT Williams, FIELDS Henry. Ortodoncia Teoría y Práctica. P. 301

<sup>4</sup> STEVESON.SJ. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. Angle Orthodontics. 1994.

Con estudios de fatiga aplicados a las cadenas elásticas se pueden obtener información no solo de cual es mejor material a emplear en la práctica clínica, sino también si la proporción de la fuerza aplicada por la cadena es suficiente para inducir una respuesta biológica en los tejidos que generen el movimiento dental<sup>5</sup>.

Elastómero es un término que en general abarcan materiales que después de sufrir una deformación sustancial rápidamente regresa a su dimensión original<sup>6</sup>.

El uso de los elásticos durante el tratamiento de ortodoncia es una de las etapas de alta relevancia durante la mecanoterapia.

Los elásticos ortodontico están fabricados a base de polímeros de goma sintética con capacidad de gran deformación, por lo que tienden a preservar su longitud, su forma y volumen. Dichos elásticos poseen una memoria, por lo que recuperan su forma original después de retirar la fuerza aplicada en ellos<sup>7</sup>. Esto se llama elasticidad y esta es una característica de todos los materiales solidos con propiedades variables.

Es importante el considerar el funcionamiento de estos elásticos, así como el diseño y su aplicación, ya que de ellos puede depender el éxito o el fracaso del tratamiento ortodontico.

---

<sup>5</sup> PEREZ S. Ramiro. Evaluacion in vitro de la fuerza que ejercen dos tipos de cadenas elastoméricas de tramo largo, en diferentes tiempos. Arequipa.2008.

<sup>6</sup> TVESTA o BOUSQUET. MENESES, WILLIAMS F. Comportamiento de dos cadenas elastomericas ortodoncicas en relación al tiempo de uso.ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art16.asp 2000

<sup>7</sup> IBID

Cualquier aplicación de fuerzas a través de un elástico induce y utiliza cierta combinación de fuerza y desplazamiento, en donde el elástico se deforma por la presión ejercida y al mismo tiempo la fuerza se libera<sup>8</sup>.

### 3.1.1 Presentación de los elásticos<sup>9</sup>.

Se encuentran en diferentes tamaños y espesores para producir una fuerza precisa y aplicada. Usualmente la fuerza prescrita se obtiene cuando el elástico es estirado tres veces su diámetro.

Fuerza.

Ligera : 1.8 oz = 51.03 gr

Mediano : 2.7 oz = 76.54 gr

Pesado : 4 oz = 113 gr

Súper pesado : 6 oz = 170.1 gr

Diámetro o lumen.

3 mm = 1/8"

4 mm = 3/16"

6 mm = 1/4"

8 mm = 5/16"

10 mm = 3/8"

12 mm = 1/2"

14 mm = 9/16"

<sup>8</sup> PHILIPPE J. DCD, DSO Mechanical analysis of clase II elastics JCo. Jun 1997

<sup>9</sup> RODRIGUEZ E. CASASA R. Ortodoncia Contemporánea Diagnóstico y Tratamiento. cap 15

16 mm = 5/8"

18 mm = 11/16"

### 3.1.2 Clasificación de los elásticos según su uso

#### • Elásticos intraorales

Son utilizados en la cavidad oral cumpliendo un papel importante en la mayoría de las formas de terapia con aparatología fija. Los elásticos pueden ser intramaxilares e intermaxilares<sup>10</sup>.

#### Elásticos intramaxilares

Son aquellos que se colocan y actúan en un mismo arco dental. Las fuerzas que producen son de tipo horizontal<sup>11</sup>.

#### Elásticos clase I

Se denominará clase I cuando se encuentra en el mismo arco (intra-arco) pero no en problemas transversales. La mayoría de los elásticos de clase I pueden tener un efecto de movimiento el cual puede ser horizontal, vertical o transversal<sup>12</sup>.

#### Aplicación clínica.

- Cierre de espacios.
- Movimiento distal (retracción).

<sup>10</sup> SINGH V. POKHRAEL K, ROY D, SIGLA A, BISWAS K. Elasticcs in Orthodontics: a review. Health renaissance. 2012

<sup>11</sup> URIBE GA. Ortodoncia teoría y clínica. 2004.

<sup>12</sup> RODRIGUEZ E. CASASA R. Ortodoncia Contemporánea Diagnóstico y Tratamiento .2005

- Movimiento de mesialización.
- Extrusión e I intrusión.
- Rotación de un diente.
- Mover un diente, el cual es difícil de ajustar en el arco de alambre.
- Extruir un diente (imputación dental)<sup>13</sup>.

### **Elásticos intermaxilares.**

Son aquellos que se colocan y actúan en los dos maxilares. Las fuerzas que producen son de tipo horizontal, transversal y vertical<sup>14</sup>.

### **Elásticos clase II.**

Los elásticos de clase II, son elásticos intermaxilares colocados en su parte anterior en el maxilar y en su parte posterior en la mandíbula en diferentes diente, ya sea por vestibular o lingual, siempre que lleven esta dirección; pueden ser apoyados en los túbulos molares. Hooks de los brackets o ligadura de Kobayashi<sup>15</sup>. Generalmente, son colocados desde el gancho distal del canino hasta el gancho del primer molar inferior (rara vez se utiliza hasta el segundo molar). En casos de no extracciones se utiliza elásticos de 5/16 o 1/4 “de 6 onzas; en caso de extracciones de premolares se utiliza elásticos de 3/16 de 6 onzas<sup>16</sup>.

### **Aplicación clínica<sup>17</sup>.**

- Para producir cambios dentinarios antero posteriores.

---

<sup>13</sup> ANDREWS DMA. Comparison of nitric coil springs vs elastics in canine retraction. JCO. May 1997

<sup>14</sup> URIBE GA. Ortodoncia teoría y clínica. 2004.

<sup>15</sup> PHILIPPE J. DCD, DSO Mechanical analysis of class II elastics JCo. Ob.

<sup>16</sup> IBID

<sup>17</sup> PHILIPPE J. DCD, DSO Mechanical analysis of class II elastics JCo. Ob.

- Mal oclusiones de clase dos dental o esquelética.
- Ayuda a obtener una clase I canina desde una relación II.
- Proporcionan un anclaje mínimo.
- Movimiento distal del segmento antero superior
- Avance mandibular
- Retroclinación de los incisivos superiores y proclinación de los inferiores
- Para cerrar pequeños espacios.

### **Elásticos clase III**

Son elásticos inter arcos, estos elásticos, están colocados posteriormente en el arco superior (en el molar) y anteriormente en el arco mandibular (en el canino).

De acuerdo al problema clínico, los elásticos de clase III pueden ser colocados, ya sea en vestibular y/o palatino desde un gancho del molar superior (posteriormente) aun loop en el arco principal, a una ligadura de Kobayashi o al hook del canino inferior (anteriormente)<sup>18</sup>.

Los elásticos intermaxilares de clase III son muy útiles para la corrección ortodóntica no quirúrgica de las mal oclusiones de clase III, ya que tienden a producir una retroclinación de los incisivos inferiores, una protrusión de los incisivos superiores y una corrección antero posterior de la relación molar<sup>19</sup>.

### **Efectos de los elásticos de clase III<sup>20</sup>.**

- Extrusión de los dientes postero superiores.
- Inclinación mesial del primer molar superior.

---

<sup>18</sup> Viazis AD. DDS. MS Atlas de Orthodoncia, Principios y Apliaciones Clinicas.Ed. Medica Panamericana. Mar.1995.

<sup>19</sup> Mc Laughlin i COLS. Mecanica sistematizado del tratamiento ortodóntico. Ed. Elsevier Scienci.2004

<sup>20</sup> Langlado M.DCD. DSO Optimization of Orthodontic Elastic. Ed.GAC International. Jan. 2000.

- Ligero avance maxilar.
- Proclinación de incisivos superiores.
- Retroclinación de incisivos inferiores.
- Extrusión de incisivos inferiores.
- Distalización del arco inferior.
- Pueden producir problemas periodontales

### • Elásticos Extraorales

Los elásticos extraorales son utilizados en los sistemas de mecánica extraoral. Las fuerzas que se utilizan son pesadas y súper pesadas que son desde 13 oz hasta 18 oz respectivamente<sup>21</sup>.

Para hacer variar la fuerza de trabajo de estas gomas el fabricante puede variar:

- La composición del tubo.
- El espesor de sus paredes y el diámetro del tubo.
- El largo axial de la sección de la sección cortada.

Las tolerancias dimensionales a los cuales pueden ser sometidas estas tres últimas características son muchísimo más amplias que las mismas para tubos de metal por la naturaleza blanda de compuestos de goma. Es necesario hacer promedios del ancho y del espesor de un cabo de goma para obtener una estimación grosera de su superficie seccional y permitir así la evaluación de la fuerza del material elástico. Un diagrama del estudio de las tensiones hecho con una muestra de goma tendrá una variedad de inclinaciones, particularmente en la región de alto stress. Cuando una goma ha sido estirada por una fuerza a una longitud medida, continúa estirándose notablemente por algunos minutos, luego se

---

<sup>21</sup> RODRIGUEZ E. CASASA R. Ortodoncia Contemporánea Diagnóstico y Tratamiento. capítulo 15

estabiliza gradualmente en una fuerza ligeramente menor y una longitud ligeramente mayor. Esta acción hace que el diagrama de penda de la velocidad con que se hacen las lecturas<sup>22</sup>.

Las fuerzas de los elásticos usados en Ortodoncia se expresan en onzas, (10z = 28,35g) y se desarrollan cuando el elástico se distiende al triple del diámetro, la coincidencia clínica hace coincidir con esta indicación, aunque existen informaciones comerciales diversas (algunos indican el doble en lugar del triple). Se aconseja por tanto que el operador verifique el tipo de elástico utilizado<sup>23</sup>.

Los elásticos extraorales son utilizados con sistemas mecánicos extraorales ya sean un casquete de tracción cervical o de tracción alta, los elásticos utilizados son de 1/2" de diámetro y producen una fuerza de 14 onzas<sup>24</sup>.

#### • Elásticos extraorales Morelli<sup>25</sup>.

##### Composición.

- Látex natural–cis-1.4-polyisoprene-hevea brasiliensis.
- Tetra methyl thiuran Dissulfide
- Enxofre
- Zinco
- $Zn(C_{18}H_{35}O_2)_2$ -Estearato de zinco
- Ácido cetoestearilico de 20 moles EO.

---

<sup>22</sup> JARABANK Joseph. Aparatología del arco de canto con alambres delgados P.42

<sup>23</sup> ROSSI Massimo. Ortodoncia Práctica. P70.

<sup>24</sup> R.G. WICK Alexander. The Alexadre Discipline. P 159.

<sup>25</sup> OPORTO Ana, Efecto in vitro del tiempo de activacion de los elasticos Extraorales Morelli y Ormco en e comportamiento de la fuerza – Arequipa, 2005, pag 16

### Riesgos.

- Pueden causar reacción alérgica a pacientes sensibles a las proteínas naturales del látex y del Thiuran
- Hay probabilidad de sensibilización alérgica en productos recubiertos con polvo.
- Puede liberar el gusto típico del látex.

### Propiedades físicas y químicas

- Color: ámbar, levemente amarillo.
- Dureza: valor típico de 30 Shore A
- Densidad: cerca de  $0.92\text{g/cm}^3$
- Olor: menta.

### Clasificación de los elásticos extraorales Morelli.

- Elásticos extraorales ligeros.
- Elásticos extraorales pesados.

DIAMETRO		FUERZA	
PULGADAS	MILIMETROS	GRAMOS	ONZAS
5/16"	8.0	455	16
1/2"	12.7	455	16

• **Elásticos extraorales Ormco<sup>26</sup>.**

**Composición.**

- Ingredientes peligrosos: estos productos no contienen ingredientes peligrosos definición dada por la OSHA Hazards Communication Standar (29 CFR 1910.1200).
- Otros ingredientes: látex.

**Propiedades físicas.**

- Densidad: (aire= 1): N/D.
- Gravedad específica ( $H_2O = 1$ ) : N/D
- Solubilidad en agua insoluble
- Apariencia y olor: anillos transparentes o del color del látex, sin olor.

**Datos reactivos**

- Condiciones a evitar: calor, luz y contaminación.
- Incompatibilidad: N/A
- Descomposición de bio productos peligrosos: óxidos de carbono
- polimerización peligrosa: no ocurre

**Identificación de Peligros.**

Este producto no puede ser usado en pacientes con sensibilidad conocida al látex. Si ocurriera, discontinuar el uso y consultar con su médico.

---

<sup>26</sup> OPORTO Ana, Efecto in vitro del tiempo de activación de los elásticos Extraorales Morelli y Ormco en el comportamiento de la fuerza – Arequipa, 2005, pag 16

### Clasificación de los elásticos extraorales pesados Ormco<sup>27</sup>.

Elásticos extraorales		
Fuerza Tamaño	Ligeros 8oz/230gr	Pesados 14oz/400gr
3/16" – 4.76mm	Puma	
¼" - 6.35 mm	Leopardo	
5/16" – 7.94 mm	Pantera	Morsa
3/8" – 9.35 mm	Tigre	Elefante
½" - 12.7 mm	León	Ballena

#### 3.1.3 Concepto de fuerza.

La fuerza es la acción ejercida por un cuerpo (alambre, resorte, elástico, etc.) sobre otro cuerpo (diente o hueso). Se expresa en masa por aceleración (masa X aceleración) y es un vector que presenta:

##### **Intensidad (medida en gramos).**

Dirección (recta en ángulos; la última está comprendida entre la recta y un eje de referencia).

Modulo (sentido de la fuerza).

<sup>27</sup> [www.ormco.com](http://www.ormco.com) (catálogo de productos Ormco 2015)

Las unidades correctas para expresar las fuerzas es el Newton (N). Sin embargo, en ortodoncia las fuerzas normalmente se expresan en gramos (gr). El factor para la conversión de gramos en Newton es  $1\text{gr} = 0.00981\text{N}$ , o bien,  $1\text{N} = 101.937\text{gr}$ <sup>28</sup>.

La fuerza procede del empuje o la tracción que un cuerpo ejerce sobre todo. Las fuerzas pueden actuar a través del contacto directo entre los cuerpos o a distancia. La aplicación de una fuerza sobre un cuerpo produce un cambio en la posición de reposo o del movimiento del mismo. Si el cuerpo sobre el que actúa la fuerza permanece en reposo, la fuerza provoca una deformación de dicho cuerpo. Una fuerza queda definitiva por tres características: el punto de aplicación, la magnitud y la dirección de la aplicación<sup>29,30</sup>

### **Tensiones<sup>31</sup>.**

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo y tiende a deformarlo, se genera una resistencia a dicha fuerza externa. La reacción interna tiene la misma intensidad y la dirección opuesta a las de la fuerza aplicada y recibe el nombre de tensión. Tanto la fuerza aplicada como la resistencia interna se distribuyen por una zona determinada del cuerpo, y por ello la tensión que se genera en una estructura se designa como la fuerza de superficie. A éste respecto la tensión se parece a la presión, ya que ambas vienen representadas por la siguiente ecuación:

$$Tension = \frac{fuerza}{superficie}$$

---

<sup>28</sup> RODRIGUEZ Y. Ezequiel, CASASA A. Rogelio 1001 Tips en Ortodoncia y sus Secretos.2007pag.207.

<sup>29</sup> VEGA DEL BARRIO José María, Materiales en Odontología. Fundamentos biológicos,clínicos, biofísicos y físico químicos. P 57

<sup>30</sup> MARCOTTE Michael. Biomecanico en ortodoncia. Pag 6

<sup>31</sup> VEGA DEL BARRIO José María, Materiales en Odontología. Ob. Cit. P 58

### **Tipos de tensiones.**

En general, las fuerzas aisladas pueden ser axiales de tracción o compresión, de cizallamiento o corte, de flexión o de torsión.

La tracción: se genera cuando un cuerpo es sometido a dos grupos de fuerzas de direcciones opuestas que actúan sobre la misma línea recta. Al aplicar una tracción. Las moléculas del cuerpo deben oponerse a su separación. Estas resistencias de un material a la deformación representan cualidades básicas de elasticidad de los cuerpos sólidos<sup>32</sup>.

### **Distorsión.**

Al hablar de la fuerza señalábamos que un cuerpo experimenta una deformación cuando se le aplica una fuerza. Es importante saber que cada tipo de tensión puede producir la correspondiente deformación en un cuerpo. Una fuerza de tracción provoca una fuerza de elongación del cuerpo en la dirección de la fuerza aplicada. La distorsión no tiene ninguna unidad de medición; se representa como un número puro, obtenido con la siguiente ecuación:

$$Distorsión = \frac{Deformación}{Longitud\ original}$$

Por lo tanto la distorsión es un valor absoluto o porcentual. El grado de distorsión variara dependiendo del tipo de material que experimente la tensión y de la magnitud de la tensión aplicada. Independientemente de la composición o la naturaleza del material

---

<sup>32</sup> GRAIG Robert G. MATERIALES DENTALES P.58

de la magnitud y el tipo de la tensión que actúa sobre dicho material, la aplicación de una tensión genera deformación de una tensión genera deformación y distorsión<sup>33</sup>.

### **Límites proporcional y elástico.**

El límite proporcional se define como la máxima tensión que puede soportar un material sin perder la relación proporcional entre la tensión y la distorsión. Por debajo del límite proporcional no se produce deformaciones permanentes en la estructura. Al cesar la tensión le estructura recupera sus dimensiones originales. Al aplicar una tensión dentro de estos límites, el material tiene un comportamiento elástico, y si el material es sometido a una tensión que no supere el límite proporcional, experimenta una deformación elástica o reversible<sup>34,35</sup>.

El límite elástico se define como la máxima tensión que puede soportar un material sin sufrir una deformación permanente por consiguiente, a efectos prácticos, el límite proporcional y el límite elástico representan la misma en el seno de la estructura, y a menudo se emplean ambos términos indistintamente para referirse a la tensión aplicada<sup>36,37</sup>.

### **Módulo elástico.**

El módulo elástico también conocido como módulo de elasticidad o módulo de Young mide la elasticidad de un material. El módulo elástico representa la rigidez de un material dentro del intervalo de elasticidad. Se puede determinar el módulo elástico a partir de la curva de tensión –distorsión, calculando el cociente entre la tensión

---

<sup>33</sup> GRAIG Robert G.Ob. Cit. P.58

<sup>34</sup> IBID

<sup>35</sup> PROFFIT Williams, FIELDS Henry. Ob. Cit.

<sup>36</sup> COVA NATERA, José Luis biomateriales Dentales P. 164.

<sup>37</sup> CRAIG Robert Ob. Cit. P59

y la distorsión. Para calcular el modulo se emplean la siguiente ecuación<sup>38,39</sup>.

$$\text{Modulo Elastico} = \frac{\text{Tensión}}{\text{Distorsión}}$$

### **Duración de las Fuerzas Ortodoncia.**

Se clasifican por el índice de decadencia en:

Continua: fuerza que se mantiene en un porcentaje apreciable de la original entre una visita del paciente y la siguiente.

Interrumpida: el nivel de la fuerza disminuye a cero entre las activaciones.

Tanto las fuerzas continuas como las interrumpidas pueden conseguirse con aparatos fijos que se llevan en todo momento.

Intermitente: el nivel de la fuerza desciende bruscamente a cero de forma intermitente, cuando el paciente se quita el aparato ortodóncico. Cuando los dientes se mueven, el nivel de las fuerzas disminuyen igual que con aparato fijo.

---

<sup>38</sup> GRABER Thomas, VANARSDALL Robert, Ortodoncia Principios generales y Tecnicas P.263

<sup>39</sup> VEGA DEL BARRIO José María, Materiales en Odontología. Ob. Cit. P 65

## Fuerzas pesadas u ortopédicas

### Cambios ortopédicos (retracción del maxilar superior)

Para obtener un efecto esquelético con la mecánica extraoral, este dispositivo debe ser usado aproximadamente 12 a 14 horas por día con una fuerza de 10 a 16 onzas (400 a 450g) por lado. La hialinización, debida a las fuerzas excesiva se ejercidas sobre los primeros molares, limita el movimiento dentario, y promueve el efecto esquelético.

Graber manifiesta que “400 gramos de fuerza distribuidos en uno o dos puntos ininterrumpidamente pueden mover el maxilar”<sup>40</sup>.

Se generan fuerzas pesadas generalmente a través del uso de una secuencia de elásticos .resultando finalmente una fuerza de 14 onzas que es generada por los elásticos. También pueden utilizar fuerzas ligeras durante el periodo de ajuste inicial, pero estas fuerzas deberán ir aumentando a medida que el paciente se ajusta al aparato<sup>41</sup>.

En una simulación en laboratorio en un modelo sobre el re direccionamiento del crecimiento y anclaje extraoral se obtuvo resultados favorables al aplicar una fuerza de 400g por lado, tracción cervical y en un tiempo de 10 a 12 horas diarias por un periodo de tiempo de dos años<sup>42</sup>.

---

<sup>40</sup> ARMSTRONG Maaclay M Controlling the magnitude, direction and duration of extraoral forcé. Am Journal Orthodontic 1978.

<sup>41</sup> McNAMARA James, Ob Cit P290.

<sup>42</sup> TEUSHER V. Appraisal of growth and reaction to extraoral anchorage.

Una fuerza ortopédica superior ejercida por un casquete de tracción elevada, el paciente solo necesita usar el aparato 10 a 12 horas por noche en su casa<sup>43</sup>.

Rickets reporto modificaciones de hasta 8 mm. Utilizando en tracción cervical promedio de 400 a 900gramos en combinaciones de tracción alta (1000 g.) con tracción cervical de 500gramos con un tiempo de tratamiento de 14 a 24 meses Armstrong, Watson Badell y Graber han utilizado fuerzas de 400 gramos y a veces 2 o 3 oportunidades más cuando se deseaba movimientos ortopédicos rápidos<sup>44</sup>.

Poulton y Ricketts un movimiento distal del maxilar superior usando fuerzas de 12 a 14 horas por día<sup>45</sup>.

Para obtener un efecto esquelético con la mecánica extraoral el aparato extraoral debe ser usado aproximadamente 12 a 14 horas por día (durante las horas del sueño) con una fuerza alrededor de 10 a 16 onzas por lado<sup>46</sup>.

De acuerdo con estas consideraciones, en la actualidad se consideran óptima la siguiente “prescripción de fuerzas” para restringir el crecimiento del maxilar superior mediante un casquete:

---

<sup>43</sup> GRABER Thomas, RAKOSI Thomas, PETROVIC Alexandre. Ortopedia Dentofacial con Aparatos Funcionales P397.

<sup>44</sup> VILLAVICENCIO Jose A. Ortopedia Dentofacial una visión multidisciplinaria.P 306.

<sup>45</sup> ARMSTRONG Maaclay M .Ob. Cit.

<sup>46</sup> Viazis AD. DDS. MS Ob. Cit. P199.

Fuerza de 500 -1000 g en total (la mitad para cada lado).

dirección de las fuerzas ligeramente por encima del plano oclusal (a través del centro de resistencia de los molares, si las fuerzas se aplican sobre los mismos por medio de un arco facial).

Duración de las fuerzas entre 12 y 14 horas diarias, todos los días, (cuanto más tiempo lleve el aparato, más eficacia tendrá; 8 horas diarias es probable el mínimo para conseguir efectos significativos)<sup>47</sup>.

Dependiendo del punto de aplicación de fuerza nosotros vamos a conseguir diversos cambios en el maxilar, el centro de resistencia del maxilar superior según las reacciones clínicas observadas deberá estar en algún lugar dentro del área de la cara posterosuperior de la sutura cigomático maxilar. Así por ejemplo. En una tracción cervical, vector de la fuerza que pasa entre los centros de resistencia del maxilar superior y de la dentición. La suma de vectores revelan que los molares experimentan una mayor influencia hacia abajo que los incisivos: rotación anterior del plano oclusal<sup>48</sup>.

### **Degradación de los elásticos**

La capacidad de liberación de las fuerzas de los materiales elásticos esta atribuida a la magnitud de la fuerza inicial, al periodo en que permanece extendidas y a la proporción de la degradación de las fuerzas elásticas. Cuando los elásticos son sometidos a cargas que superan su límite de tensión, se inicia la fatiga del

---

<sup>47</sup> PROFIT Williams, FIELDS Henry. Ob. Cit. P283.

<sup>48</sup> GRABER Thomas, VANARSDALL Robert. Ob Cit. P 425.

material en regiones internas de menor resistencia, o en áreas extensas más heterogéneas<sup>49</sup>.

### **Degradación de los elásticos de látex<sup>50</sup>.**

Los elásticos de látex pierden parte de su fuerza inicial cuando son insertados en el medio oral a actividades orales como la masticación, la deglución y habla; cuando son sometidos a diferentes agentes bucales como pH salival, humedad, temperatura intraoral, alimentos y bebidas con diferentes grados de acidez o alcalinidad.

La permanencia de los elásticos en medio húmedo resulta en la saturación de la matriz del látex llevando a la deformación permanente por la rotura de los enlaces intermoleculares internos.

Algunos estudios in vitro simularon medios con varios tipos de saliva, ciclos y dietas, con el objetivo de estudiar las modificaciones impuestas por estas variables, observándose que las fuerzas generadas por los elásticos sufren una considerable degradación el primer día de utilización especialmente las primeras horas del uso.

### **Degradación de fuerza de Elastómeros.**

Todos los materiales elastoméricos, sufren una fatiga. Esto deriva en una pérdida de fuerza que probablemente se ve acentuada en condiciones ambientales adversas, incluidas aquellas asociadas

---

<sup>49</sup> JOAIB D. Avaliação da degradação de elásticos ortodonticos intraorais de látex. Tesis para optar el grado de Maestro en Odontología, Universidad del estado de Rio de Janeiro. 2009.

<sup>50</sup> JOAIB D. Avaliação da degradação de elásticos ortodonticos intraorais de látex. Tesis para optar el grado de Maestro en Odontología, Universidad del estado de Rio de Janeiro. 2009.

con la cavidad bucal, está perdida de fuerza ha sido difícil de estudiar debido a los diferentes métodos de investigación y a los diferentes tipos de elásticos disponibles<sup>51</sup>.

Ha sido un hallazgo común que las gomas elásticas en medios húmedos o en el medio oral pierden entre el 10% y el 40% de su fuerza inicial entre 30 minutos y 24 horas después de su activación.

La fuerza de elásticos de poliuretano decrece con el tiempo y el índice de caída decrece con la hidrólisis. Andreasen en el año 1970 demostró que la mayor pérdida de fuerza se producía el primer día, de hecho el 55% de la pérdida de fuerza se producía durante la primera hora y la pérdida de fuerza durante los siguientes 3 días era mucho menor, por lo tanto sugirió que no era necesario que el paciente cambiara tan frecuente los elásticos, porque después de la degradación inicial, se podía esperar que la fuerza se mantuviera relativamente constante durante un par de días<sup>52</sup>.

#### **3.1.4 Máscara facial<sup>53</sup>.**

La máscara facial es una opción para la corrección de mordidas cruzadas anteriores de tipo esquelética por hipoplasia maxilar en pacientes pediátricos que se encuentran en etapa de crecimiento y presenten dentición primaria o mixta temprana. Esta tracción maxilar es factible debido a que todo el complejo cráneo facial del niño es muy maleable y se pueden obtener cambios significativos en los tres planos del espacio. El hueso maxilar, es de osificación intramembranosa, y como tal, su crecimiento responde a estímulos

---

<sup>51</sup> ALJHANI AS, ALDREES AM. The effect of static and dynamic testing on orthodontic latex and non-latex elastics, *Orthodontic Waves* 2010; 69: 117 – 122.

<sup>52</sup> IBID

<sup>53</sup> RODRIGUEZ Y. Ezequiel, CASASA A. Rogelio 1001 Tips en Ortodoncia y sus Secretos. 2007 pag. 207

funcionales y ortopédicos. Por lo tanto, este tratamiento apunta siempre a estimular el crecimiento de este hueso.

Potpeschnigg(1875) fue el primero en desarrollar la idea de la tracción maxilar; posteriormente Delaire, a finales de los años 60's,renovo el interés por el uso de una máscara facial, la cual fue creada para corregir la rotación posterior del maxilar y su deficiencia en el desarrollo para el tratamiento de pacientes con labio y paladar hendido, pero fue Petit, a finales de los 70's quien propuso su uso para la protracción del maxilar en pacientes de clase III esquelética. Petit modifico el concepto básico de Delaire, cambiando la anatomía de la máscara facial, aumento la magnitud de la fuerza generada por el aparato y redujo el tiempo de tratamiento.

Este dispositivo (también llamado mascara de tracción inversa) en combinación con un parata fijo de expansión palatina (tipo Hyrax) es el método de tratamiento que se propone para la intercepción de maloclusiones clase III verdaderas como mordida cruzada anterior.

Este tratamiento debe comenzar tan pronto como se haya iniciado la erupción completa los primeros molares, incisivos centrales y laterales superiores, para lo cual, primero que nada se deberá colocar un expansor rápido del maxilar y se comenzara la activación del mismo 2 veces al día (2/4 de vuelta) durante una semana antes de colocar la máscara facial. Esto se hace con el fin de producirla ruptura de todo el sistema sutural y facilitar así la protracción del maxilar superior con la máscara facial. Las suturas que componen el sistema, las cuales se rompen con la expansión rápida del maxilar son: frontomaxilar, nasomaxilar, cigomaticotemporal, cigomaticomaxilar, suturas media palatina, etmoidomaxilar y la lacrimomaxilar.

### Componentes de la máscara facial.

- Apoyo frontal: Este debe estar ubicado entre 1 a 2 cm por encima de las cejas o a una distancia equidistante entre las cejas y la implantación del cabello.
- Apoyo mentoniano: debe estar ubicado a 7mm por debajo del surco mentoniano.
- Vástago horizontal: Debe estar orientado entre 2 a 3cm hacia abajo del plano oclusal (30° hacia abajo aproximadamente).
- Vástago central: Es realizado en alambre de acero, el cual debe estar centrado con la línea media facial del paciente.
- Elásticos: Los elásticos de protracción se ligan a nivel de caninos con una dirección hacia abajo y adelante de 1 a 5cm por debajo del plano oclusal, para no lastimar las comisuras de los labios. Se requieren elásticos de 5/16" que generen fuerzas de 800gr a 1500gr.
- Expansor palatino de adhesión: Es un tornillo de expansión rápida del maxilar tipo Hyrax con pistas de acrílico en las caras oclusales del 1° y 2° molar temporal y 1° molar superior permanente. A este tornillo se le incorporarán unos ganchos

a nivel de los caninos temporarios en donde irán colocados los elásticos de protracción.

**Indicaciones:**

- Pacientes con poco desarrollo anteroposterior del maxilar.
- Pacientes clases III esquelética por hipoplasia maxilar.
- Los pacientes deben tener de preferencia, dentición mixta temprana
- Su uso está indicado en pacientes con labio y paladar hendido.
- Efectos producidos por la terapia con mascara facial:
- Corrección de las discrepancias entre oclusión céntrica y relación céntrica, sobre todo en pacientes pseudo clase III.
- Protracción esquelética del maxilar produciendo un avance de 1mm a 3mm.
- Movimiento anterior de los dientes maxilares.

- Inclinación lingual de los incisivos inferiores.
- Redirige el crecimiento mandibular gracias a la rotación hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula.
- Aumento de la altura facial inferior.
- Movimiento hacia adelante del punto "A" y un movimiento hacia adelante y abajo del maxilar.
- Aumento del volumen de los pómulos.

#### **Ventajas.**

- La máscara facial es una herramienta efectiva en el tratamiento de la maloclusión esquelética de clase III de leves a moderadas, con maxilar retrusivo y un patrón de crecimiento hipodivergente.
- Reduce la posibilidad de un tratamiento quirúrgico a futuro.
- Las pistas de acrílico del Expansor palatino de adhesión ayudan a controlar la erupción vertical de los molares. La función principal de estas pistas es la de producir un salto de

mordida para el descruce de la misma y facilitar la protracción maxilar.

- El uso de la máscara facial produce un aumento hacia abajo del maxilar y la rotación hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula.
- Por lo general los pacientes clase III esqueléticos presentan un perfil cóncavo, depresión de la región nasomaxilar, protrusión del labio inferior y mandibular prominente. Con la protracción del maxilar con la máscara facial se rectifica tanto el perfil facial como también la posición del labio inferior.
- Clínicamente las mordidas cruzadas anteriores pueden corregirse en un lapso de 3 a 4 meses dependiendo de la maloclusión y su severidad.
- El maxilar puede ser adelantado entre 2 mm a 4mm en el transcurso de 8 a 12 meses de protracción, pero la mayoría de los cambios ortopédicos se observan dentro de los primeros 3 a 6 meses de tratamiento continuo.

#### **Desventajas.**

- El diseño inadecuado de la colocación de la máscara facial puede ocasionar laceraciones o irritaciones en la piel a nivel del surco mentoniano, así como reabsorción radicular de los incisivos inferiores.
- Para su efectividad se necesita del 100% de la colaboración del paciente.
- Es un aparato extrabucal antiestético que no siempre es aceptado por los pacientes.
- Los elásticos pueden causar irritación a nivel de las comisuras labiales.

- El paciente puede presentar dolor marcado en la zona retromolar debido a que se abre la sutura pterifomaxilar.
- El tiempo prolongado de tratamiento puede dificultar la higiene bucal del paciente y de su cooperación.

### **Recomendaciones:**

- Para la terapia con mascara facial, primero se debe empezar con la expansión rápida del maxilar para romper el sistema sutural y a la semana o 10 días después iniciada la expansión, se coloca la máscara facial, esto con el fin de facilitar la protracción del maxilar.
- La máscara facial se utiliza generalmente hasta obtener un overjet de 3mm a 5mm interincisalmente (sobre tratar al paciente).
- Las pistas del Expansor deben cubrir el 1° y 2° molar temporal y 1° molar permanente.
- De estar presente el 2° permanente es recomendable extender las pistas hasta ese diente para evitar su extrusión.
- Si hay presencia de una mordida abierta anterior, el gancho de las elásticos debe colocarse en posición alta para producir una dirección de la fuerza más oblicua y favorecer el cierre de dicha mordida.
- Cuando se necesite producir un adelantamiento alveolodentario, los ganchos de tracción de las elásticos deben estar colocados al nivel de los caninos.
- En casos de mordida profunda, los ganchos de tracción deben estar colocado a nivel del molar superior permanente, para que este se extruya y se habrá la mordida.
- Suspender su uso en caso que se presenten problemas a nivel de la ATM.

- Los elásticos para la protracción del maxilar superior pueden ser de 5/16", las cuales generan fuerzas pesadas siguiendo una secuencia de uso:
- Ocho onzas al inicio del tratamiento (230gr).
- Catorce onzas al final del tratamiento (400gr).
  
- Se recomienda la revisión periódica del paciente para inspeccionar el estado del Expansor y evaluar los cambios en los tejidos blandos (cada 4 a 6 semanas).
- Se le indica al paciente que debe de utilizar la máscara facial durante todo el día a excepción de las comidas o durante la práctica de algún deporte.
- Si paciente tolera la máscara facial durante las horas de sueño, también está indicado su uso, ya que en estos momentos se libera la hormona de crecimiento y los cambios esqueléticos serán mucho más favorables.
- No consideramos apropiado dirigir nuestra práctica a la inhibición del crecimiento mandibular, debido a que esta crece mediante un mecanismo genético hormonal no influenciado por estímulos funcionales o con aparatología.

### **3.2 Antecedentes investigativos.**

#### **3.2.1 Antecedentes locales.**

- **Título: “Efecto invitro del tiempo de activación de los elásticos extraorales morelli y ormco en el comportamiento de la fuerza arequipa 2005”.**

**Autor: Ana Oporto**

Resumen: el propósito del presente trabajo de investigación tiene como finalidad fundamental determinar cómo es el comportamiento de la fuerza de los elásticos extraorales pesados morelli y ormco al permanecer activados en forma continua durante 96 horas. Con el objeto de precisar esto, se crearon 2 grupos de estudios experimentales: el primer grupo constituido por dos bloques de acrílico; en cada uno hay 10 pares de pines haciendo un total de 20 pares de pines para este grupo, los cuales se instalaron 20 elásticos extraorales pesados morelli de 1/2 pulgada activados a una distancia de 1.5 pulgadas, ejerciendo una fuerza inicial de 555 gr durante un periodo de 96 horas realizando los controles a la 1,8, 12, 24, 48, 72, 96 horas en la cual se obtuvo como un promedio de fuerza final 396.8 gr.

El segundo grupo constituido por dos bloques de acrílico; en cada uno hay 10 pares de pines haciendo un total de 20 pares de pines para este grupo, los cuales se instalaron 20 elásticos extraorales pesados ormco de 1/2 pulgada activados a una distancia de 1.5 pulgadas, ejerciendo una fuerza de 400gr durante un periodo de 96 horas realizando los controles a la 1,8, 12, 24, 48, 72, 96 horas en la cual se obtuvo como un promedio de fuerza final 314.1 gr.

Realizados los controles y mediciones correspondientes en un periodo de 96 horas, siendo 7 controles después de instalados los dispositivos de estudio, registrada la información para luego ser procesada y estudiada. Se llegó a importantes resultados

que se pueden resumir en el hecho de que tanto los elásticos Morelli como Ormco sufren un decaimiento en el comportamiento de su fuerza teniendo los elásticos Morelli una mayor pérdida de fuerza que los Ormco durante la primera hora contrastando con los controles posteriores en los que Morelli presentan una menor pérdida de fuerza que los Ormco durante la primera hora contrastando con los controles posteriores en los que Morelli presenta una menor pérdida de fuerza que los Ormco, por lo tanto se concluye que los elásticos Morelli en todo periodo determinado de tiempo sufren menos pérdida de fuerzas que los Ormco.

Lo expresado anteriormente corrobora lo formulado en la hipótesis, en el sentido de que los elásticos extraorales poseen como característica su gran estiramiento permisible. Por lo tanto esto afectaría el mantenimiento del nivel de fuerza.

- **Título: “evaluación in vitro de la fuerza que ejercen dos tipos de cadenas elastoméricas de tramo largo, en diferentes tiempos. Arequipa. 2008”.**

**Autor: marcos Ramiro Pérez Sánchez.**

Resumen: La elasticidad de las cadenas elastoméricas sufre un deterioro gradual al ser sometidas a una fuerza tensional constante debido a la ruptura molecular. Es por ello que realizamos el presente trabajo de investigación con la finalidad de medir este comportamiento, para ello utilizamos dos marcas diferentes de cadenas elásticas de tramo largo, en grupo estudiamos la marca Morelli y en el otro grupo la marca Ormco, el tiempo que se realizó el estudio fue de 120 horas para ello se conformaron los dos grupos y se utilizaron plataformas de

acrílico los cuales contenían cinco eslabones y se midió una fuerza basal de 200gr fuerza. Los controles se realizaron de la siguiente manera: 1hr, 12h, 24h, 48h, 72h, 120h.

Se realizaron 6 controles los mismos fueron registrados en nuestra ficha matriz para realizar el presente trabajo de investigación, los mismos que nos permitieron tabular, procesar y realizar el respectivo análisis a los resultados.

Se puede apreciar que existe una diferencia estadística en el comportamiento del decaimiento de la fuerza como lo detallamos a continuación respecto a la fuerza promedio para la marca Morelli 1hr 123gr f, 12h 153 gr f, 24h 128gr f, 48h 123gr f, 72h 123gr f y a las 120h 120.8gr f. Y para la marca Ormco 1hr 173gr f, 12h 163.5 gr f, 24h 129gr f, 48h 123gr f, 72h 122.5gr f y a las 120h 120gr f.

Podemos decir también que la marca de cadenas elásticas Ormco es la que presenta mayor disminución de la fuerza al finalizar la presente investigación lo que corrobora lo formulado en la hipótesis, en el sentido de que las cadenas elásticas, con el tiempo presentan disminución de la fuerza que ejercen.

### 3.2.2 Antecedentes nacionales

- **Título: “determinación de la pérdida de fuerza y longitud de cadenas elastoméricas en cultivos bacterianos.2012”**

**Autor: A Pantoja E., Almanza V., Ruiz H. Ballesteros M. De L., Abad L.**

Resumen: el objetivo del presente estudio fue determinar la pérdida de fuerza y longitud de cadenas elastoméricas al

someterlas a ataque bacteriano por 15 y 30 días. Se evaluaron 68 segmentos de cadena elástica 40 in vivo con 4 testigos y 20 in vitro y testigos.

Posteriormente se sometieron a estiramiento 24 segmentos y se realizó la medición de fuerza con un sensómetro digital y la longitud con un vernier. Realizadas las mediciones en las muestras se metalizaron y se llevaron al microscopio de barrido 8 segmentos para valorar su superficie. Para comparar los intervalos de fuerza y longitud se realizó la prueba estadística  $\chi^2$  a una en todas las pruebas con una  $\chi^2$  crítica = 7.81. Los resultados de los cultivos microbianos solo hasta los 30 días se reportaron bacilos gram(-) y candida s.p. A 100 x. Al microscopio de barrido la cadena lacer en su superficie fue la que mayor degradación presentó tanto testigo como la sometida a bacterias, la cadena t.p. presentó una menor pérdida de fuerza y longitud al someterla a la degradación desde su medición inicial ( $t_0$ ) hasta los 30 días y de los 15 a 30 días.

• **Título: "degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex.2014"**

**Autor: Farfán R.M**

Resumen: el propósito del presente estudio fue comparar la degradación de la fuerza entre los elásticos de látex y no látex de 3/16" y 6 onzas. La muestra consistió en 30 elásticos por grupo e intervalo de tiempo haciendo un total de 180 elásticos de látex y 180 de no látex se midió la fuerza inicial de 30 elásticos de late y 30 de no látex. Los demás fueron sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura por 1, 3,6, 12, y 24 horas antes de la medición de la fuerza con un dinamómetro (correx250g, alemania). Se empleó la prueba de

wilcoxon y la u de mann-whitney para determinar si existía diferencia significativas. Se encontró que los elásticos látex presentaron una degradación media de la fuerza de 13.8% durante la primera hora, 17.4% a las 3 horas, 18.2% a las 6 horas, 21% a las 12 horas y 23.4% a las 24 horas. Los elásticos no látex presentaron una degradación media de la fuerza de 32.5% durante la primera hora, 44.4% a las 6 horas, 51.1% a las 12 horas y 56% a las 24 horas. Se concluye que la degradación de la fuerza para los elásticos de látex fue menor al de los elásticos de no látex en todos los intervalos de tiempo.

- **Título: “degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia. Estudio in vitro.2014”**

**Autor: Fernández pm.**

Resumen:

Objetivo: determinar diferencias entre la degradación de la magnitud de las fuerzas de los elásticos de látex de ortodoncia y el tiempo de uso empleado.

Materiales y métodos: en el estudio in vitro se evaluaron 60 elásticos de látex de tres tipos (1/4 4oz, 4/16 6oz y 1/6 4oz) de la marca gac; fueron estirados tres veces en su diámetro interno y sumergidos en un medio húmedo a 37°C. Las magnitudes de las fuerzas fueron evaluadas en intervalos de 5, 11 y 23 horas haciendo uso de un dinamómetro (gauge correx®, 250g, suiza). Mediante la prueba de anova se determinó la significancia estadística ( $p < 0.001$ ).

resultados: existe diferencias estadísticamente significativa en los tres tipos de elásticos. La degradación de la magnitud de la

fuerza después de 5 horas fue de 20%, 17% y 15,6%; y de 23,4%, 20,7% y 21,7% después de 24 horas (1/8 4oz, 3/16 6oz y 1/4 4oz, respectivamente). Conclusión: existe diferencias entre la degradación de la magnitud de las fuerzas de los elásticos y el tiempo de uso empleado en los diferentes tipo de elásticos.

Palabras clave: ortodoncia, elásticos de látex, magnitud de la fuerza, degradación.

### 3.2.3 Antecedentes internacionales

- **Título: "Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching.2013"**

**Autor: Yagura D, Baggio PE, arreiro Is, Takahashi R**

Resumen: para investigar una posible relación entre el grado de estiramiento y la consiguiente deformación permanente de las cadenas elastoméricas (ec), así como si es o no el tiempo de estiramiento tiene ninguna incidencia en el grado de deformación permanente.

Métodos:

Segmentos de cinco módulos de cadenas cerradas elastoméricas fabricados por 3m unitek se estiraron hasta 10-100% de su longitud original en dispositivos especialmente diseñados para este propósito, quedando sumergido en saliva artificial a  $37 \pm 1$  ° c y se eliminaron secuencialmente después de 1, 2 , 3 y 4 semanas. Tras la eliminación, se midió cada

segmento y, una vez registrados los valores, se analizaron estadísticamente con el fin de evaluar el grado de deformación permanente.

Conclusiones:

Se concluyó que la deformación permanente es directamente proporcional al grado de estiramiento de los ecs evaluados. Los porcentajes medios encontrados fueron 8,4% a 10% de estiramiento, y superior al 20% (21,3%) cuando se estira en un 40%, y alcanzando 56,6% de deformación permanente cuando se estira 100% de su longitud original. Finalmente, el mayor porcentaje de deformación permanente se produjo durante la primera semana y no fue estadísticamente significativa después de este período.

• **Título "elastomeric chain forcé decay inartificial saliva: an in vitro study.2013."**

**Autor: halimi a, benyahia h, azeroual mf, zaoui f.**

Resumen:

Introducción:

El objetivo principal de este estudio fue examinar las propiedades mecánicas de las cadenas elastoméricas después del estiramiento en diversas soluciones de saliva artificial y en el aire.

Materiales y métodos:

Se seleccionaron cinco marcas de la cadena elastomérica de diferentes fabricantes. Para cada marca, cuatro tipos se

pusieron a prueba en diferentes medios artificiales. Un kit de ensayo desmontable se utiliza para estirar las cadenas de hasta varios iniciales fuerza niveles. Luego se sumergieron en soluciones de pre-preparado, con muestras de control expuestos a sólo aire. La fuerza residual se midió en varios puntos de tiempo utilizando un dinamómetro de mano.

Resultados y discusión:

La fuerza suministrada por las cadenas elastoméricas decayó rápidamente y de manera diferente en el tiempo. Este decaimiento variar dependiendo de varios factores, discutido aquí.

• **Título: " force extention relaxation of mediumforce orthodontic latex elastics"**

**Autor: Fernandez DJ, Fernandez MG, Frtese F, Elias CN, Mendes AM.2011**

Resumen:

Objetivo:

Evaluar la fuerza de relajación de extensión en elásticos de látex de diferentes fabricantes y diámetros sometidos a ensayos de tracción estática en condiciones secas y húmedas.

Materiales y métodos:

En muestra de 15 elásticos "american orthodontics" (ao) (sheboygan, wis), tp (la porte, indiana), y morelli ortodoncia (sorocaba sp, brasil). Medianas equivalentes fuerza productos fueron probados - 3/16, 1/4 y 5/16 pulgadas de tamaño de lumen

de cada fabricante, haciendo un total de 1.080 ejemplares. Se diseñó un aparato de entornos orales al que se sometieron los elásticos. La evaluación de fuerzas se realizó en periodos de 1, 3, 6, 12, y 24 horas utilizando la máquina de prueba emic (emic co., sao paulo, brasil) con 30 mm / min cruceta velocidad y la carga de la célula de 20 n (emic co) . Fueron utilizados test de kruskal-wallis y de dunn

Resultados:

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las ligas ao y otras marcas de fábrica en todos los periodos de prueba. Apenas se observó una variación significativa en las propiedades mecánicas en las elásticos morelli. Las relaciones entre las cargas en el período de  $T^0$  fueron como sigue: morelli> ao> tp para 3/16 elásticos ( $p = 0,0016$ ), 1/4 elásticos ( $p = 0,0016$ ), y 5/16 elásticos ( $p = . 0087$ ).

Conclusión:

Diferencias significativas en la fuerza se observaron relajación extensión para elásticos de estos fabricantes. Fuerza de relajación durante el período de 24 horas fue ao> morelli> tp de 16.3 elásticos, ao> tp> morelli para cuarto elásticos, y tp> ao> Morelli por 05.16 elásticos. La fuerza de patrón de desintegración mostró una bajada notable de fuerzas durante 0 a 3 horas un ligero aumento en la fuerza de valores a partir de 3 a 6 horas, y una progresiva fuerza de reducción a lo largo de 6 a 24 horas.

#### 4 HIPÓTESIS.

"Dado que los elastómeros extraorales pesados presentan enlaces intermoleculares y anatómicos que les permiten ejercer fuerzas por

tiempos prolongados. Es probable que la fuerza residual del elástico se vea afectada por la longitud en que es activada".





## II.- PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1 Técnica, instrumentos y materiales de verificación.

#### 1.1 Técnica.

##### Precisión de la técnica

Para la obtención de la muestra se seleccionaron 15 elásticos para cada sub grupo, obteniendo un total de 45 elásticos en la marca Ormco y 45 elásticos en la marca Morelli.

##### Esquematzación.

VARIABLE	TECNICA	INSTRUMENTO
Longitud de Estiramiento del elástico extraoral	$X = (\text{longitud inicial}) \times 2$	"Vernier Pie De Rey".
	$Y = (\text{longitud inicial}) \times 3$	
	$Z = (\text{longitud inicial}) \times 4$	
Fuerza	Observación laboratorial	Dinamómetro Phywe

##### Descripción de las técnicas.

##### Procedimiento.

##### Preparación

Para la presente investigación, se formaron 2 grupos: uno constituido por los elásticos extraorales de la marca Morelli y el otro grupo constituido por la marca Ormco. Cada grupo a su vez se sub dividió en 3 sub grupos denominados por las letras "X", "Y" y "Z", cada subgrupo compuesto por 15 unidades de elásticos.

Los elásticos se pre estiraron a una longitud de 26mm por 60 segundos continuo cada uno.

Sobre una tabla de melanina negra de 39 cm x 54 cm x 1.5 cm, se dispuso 90 pines metálicos en tres grupos, 45 pines fueron colocados en fila separados por 7 mm cada uno; los otros 45 pines fueron distribuidos 3 grupos (15 pines por grupo). Los primeros 15 pines se dispusieron al frente de los pines ya colocados a una distancia 26 mm (como lo establece la teoría), el siguiente grupo una distancia de 39 mm (como lo establece el fabricante) y el grupo final se encontró a una distancia de 52 mm (con fines de estudio).

Al otro extremo del bloque se pusieron topes fijos en los que se fijaron el dinamómetro de Phywe evitar errores en la recolección de datos.

### **El dinamómetro de Phywe.**

#### **Función y aplicaciones.**

Balanza de resorte para la determinación cuantitativa de fuerzas.

#### **Equipamiento y datos técnicos<sup>54</sup>.**

- En carcasa plástica sin color con los ojos y la carga del gancho.
- Con cero el ajuste y la protección de sobrecarga.
- Longitud: 110 mm.
- División de escala: 0,05 N y 0,5 N.
- Precisión:  $\pm 0,5\%$ .

### **Instalación de los elásticos.**

Los elásticos fueron colocados en los pines respetando un intervalo de unos 30 segundos.

---

<sup>54</sup> <http://www.phywe-es.com/1005/pid/296/DINAMOMETRO-5N.htm>

Para el pre test se registraron las condiciones ambientales, luego se colocaron los elásticos en cada par de pines con un intervalo de 30 segundos para registrar la fuerza inicial. Para los controles, un extremo de los elásticos se sujetarlo del pin y del otro extremo se estiro la liga con el dinamómetro de Phywe hasta la distancia del grupo al que perteneció ("X", 26mm; "Y" 39mm; "Z" ,52mm). El tiempo estimado por medición será de 30 segundos, controlados por cronometro.

### **Tiempos de medición.**

Para los elásticos Ormco los controles se realizaron en un tiempo programado de 23 minutos treinta segundos. Para los elásticos Morelli se aplica el mismo sistema, con una diferencia cronológica de 30 minutos.

Consideraciones.

En el caso de que el elástico hubiese sufrido algún inconveniente como el romperse durante el estudio, se hubiese considerado como parte de la investigación.

Se corrobora el funcionamiento del dinamómetro de Phywe para cada control.

## **1.2 Instrumento.**

**Instrumento documental:**

**Ficha de observación de laboratorio**

**Instrumentos mecánicos:**

- Tabla de Melanina negra 39cm x 54cm x 1.5cm
- 180 pines metálicos de 2mm de espesor.
- "Vernier Pie De Rey".

- Dinamómetro de Phywe de 5N.
- Papel stiker.
- Computadora Portatil.
- Impresora.
- Útiles de escritorio.
- Taladro.
- Broca para madera de 2 mm.
- Sellador para madera.
- Cámara fotográfica.
- Cronometro.

### 1.3 Materiales.

- Guantes de diagnóstico.
- Barbijos.
- Elástico de ½ ", 12.7mm X 2.00mm, 300g. /11onz, Morelli.  
Código 60.01.211 F.V. 07-2017
- Elástico de ½ "12.7 mm. X 2.00mm 400gr./ 14onz, Ormco.  
Código 634-0142 F.V. 04-2016.

## 2 Campo de verificación.

### 2.1 Ámbito espacial.

#### Ámbito general.

La investigación se realizó en la ciudad de Arequipa.

#### Ámbito Específico.

La investigación se realizó en el ámbito general de Arequipa Urbana y en el ámbito específico de laboratorio de Biofísica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, ubicado en la calle Samuel Velarde s/n. Umacollo en el distrito de Arequipa.

## 2.2 Ubicación temporal.

La investigación se realizó entre los septiembre del 2015, por lo que se trata de una investigación actual ya que la variable fue determinada en un determinado periodo.

La investigación asume un corte temporal longitudinal ya que se ha realizado un proceso de seguimiento que consta de 15 controles: 1, 2, 4, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 156, 168 horas.

## 2.3 Unidades de estudio.

Se optó por la alternativa de grupos y sub grupos, ya que se trata de una investigación comparativa, que tiene por objetivo comparar los subgrupos de los grupos formados.

### Identificación de los grupos y subgrupos.

Se estableció dos grupos experimentales cada uno con 3 subgrupos.

El GE<sub>1</sub> está conformado por los elásticos extraorales Ormco.

El GE<sub>2</sub> está conformado por los elásticos extraorales Morelli.

### Asignación de unidades de estudio a cada grupo.

La distribución de estudio es en número de 15 unidades por sub-grupo, haciendo 45 unidades por grupo de estudio, para cada grupo se realizó un método no probabilístico, desde el hecho que se utilizó diferentes marcas de elásticos ya estamos frente a una preselección de grupos; por lo que la designación del grupo experimental se dio al azar como proceso probabilístico.

Numero de réplicas.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 * p * q}{E^2}$$

Dónde:

- $Z\alpha$  = Nivel de confianza o seguridad
- $p$  = Proporción esperada
- $q = 1-p$
- $E$  = Error de estimación

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.84 * 0.16}{0.185^2} = 15$$

El número de réplicas se basa en un examen de la hipótesis sobre las diferencias entre las medias de los grupos en tratamientos. Este número de réplicas ( $r$ ) está influenciado por cuatro factores que se requieren para los cálculos: La varianza ( $\sigma^2$ ), la diferencias de las medias ( $\delta$ ), el nivel de significancia ( $\alpha$ ) y la potencia de prueba ( $1-\beta$ ).

#### **Control de la Población.**

#### **Criterios de Inclusión.**

#### **Criterios para igualar los grupos.**

Igualación cuantitativa.

#### **Criterios incluyentes:**

Los elásticos que se emplearon para la investigación fueron íntegros, no manipulados.

#### **Criterios excluyentes.**

No se consideraron para el siguiente estudio elásticos que no coincidan con las características mencionadas (elásticos rotos, fisurados, deformados, o con presencia de lumen o bordes no definidos).

### 3 Estrategia de recolección de datos.

#### Organización.

Antes de la aplicación del instrumento se coordinó ciertas acciones previas:

- Se verificó que cumplan con los criterios de inclusión.
- Se pre estiraron los elásticos durante 60 segundos.
- Se Anotaron los resultados obtenidos.
- Se ordenó y analizó los datos.

#### Recursos

##### Recursos humanos:

**Investigador** : Manuel Teobaldo Valdivia Della-Grecca

**Asesor** : Mg. Ramiro Rojas

##### Recursos físicos:

- Laptop.
- Tablas de melanina preparadas.
- Dinamómetro de Phywe de 5N.
- Cronometro.

##### Recursos institucionales:

Laboratorio de biofísica de la Universidad Católica de Santa María.

##### Recursos económicos.

Autofinanciados por el investigador.

### 4 Validación del instrumento.

Tipo de Prueba: Aleatoria.

Prueba Piloto: 10 elásticos extraorales.

Recolección Piloto: Aplicación de los instrumentos a la prueba piloto.

#### **4.1 Estrategia para manejar resultados:**

**Plan de procesamientos de datos.**

**Tipo de procesamiento.**

Manual y Computarizada.

**Operaciones de procesamiento.**

**Clasificación de datos:**

Una vez aplicados los instrumentos, la información obtenida se clasificó mediante una matriz de datos de acuerdo a las variables de estudio.

**Recuento.**

Se utilizó cálculos estadísticos.

**Plan de tabulación.**

Se usaron cuadros numéricos generalmente de doble entrada.

**Graficación.**

Se utilizaron gráficos de barras y gráficos lineales

#### **4.2 Plan de análisis de datos.**

**Metodología para interpretar las tablas.**

Se apeló a:

- La jerarquización de datos
- Comparación de datos entre sí.
- Una apreciación crítica.

**Modalidades interpretativas.**

Se tomó la interpretación siguiente a cada cuadro una discusión.

**Niveles de interpretación.**

Se apeló a la descripción de los datos.

**Operación para la interpretación de cuadros.**

Para el estudio de la información se optó por la síntesis, inducción y deducción.

**Tratamiento estadístico.**

VARIABLES	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	PRUEBA ESTADÍSTICA
Longitud de Estiramiento del elástico extraoral	Cuantitativo	Nominal	T de Student
Fuerza			varianza
Tiempo de activación			Tukey



### III.- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

TABLA N<sup>o</sup>. 1

#### FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES MORELLI "X" EN LA DOBLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO

Tiempo (horas)	Morelli "X"				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
0	15	1,4	2,0	1,57	0,14
1	15	1,4	2,0	1,57	0,18
12	15	1,0	2,0	1,51	0,21
24	15	1,4	1,8	1,59	0,13
48	15	1,2	1,7	1,44	0,11
72	15	1,3	1,7	1,48	0,13
96	15	1,4	1,7	1,49	0,11
120	15	1,0	2,0	1,38	0,16
168	15	1,2	1,6	1,41	0,08

Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N<sup>o</sup>. 1, muestra el resumen estadístico para fuerza de resistencia de los elásticos extraorales Morelli "X" según el tiempo en la que a medida que se incrementa el tiempo la fuerza de resistencia tiende a disminuir.

También se puede apreciar que durante la primera hora los elásticos Morelli no presentan pérdida de fuerza, pasadas las 24 horas de activación se ve un incremento del 1.27% de su fuerza inicial, mostrando su mayor pérdida de fuerza durante la semana de estudio a las 120 horas con un 87.9% de fuerza residual.

### GRÁFICO Nº. 1

#### FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES MORELLI "X" EN LA DOBLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO

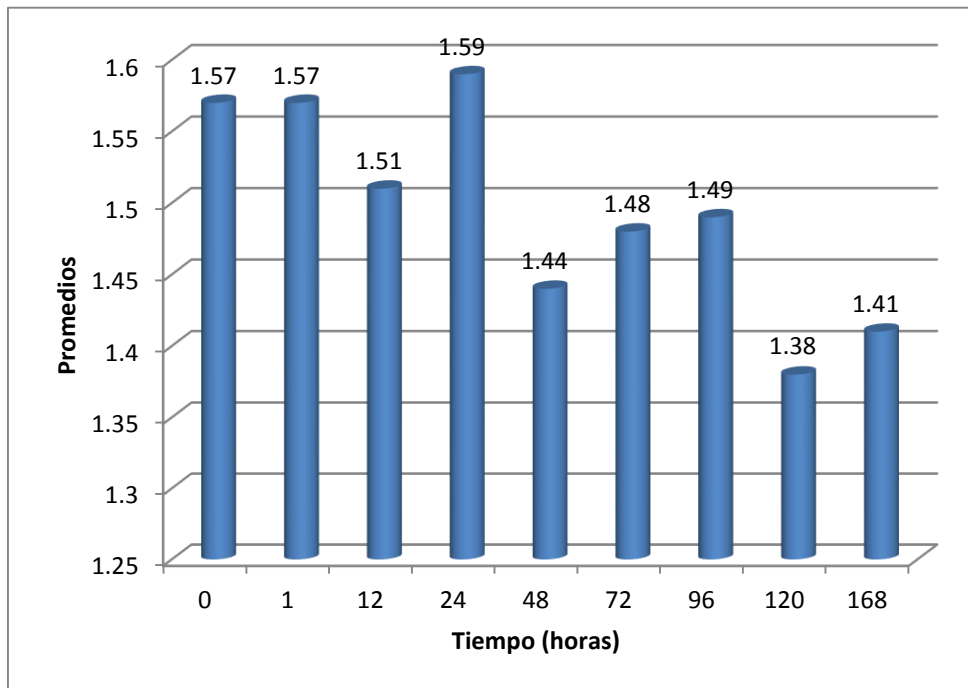


TABLA N.º. 2

**FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES MORELLI  
"Y" EN LA TRIPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Tiempo (horas)	Morelli "Y"				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
0	15	2,9	3,3	3,03	0,12
1	15	2,8	3,0	2,93	0,08
12	15	3,0	3,0	2,74	0,11
24	15	2,6	2,9	2,79	0,10
48	15	2,4	2,9	2,61	0,13
72	15	2,5	2,90	2,67	0,12
96	15	2,3	2,9	2,58	0,18
120	15	2,0	3,0	2,49	0,11
168	15	2,4	2,8	2,54	0,11

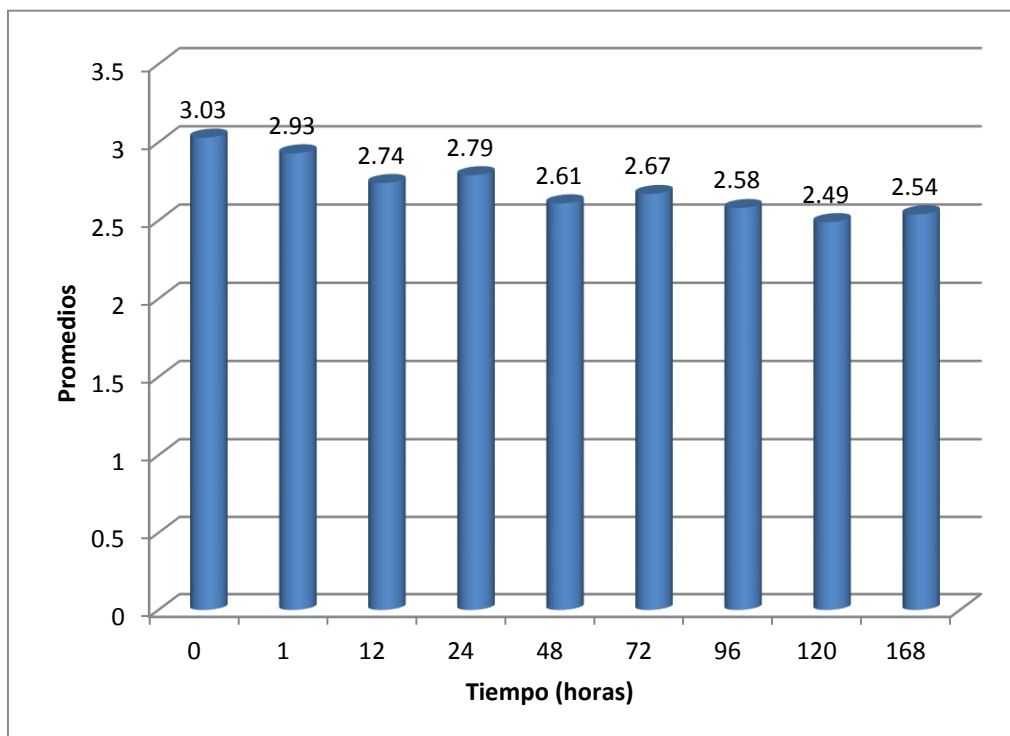
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N.º. 2, muestra el resumen estadístico para fuerza de resistencia de los elásticos extraorales Morelli "Y" según el tiempo en la que a medida que se incrementa el tiempo la fuerza de resistencia tiende a disminuir.

Pasada la primera hora se puede apreciar una pérdida del 3.03% de fuerza, también se puede apreciar que los elásticos tienden a recuperar parte de su fuerza durante ciertas horas, siendo su valor mínimo a las 120 horas con una pérdida del 17.82%.

## GRÁFICO Nº. 2

### FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES MORELLI "Y" EN LA TRIPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA N<sup>o</sup>. 3**

**FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES MORELLI  
"Z" EN LA CUADRUPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Tiempo (horas)	Morelli "Z"				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
0	15	3,7	4,9	4,07	0,28
1	15	3,3	3,9	3,52	0,13
12	15	3,0	4,0	3,48	0,18
24	15	3,2	3,6	3,40	0,14
48	15	3,2	3,8	3,43	0,18
72	15	3,20	3,60	3,39	0,13
96	15	3,1	3,6	3,34	0,14
120	15	3,0	4,0	3,22	0,19
168	15	3,0	3,4	3,20	0,13

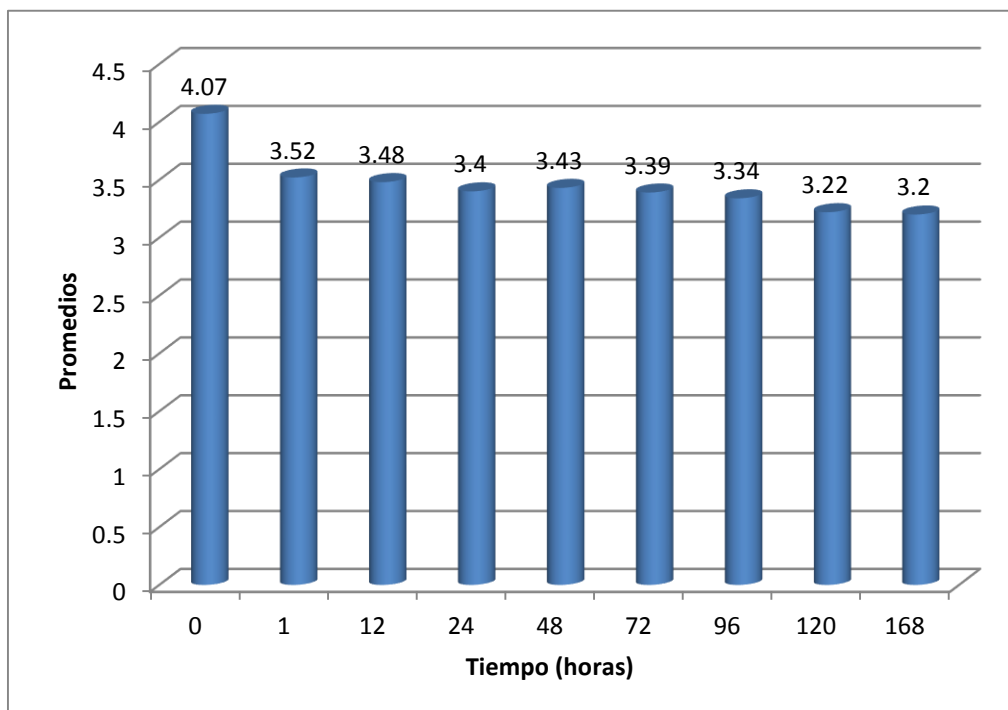
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N<sup>o</sup>. 3, muestra el resumen estadístico para fuerza de resistencia de los elásticos extraorales Morelli "Z" según el tiempo en la que a medida que se incrementa el tiempo la fuerza de resistencia tiende a disminuir.

Transcurrida la primera hora de activación se puede apreciar una pérdida del 13.51% de fuerza inicial, con una predisposición a perder fuerza con el transcurrir del tiempo.

### GRÁFICO Nº. 3

#### FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES MORELLI "Z" EN LA CUADRUPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA N<sup>o</sup>. 4**

**COMPARACION DE LA FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES MORELLI "X","Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO**

Elástico		0h	1h	12h	24h	48h	72h	96h	120h	168h
"X"	Media	1,57a	1,57a	1,51a	1,59a	1,44a	1,48a	1,49a	1,38a	1,41a
	D.S.	0,14	0,18	0,21	0,13	0,11	0,13	0,11	0,16	0,08
"Y"	Media	3,03b	2,93b	2,74b	2,79b	2,61b	2,67b	2,58b	2,49b	2,54b
	D.S.	0,12	0,08	0,11	0,10	0,13	0,12	0,18	0,11	0,11
"Z"	Media	4,07c	3,52c	3,48c	3,40c	3,43c	3,39c	3,34c	3,22c	3,20c
	D.S.	0,28	0,13	0,18	0,14	0,18	0,13	0,14	0,19	0,13
F										1020.9
		623.34	817.15	502.16	767.62	736.17	898.93	628.44	529.17	2
Sig.		P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05

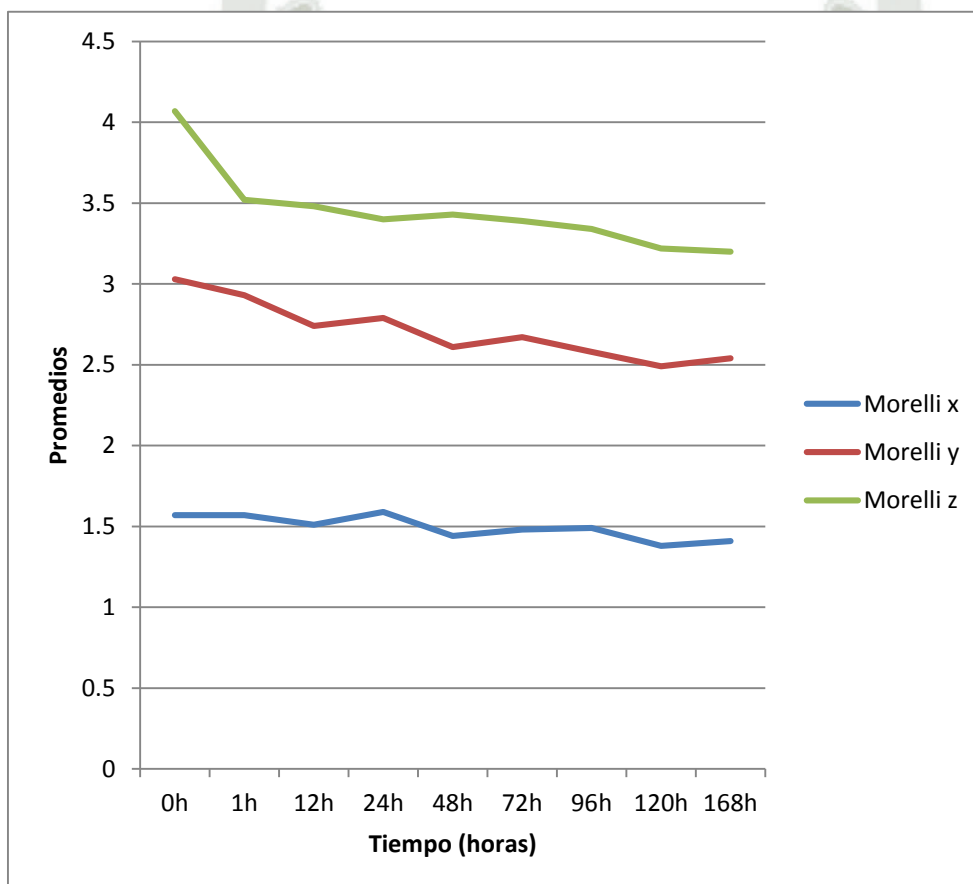
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N<sup>o</sup>. 4, según el análisis de la varianza de un factor de variabilidad muestra que la fuerza de resistencia en los tres elásticos ("X","Y","Z") Morelli en los tiempos de resistencia presento diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Al comparar las ligas Morelli en las diferentes longitudes se puede apreciar, que mientras mayor sea la longitud en que es estirado el elástico su pendiente de pérdida de fuerza es mayor, siendo su capacidad de recuperar fuerza menor.

GRÁFICO Nº. 4

COMPARACION DE LA FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES MORELLI "X", "Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO



**TABLA N°. 5**

**FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES ORMCO  
"X" EN LA DOBLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Tiempo (horas)	Ormco "X"				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
0	15	2,6	3,0	2,89	0,11
1	15	2,0	2,6	2,32	0,20
12	15	2,0	3,0	2,26	0,26
24	15	2,0	2,7	2,26	0,23
48	15	1,7	2,5	2,06	0,29
72	15	1,60	2,50	2,14	0,28
96	15	1,8	2,9	2,22	0,31
120	15	2,0	3,0	2,07	0,23
168	15	1,7	2,4	1,99	0,25

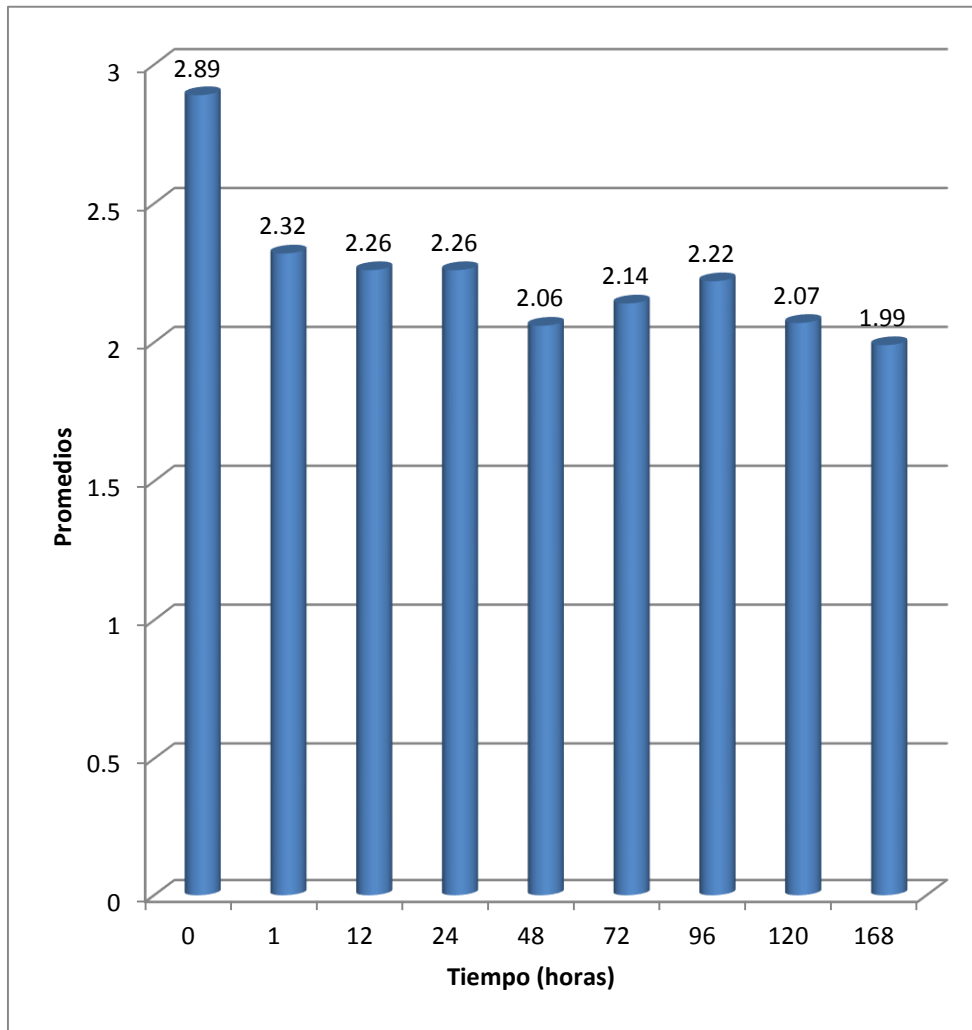
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N°. 5, muestra el resumen estadístico para fuerza de resistencia del elástico extraorales Ormco "X" según el tiempo en la que a medida que se incrementa el tiempo la fuerza de resistencia tiende a disminuir.

Transcurrida la primera hora de activación se puede apreciar una pérdida del 19.72% de fuerza inicial, mostrando su mayor pérdida de fuerza durante la semana de estudio a las 168 horas con una pérdida del 30.86% de fuerza.

GRÁFICO Nº. 5

FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES ORMCO  
"X" EN LA DOBLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA N°. 6**

**FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES ORMCO  
"Y" EN LA TRIPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Tiempo (horas)	Ormco "Y"				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
0	15	3,9	4,2	4,03	0,07
1	15	3,9	4,7	4,24	0,24
12	15	4,0	5,0	4,09	0,32
24	15	3,7	4,5	4,09	0,27
48	15	3,6	4,5	3,93	0,27
72	15	3,25	4,30	3,86	0,34
96	15	3,4	4,4	3,94	0,33
120	15	3,0	4,0	3,61	0,31
168	15	3,2	4,0	3,72	0,29

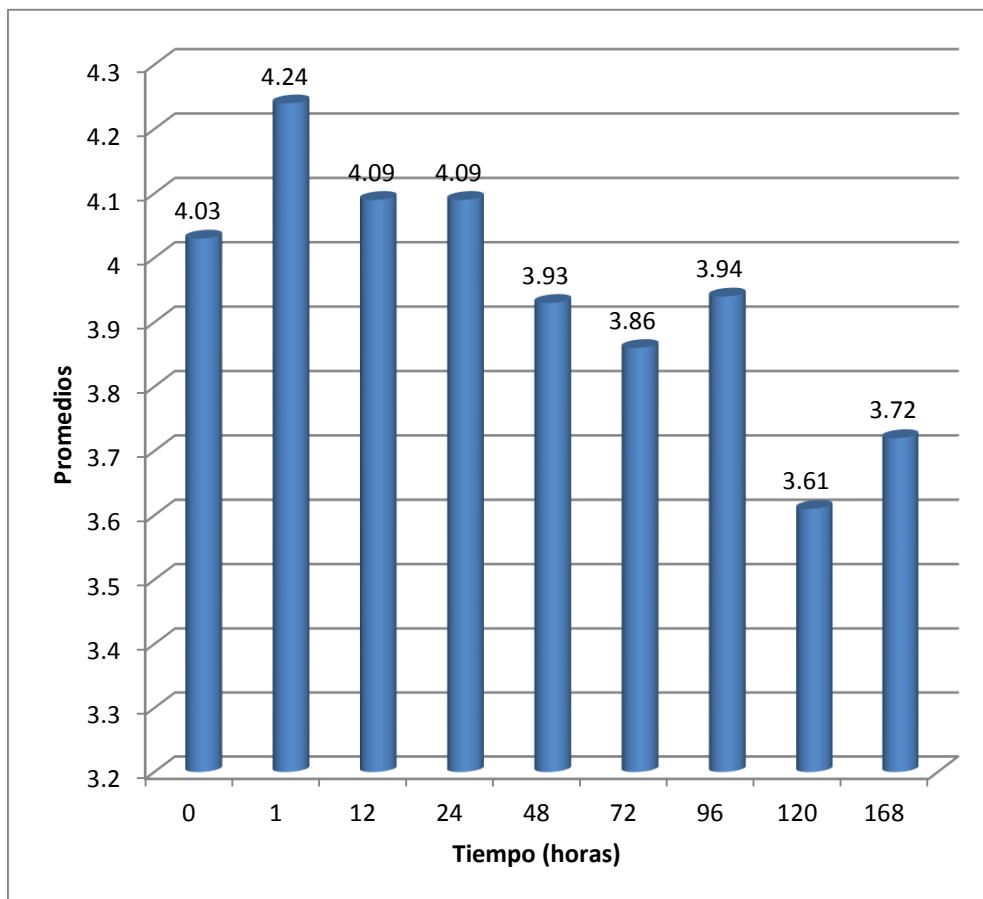
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N°. 6, muestra el resumen estadístico para fuerza de resistencia del elástico extraorales Ormco "Y" según el tiempo en la que a medida que se incrementa el tiempo la fuerza de resistencia tiende a disminuir.

Se puede apreciar un incremento del 5.21% de su fuerza inicial que durante la primera hora en los elásticos Ormco, mostrando una fuerza constante del 98.51% durante las siguientes 24 horas, siendo su mayor pérdida de fuerza durante la semana de estudio a las 120 horas con una degradación de fuerza del 10.42% de fuerza residual.

### GRÁFICO Nº.6

#### FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES ORMCO "Y" EN LA TRIPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA N°. 7**

**FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES ORMCO  
"Z" EN LA CUÁDRUPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Tiempo (horas)	Ormco "Z"				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
0	15	5,0	5,3	5,24	0,12
1	15	5,0	5,3	5,22	0,13
12	15	5	5	5,15	0,18
24	15	4,8	5,3	5,13	0,21
48	15	4,8	5,3	5,12	0,22
72	15	4,60	5,30	5,05	0,24
96	15	4,6	5,3	5,08	0,26
120	15	4	5	4,76	0,43
168	15	4,2	5,3	4,83	0,36

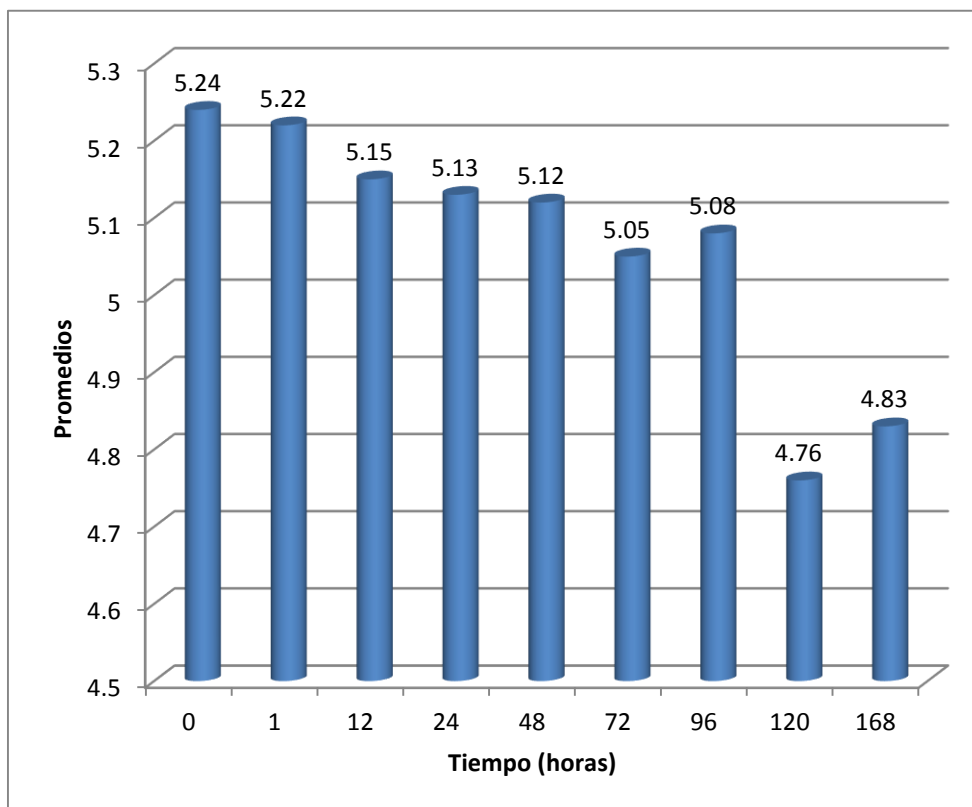
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N°. 7, muestra el resumen estadístico para fuerza de resistencia de la elástico extraorales Ormco "Z" según el tiempo en la que a medida que se incrementa el tiempo la fuerza de resistencia tiende a disminuir.

Durante la primera hora se parecía una pérdida del 0.38%, posteriormente una pérdida constante no mayor del 1% por día, hasta las 96 horas donde el elástico llega a fatigarse mostrándonos de una 3.05% de perdida a un 9.16% de perdida a las 120 horas.

### GRÁFICO Nº.7

#### FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES ORMCO "Z" EN LA CUÁDRUPLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA N° 8**

**COMPARACION DE LA FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES ORCO "X", "Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Elastico		0h	1h	12h	24h	48h	72h	96h	120h	168h
Ormco	Media	2,89	2,32	2,26	2,26	2,06	2,14	2,22	2,07	1,99
"X"	D.S.	0,11	0,20	0,26	0,23	0,29	0,28	0,31	0,23	0,25
Ormco	Media	4,03	4,24	4,09	4,09	3,93	3,86	3,94	3,61	3,72
"Y"	D.S.	0,07	0,24	0,32	0,27	0,27	0,34	0,33	0,31	0,29
Ormco	Media	5,24	5,22	5,15	5,13	5,12	5,05	5,08	4,76	4,83
"Z"	D.S.	0,12	0,13	0,18	0,21	0,22	0,24	0,26	0,43	0,36
F		1928,88	852,02	471,15	546,76	521,86	380,50	342,83	245,99	327,42
Sig.		P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05

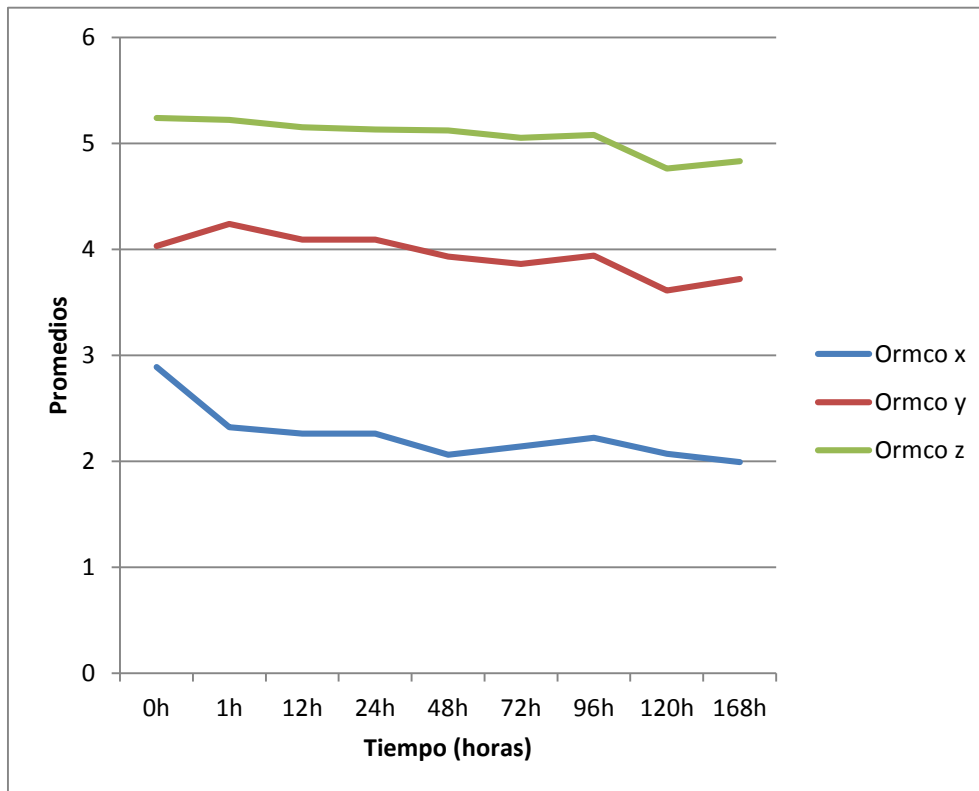
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N°. 8, según el análisis de la varianza de un factor de variabilidad muestra que la fuerza de resistencia en los tres sub grupos ("X", "Y", "Z") Ormco en los tiempos de resistencia presento diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

Al comparar los elásticos Ormco en sus diferentes longitudes de activación se puede apreciar, que; mientras mayor sea la longitud en que es estirado el elástico su pendiente de pérdida de fuerza es menor hasta las 96 horas, siendo su capacidad de recuperar fuerza menor pasadas las 120 horas.

GRÁFICO Nº.8

COMPARACION DE LA FUERZA DE RESISTENCIA DE LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES ORCO "X", "Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA N°. 9**

**PORCENTAJE DE LA PÉRDIDA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES  
MORELLI "X"," Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Elasticos	Promedio	Significancia
Morelli "X"	9,45	a
Morelli "Y"	16,24	b
Morelli "Z"	20,89	b
Fo=12.02    Ft=3.23    P<0.05		

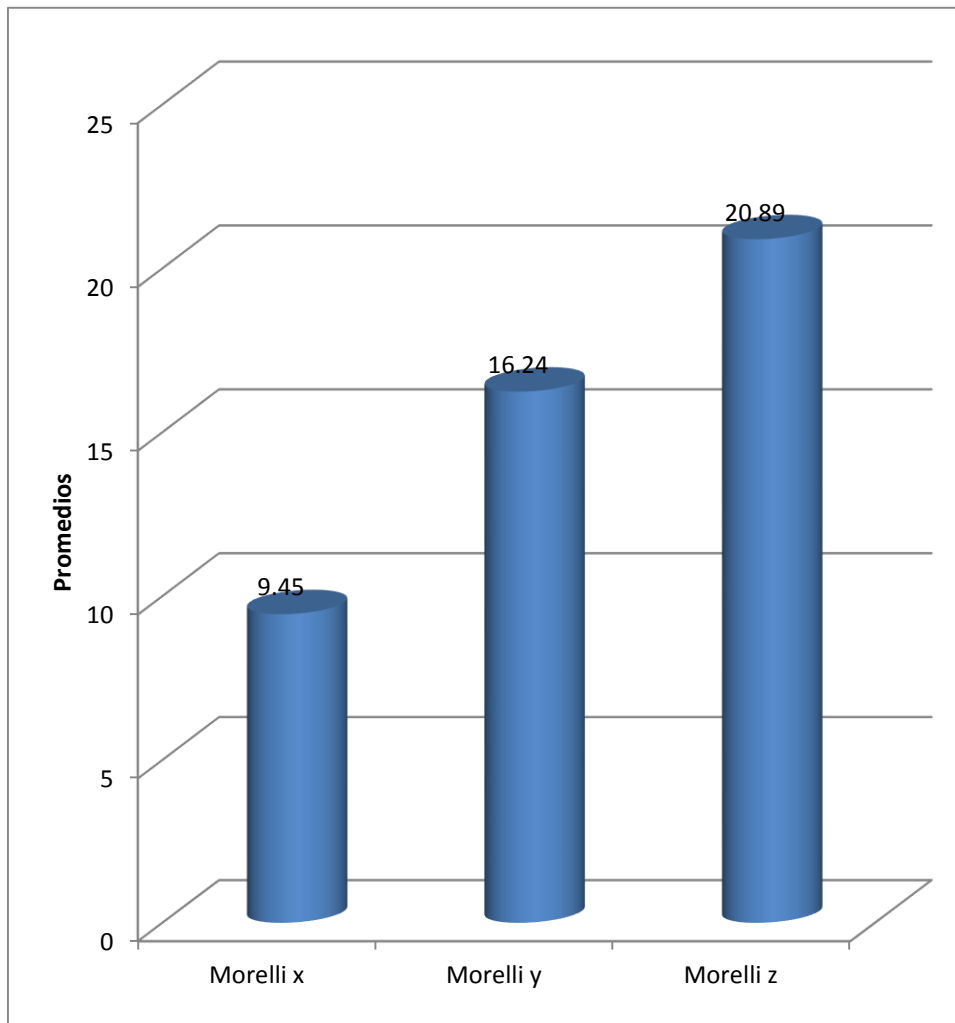
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N°. 9, según el análisis de la varianza de un factor de variabilidad (Fo=12.02) se muestra que el porcentaje de la pérdida de la elástico Morelli "X", "Y" y "Z" presento diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo la prueba de Tukey muestra que el porcentaje de pérdida de la elástico Morelli "X" difiere significativamente de los elásticos Morelli "Y" y "Z".

GRÁFICO Nº.9

**PORCENTAJE DE LA PÉRDIDA DE LOS ELÁSTICOS EXTRAORALES  
MORELLI "X", "Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**



**TABLA N<sup>o</sup>. 10**

**PORCENTAJE DE LA PÉRDIDA DE LOS ELASTICOS EXTRAORALES  
ORMCO "X", "Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**

Elasticos	Promedio	Significancia
Ormco "X"	7,82	a
Ormco "Y"	7,90	a
Ormco "Z"	30,86	b
Fo=48.47    Ft=3.23    P<0.05		

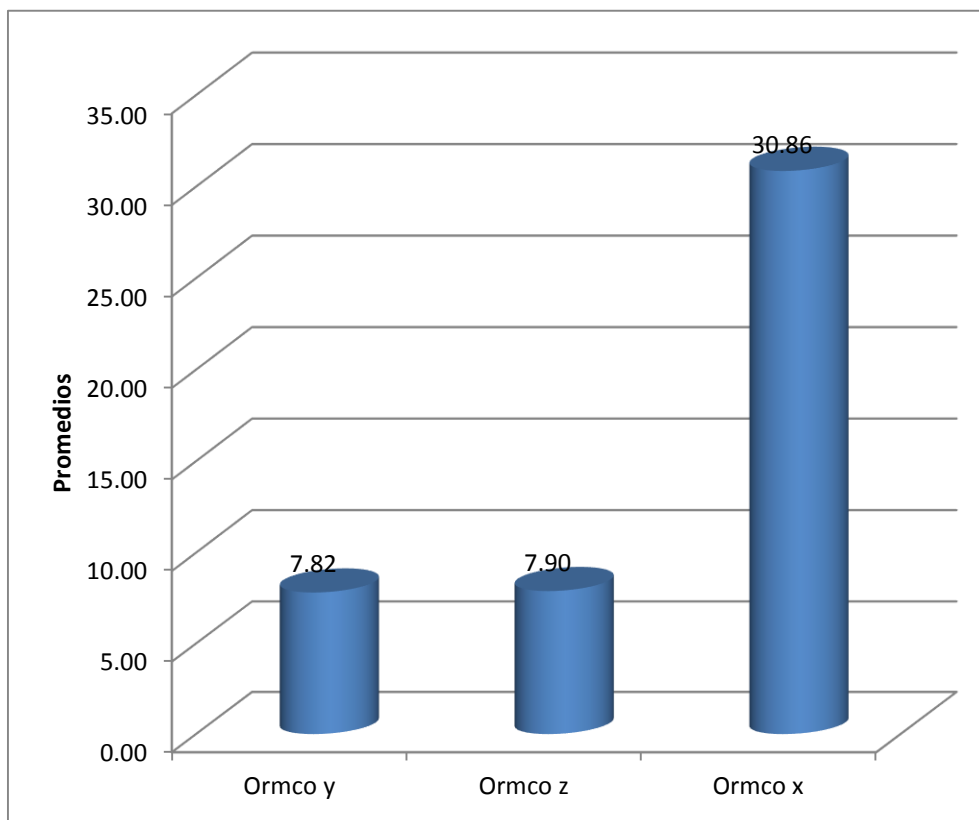
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N<sup>o</sup>. 9, según el análisis de la varianza de un factor de variabilidad (Fo=12.02) se muestra que el porcentaje de la pérdida de los elásticos Ormco "X", "Y" y "Z" presento diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo la prueba de Tukey muestra que el porcentaje de pérdida de los elástico Ormco "Y" y "Z" difiere significativamente de los elásticos Ormco "X".

GRÁFICO Nº.10

**PORCENTAJE DE LA PÉRDIDA DE LOS ELASTICOS EXTRAORALES  
ORMCO "X", "Y" y "Z" EN LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO**



**TABLA Nº. 11**

**COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN LOS ELÁSTICO  
EXTRAORALES MORELLI Y ORMCO EN LA DOBLE LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO**

Estadísticos	ELASTICOS	
	Morelli "X"	Ormco "X"
Media	9,45	30,86
D.S.	8,04	9,10
Mínimo	0,00	14,29
Máximo	29,41	43,33
N	15	15

t= 6.83      P<0.05

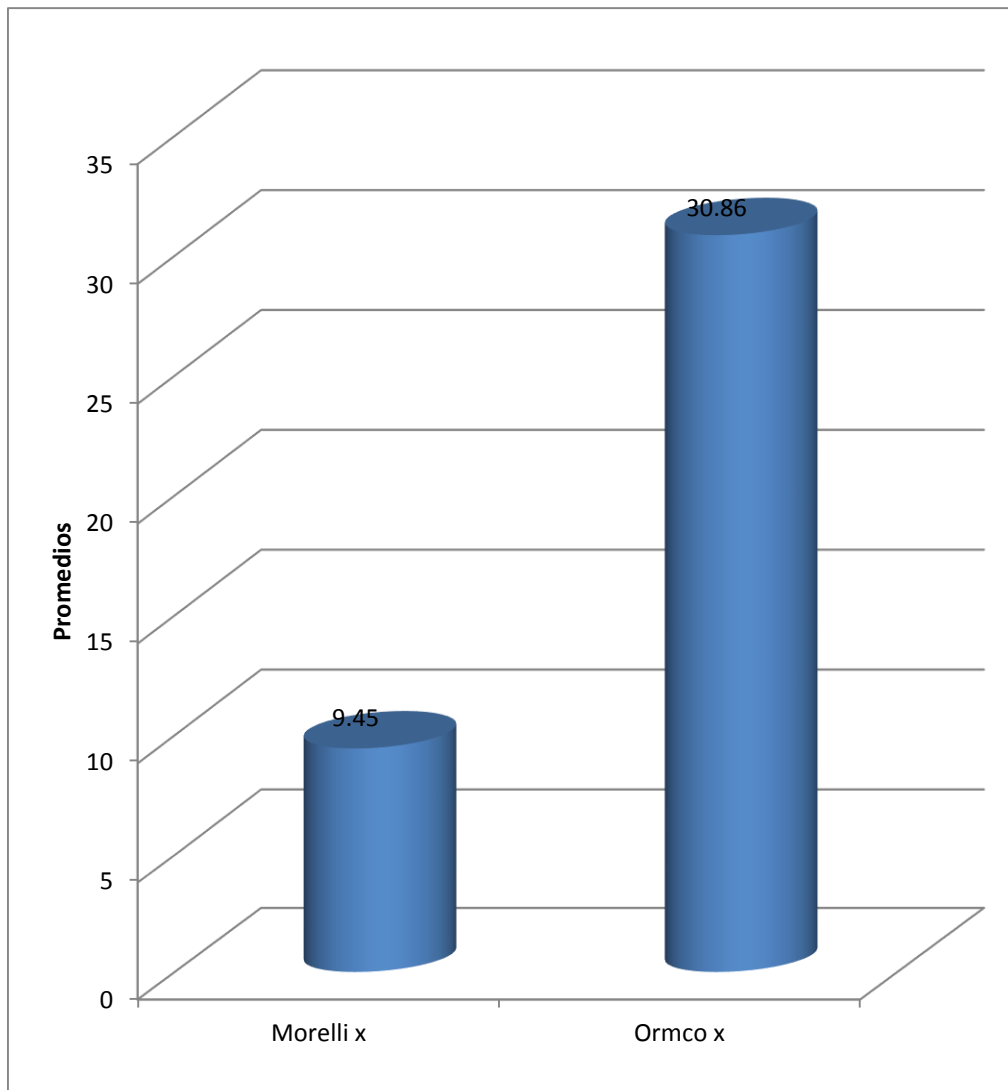
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla Nº. 14, según la prueba de T student para muestras independientes (t= 6.83) muestra que el porcentaje de perdida en los elásticos extraoral Morelli uy Ormco en la doble longitud de estiramiento presento diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo se muestra que el promedio del porcentaje de perdida en el elástico Morelli fue de 9.45 frente al elástico Ormco con un 30.86.

### GRÁFICO N°11

#### COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN LOS ELÁSTICO EXTRAORALES MORELLI Y ORMCO EN LA DOBLE LONGITUD DE ESTIRAMIENTO



**TABLA Nº. 12**

**COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES MORELLI Y ORMCO EN LA TRIPLE LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO**

Estadísticos	ELASTICOS	
	Morelli "Y"	Ormco "Y"
Media	16,24	7,82
Desv. típ.	4,72	6,33
Mínimo	9,68	1,23
Máximo	24,14	20,00
N	15	15

t= 4.13      P<0.05

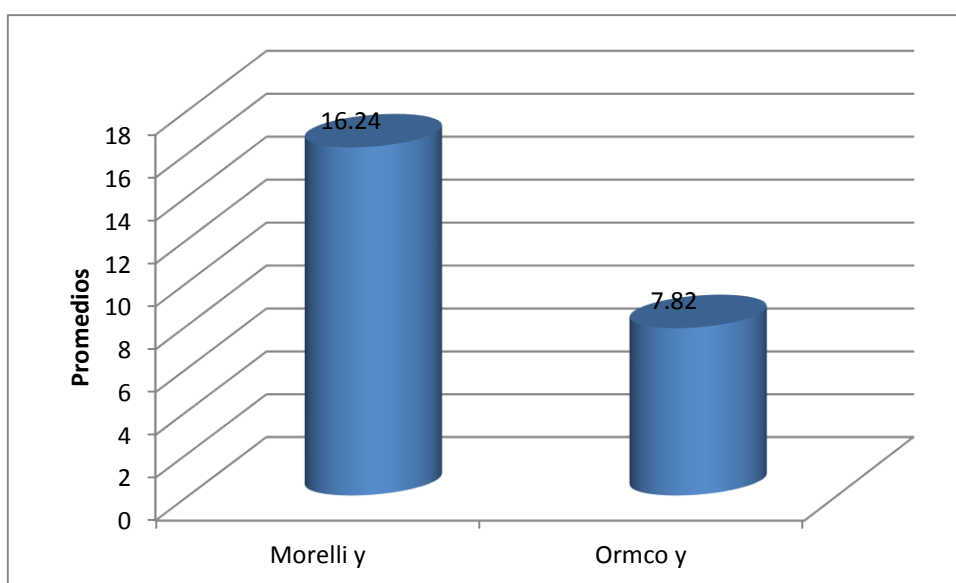
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla Nº. 15, según la prueba de t student para muestras independientes (t= 4.13) muestra que el porcentaje de perdida en los elástico extraoral Morelli y Ormco en la triple longitud de estiramiento presento diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo se muestra que el promedio del porcentaje de perdida en el elástico Morelli fue de 16.24 frente al elástico Ormco con un 7.82.

GRÁFICO Nº.12

COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES MORELLI Y ORMCO EN LA TRIPLE LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO



**TABLA N°. 13**

**COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES MORELLI Y ORMCO EN LA CUADRUPLE LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO**

Estadísticos	ELASTICOS	
	Morelli "Z"	Ormco "Z"
Media	20,89	7,90
Desv. típ.	6,08	6,39
Mínimo	14,86	-2,00
Máximo	38,78	16,98
N	15	15

t= 5.71      P<0.05

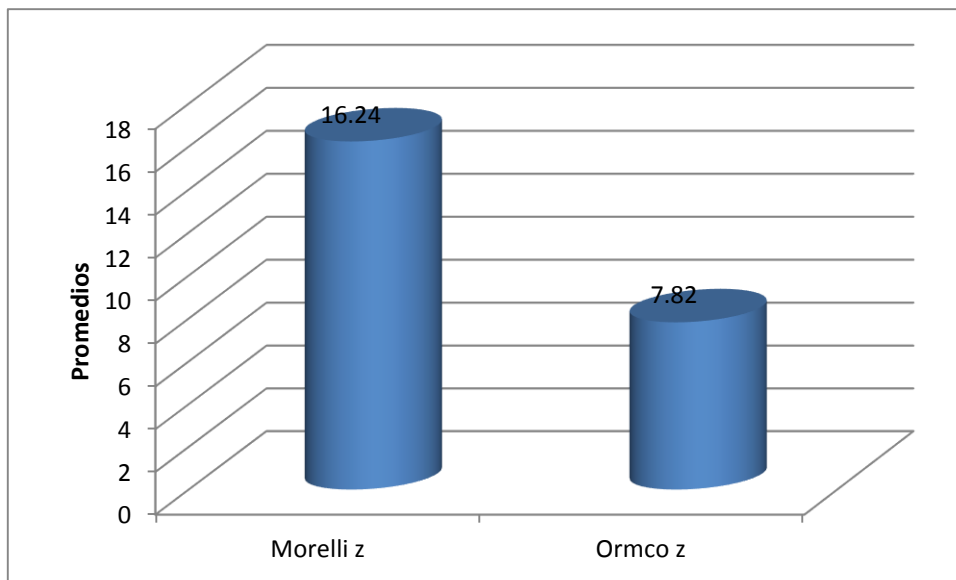
Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

La tabla N°. 16, según la prueba de T student para muestras independientes (t= 5.71) muestra que el porcentaje de perdida en el elástico extraoral Morelli y Ormco en la cuádruple longitud de estiramiento presento diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo se muestra que el promedio del porcentaje de perdida en el elástico Morelli fue de 20.89 frente al elástico Ormco con un 7.90.

GRÁFICO Nº.13

COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN LOS ELÁSTICOS  
EXTRAORALES MORELLI Y ORMCO EN LA CUADRUPLE LONGITUD DE  
ESTIRAMIENTO



## DISCUSIÓN

El correcto uso de los elásticos en ortodoncia determina el éxito del tratamiento en un tiempo idóneo y sin efectos colaterales no deseados. Son más de 50 años, en que la odontología ha hecho uso de los elásticos, sin embargo aún se realizan estudios sobre sus propiedades físico químicas, para lograr uso óptimo de su fuerza en el momento ideal.

En los años 70', Andreasen recomendaba el uso de un 40% más de la fuerza deseada dado que por las investigaciones hechas los elásticos perdían en el primer día de trabajo terminaban con un 75% de su fuerza inicial. Por otro lado Brooks a mediados de la misma década nos indica que el pre estiramiento de los elásticos nos permite conservar de un 15% a 20 % más la fuerza en comparación a un elástico que no ha sido pre estirado, permitiendo conservar un 10% de fuerza por un periodo de 4 semanas. Stevenson en el 94 coincidió en que al pre estirar los elásticos durante un minuto en un 50% permitía acelerar la caída de fuerza antes de la activación lo que nos daría una fuerza constante solo con los fines requeridos, reduciendo molestias al paciente.

Muchos estudios han evaluado los factores que afectan la degradación de fuerza de los elastómeros, como: el tiempo y el medio en que se encuentran dando como resultado común una pérdida del 25% en la primera de uso en medio húmedo; como se mencionó ya, el pre estiramiento y la velocidad en que la liga es activada la liga; el pH del medio en que se encuentra el elastómero coincidiendo Stevenson(1994), Kersey(2003), Sauget(2011)) que no había una correlación clínica significativa entre el pH y la pérdida de fuerza.<sup>55,56,57</sup>

---

<sup>55</sup> Sauget P, Stewart K, Katona T. The effect of pH levels on non latex vs latex interarch elastics. *Angle Orthodontist*. 2011; 81(6): 1070-1074.

<sup>56</sup> Kersey M, Glover K, Heo G, Raboud D, Major P. A comparison of dynamic and testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *Angle Orthodontist*. 2003; 73(2): 181-186.

Fernández (2011) en un estudio que realizó sobre la pérdida de fuerza de los elásticos con látex, observó que primero los elásticos sufrían una notable caída de la fuerza en las 3 primeras horas, luego se observa un ligero incremento en los valores de fuerza entre las 3 y 6 horas y después una reducción progresiva de la fuerza entre 6 y 24 horas considerando que el paradójico incremento de los valores de fuerza entre las 3 y 6 horas podría ser explicado por el endurecimiento transitorio que experimentan el material y que se necesita más investigaciones que ayuden a determinar las causas de este contradictorio incremento de fuerza<sup>58</sup>.

Sin embargo no se reportan estudios sobre la longitud en que son activados para su uso, dado que cada paciente presenta medidas antropométricas que los hace únicos, muchas veces el especialista no puede activar los elásticos a las longitudes indicadas por la literatura o por el fabricante, sobre pasando en la mayoría de casos las longitudes recomendadas.

El presente estudio busca identificar si la pérdida de su fuerza se ve afectada por su longitud de activación. Por lo que el análisis de la varianza para Ormco nos señala ( $F_{0}=12.02$ ) que el porcentaje de la pérdida de los elásticos Ormco "X" = 30.86%, Ormco "Y" = 7.82% y Ormco "Z" = 7.9% incluso para ser un estudio fuera de las condiciones de medio oral presento diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) hasta las 168 horas de estudio. De igual forma para Morelli según el análisis de la varianza de un factor de variabilidad ( $F_{0}=12.02$ ) se muestra que el porcentaje de la pérdida de la elástico: Morelli "X" = 9.45%, Morelli "Y" = 7.9% y Morelli "Z" = 20.89% presento diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

---

<sup>57</sup>TVESTA O. BOUSQUET. MENESES, WILLIAMS F. Comportamiento de dos cadenas elastoméricas ortodóncicas en relación al tiempo de uso. [ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art16.asp](http://ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art16.asp) 2000

<sup>58</sup> Fernández D, Fernandes G, Artese F, Elias C, Mendes A. Force extension relaxation of medium orthodontic latex elastics. *Angle Orthodontis*. 2011; 81(5): 812-819

## CONCLUSIONES

### 1 PRIMERA

La fuerza residual de los elásticos extraorales se ve afectada significativamente por la longitud en que son activados.

### 2 SEGUNDO

Los elásticos de la marca Ormco, que fueron activados al doble de su lumen, son los que presentan mayor pérdida de fuerza, por otro lado los elásticos que fueron activados 3 veces su longitud inicial son los que presentaron menor pérdida de fuerza porcentual.

Habiendo diferencia estadística significativa sobre la pérdida de fuerza de los elásticos que formaron parte del subgrupo "X" frente a los elásticos de los subgrupos "Y" y "Z". Siendo estadísticamente no significativa la pérdida de fuerza de los elásticos pertenecientes a los subgrupos "Y" y "Z".

### 3 TERCERO

- Los elásticos de la marca Morelli, que fueron activados al doble de su lumen, son los que presentan menor pérdida de fuerza, por otro lado los elásticos que fueron activados al cuádruple de su longitud inicial son los que presentaron mayor pérdida de fuerza.
- Los elásticos del subgrupo "X" difiere significativamente a los elásticos de los subgrupos "Y" y "Z". Siendo estadísticamente igual la pérdida de fuerza de los elásticos pertenecientes a los subgrupos "Y" y "Z".

#### 4 CUARTO

La pérdida de fuerza porcentual observada durante las 168 h en los elásticos activados en las diferentes longitudes fue:

- Al doble de su lumen, para la marca Morelli fue de 9.45% mientras que la marca Ormco presentó una mayor pérdida porcentual del 30.86%.
- Así mismo los elásticos activados al triple de su lumen presentaron: en la marca Morelli una pérdida del 16.24% mientras que los elásticos Ormco presentaron menor pérdida de fuerza dando como valor 7.82%.
- Finalmente los elásticos que fueron sometidos a una activación cuatro veces mayor a su longitud inicial presentaron una pérdida: para la marca Morelli del 20.89% por otro lado la marca Ormco mantiene su bajo porcentaje de pérdida con un 7.9%.

#### 5 QUINTO

La degradación de la fuerza de los elásticos, no es una gradiente constante dado que pasado un periodo en el que la fatiga del elástico sucede, permitiendo al elástico recuperar cierto porcentaje de su fuerza por cortos periodos, siempre con la tendencia a perder su fuerza. Por lo que los elásticos de ambas marcas demostraron que la longitud en que son activados influye directamente en la fuerza que ejerce, lo que determinará los resultados

## RECOMENDACIONES

### 1 PRIMERA:

Desarrollar investigaciones donde se utilicen como unidades de estudio, elásticos intraorales de diferentes marcas comerciales, en ambientes que simulen un medio oral.

### 2 SEGUNDA:

Se invita a desarrollar investigaciones donde se utilicen como unidades de estudio, elásticos extraorales donde un extremo del elástico se vea afectado por un ambiente que simule el medio oral y el otro extremo simule un ambiente seco.

### 3 TERCERA:

Se sugiere considerar los resultados del presente estudio para el recambio y uso de elásticos extraorales en la práctica clínica.

### 4 CUARTA:

Se recomienda considerar la longitud de activación de los elásticos según las características morfológicas del paciente.

### 5 QUINTA:

Se sugiere tener en cuenta la longitud de activación recambio de elásticos según el progreso del paciente, para la incursión de tratamientos personalizados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Craig Robert G. Materiales Dentales. Editorial Mosby San Luis. 1989.
2. Cova Natera, José Luis. Biomateriales Dentales. Editorial Amolca. Venezuela. 2010.
3. Graber Thomas, Rakosi Thomas, Petrovic Alexandre. Ortopedia Dentofacial con Aparatos Funcionales. 2da Edición Editorial Harcourt Brace 1998
4. Langlado M.DCD. DSO. Optimization of Orthodontic Elastic. Editorial GAC International. Nueva York. 2000.
5. Mc Laughlin i cols. Mecanica sistematizado del tratamiento ortodontico. Ed. Elsevier Scienci.2004
6. McNamara Jr James A. Tratamiento Ortodontico y Ortopedico en la dentición Mixta. 1ra edición Editorial Needham Press Michigan 1995.
7. Marcotte Michael, Biomecánica en Ortodoncia. Ediciones Cientificas y Tecnicas, Estados Unidos. 1995.
8. Proffit Williams R. Ortodoncia Teoría y Práctica. 2da Edición. Editorial Mosby. España. 1995
9. Rodriguez E. Casasa R. Ortodoncia Contemporánea Diagnóstico y Tratamiento. .2ª Edicion. Editorial Amolca. Mexico. 2008
10. Rodriquez Y. Esequiel, Casasa A. Rogelio 1001 Tips en Ortodoncia y sus Secretos.1ra Edicion. Editorial Amolca. Mexico. 2007.
11. Rossi Máximo. Ortodoncia Practica 1ra Edición. Editorial Medico Odontológicas Latinoamérica. Buenos Aires 1998.
12. Uribe GA. Ortodoncia teoría y clínica Vol. 1. 1ª ed. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas. 2004

13. Vega del Barrio José María Materiales en Odontología 1ra Edición.  
Ediciones Avances Medico-Dentales, Madrid 1996
14. Villavicencio José Antonio Ortopedia Dentofacial una visión  
multidisciplinaria. 1ra Edición. Editorial Actualidades Medico  
Odontológicas. Venezuela 1996
15. Viazis Anthony D. DDS. MS Atlas de Orthodoncia, Principios y  
Apliaciones Clinicas. Editorial Medica Panamericana.S.A. Buenos Aires  
Mar.1995



## HEMEROGRAFÍA

1. Aljhani AS, Aldress AM. The effect of static and dynamic testing on orthodontic latex and non-latex elastics, *Orthodontic Wave*. Ene 2010. 11 (1): 10 - 16
2. Armstrong Maclay M Controlling the magnitude, direction and duration of extraoral force. *Am Journal Orthodontic*. Mar 1971. Vol 59 Num 3 Pag 217 - 243
3. Andrews DMA. Comparison of niti coil springs vs elastics in canine retraction. *JCO*. May 1997. Vol 28 num 5 pag 293 -295
4. Joaib D. Avaliação da degradação de elásticos ortodonticos intraorais de látex. Tesis para optar el grado de Maestro en Odontología, Universidad del estado de Rio de Janeiro. 2009.
5. Kersey M, Glover K, Heo G, Raboud D, Major P. A comparison of dynamic and testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *Angle Orthodontist*. 2003; 73(2): 181-186.
6. Oporto Ana, Efecto in vitro del tiempo de activación de los elásticos Extraorales Morelli y Ormco en e comportamiento de la fuerza – Arequipa, 2005.
7. Pérez Sánchez Ramiro. Evaluacion in vitro de la fuerza que ejercen dos tipos de cadenas elastoméricas de tramo largo, en diferentes tiempos. Arequipa. 2008.
8. Philippe J. DCD, DSO Mechanical analysis of clase II elastics JCo. *Dental Press J. Orthod*. vol.15 no.5 Maringá Sept./Oct. 2010
9. Singh V. Pokhrael K, Roy D, Sigla A, Biswas K. Elastics in Orthodontics: a review. *Health renaissance*. 2012
10. Stevenson .SJ. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. *Angle Orthodontics*. 1994. Vol 10 (1-2)

11. Sánchez HL, Kataguiri KM, Alvarez GC. Estudio in-vitro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas. Revista Odontologica Mexicana. Junio 2006 Vol.10, Num. 2 Pag 79 -82
12. Sauget P, Stewart K, Katona T. The effect of ph levels on non latex vs latex interarch elastics. Angle Orthodontist. 2011; 81(6): 1070-1074
13. Teusher V. Appraisal of growth and reaction to extraoral anchorage. Am Journal Orthodontic. Feb 1986. 89 (2): 113- 21.
14. Tvesta o Bousquet. Meneses, Williams F. Comportamiento de dos cadenas elastomericas ortodoncicas en relación al tiempo de uso. [ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art16.asp](http://ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art16.asp) 2000





## ANEXO N° 1

### MODELO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA</b>																
<b>FACULTAD DE ODONTOLOGIA</b>																
EFFECTO IN VITRO DE LA LONGITUD DE ESTIRAMIENTO DE LAS LIGAS EXTRAORALES ORMCO Y MORELLI EN CUANTO A SU FUERZA Y TIEMPO DE VIDA UTIL, AREQUIPA, 2015																
<b>FICHA DE OBSERBACION LABORATORIAL</b>																
día	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	7	7
t/h																
liga	0h	1h	2h	4h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96	108	120	156	168
1x																
2x																
3x																
4x																
5x																
6x																
7x																
8x																
9x																
10x																
11x																
12x																
13x																
14x																
15x																

## ANEXO N° 2

### MATRIZ DE DATOS MORELLI X

dia	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
t/h	15°C - 39%	15/44	15/45	14/49	15/41	14/46	15°C - 39%	15/43	15/45	14/51	15/42	14/55	16/42	15/54	14+41	14+41	
liga	0h	1h	2h	4h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96	108	120	156	168	
1x	1.7	1.4	1.5	1.3	1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.45	1.3	1.4	1.2	1	1.2	1.2	
2x	1.7	1.5	1.5	1.5	1.75	1.7	1.45	1.4	1.5	1.6	1.5	1.7	1.5	1.2	1.5	1.55	
3x	2	1.5	1.7	1.5	1.5	1.8	1.4	1.5	1.5	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.55	1.5	
4x	1.5	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.45	1.45	1.4	1.5	1.4	1.45	1.5	1.2	1.5	1.4	
5x	1.5	1.8	1.8	1.7	1.9	1.8	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.5	1.45	1.4	
6x	1.5	2	1.5	1.6	1.6	1.8	1.55	1.5	1.5	1.6	1.5	1.7	1.4	1.4	1.4	1.5	
7x	1.5	1.5	1.45	1.6	1.6	1.6	1.45	1.5	1.5	1.3	1.4	1.45	1.5	1.2	1.5	1.4	
8x	1.5	1.4	1.6	1.5	1.6	1.65	1.4	1.45	1.5	1.4	1.4	1.5	1.55	1.4	1.5	1.45	
9x	1.5	1.4	1.4	1.45	1.5	1.5	1.3	1.4	1.3	1.3	1.45	1.4	1.35	1.5	1.35	1.4	
10x	1.5	1.7	1.6	1.35	1.4	1.5	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.25	1.4	1.3	1.35	
11x	1.4	1.4	1.4	1.4	1.45	1.4	1.3	1.35	1.4	1.3	1.45	1.45	1.3	1.5	1.25	1.4	
12x	1.6	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.4	1.45	1.5	1.5	1.45	1.3	1.5	1.4	1.45	
13x	1.6	1.4	1.4	1.45	1.5	1.6	1.35	1.3	1.4	1.6	1.4	1.4	1.25	1.6	1.45	1.4	
14x	1.5	1.6	1.45	1.65	1.6	1.55	1.45	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.45	1.4	1.35	
15x	1.5	1.6	1.4	1.55	1.2	1.5	1.45	1.5	1.45	1.45	1.4	1.45	1.4	1.5	1.5	1.4	
promedios	1.57	1.57	1.51	1.50	1.51	1.59	1.41	1.44	1.45	1.48	1.45	1.49	1.38	1.38	1.42	1.41	

Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

### ANEXO N° 3

### MATRIZ DE DATOS MORELLI Y

dia	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
t/h	15°C - 39%	15/44	15/45	14/49	15/41	14/46	15°C - 39%	15/43	15/45	14/51	15/42	14/55	16/42	13/54	14/41	14/41
liga	0h	1h	2h	4h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96	108	120	156	168
1y	3.1	2.8	3	3.05	2.8	2.9	2.8	2.9	2.75	2.75	2.8	2.65	2.6	2.8	2.7	2.65
2y	3	2.9	2.9	2.85	2.7	2.9	2.65	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6	2.5
3y	3	3	3	2.75	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.8	2.6	2.55	2.55	2.5
4y	3.1	3	2.95	2.7	2.8	2.9	2.8	2.7	2.8	2.8	2.5	2.55	2.4	2.6	2.55	2.5
5y	3.2	3	3	2.9	2.7	2.9	2.75	2.7	2.9	2.9	2.9	2.85	2.6	2.6	2.7	2.5
6y	2.9	2.9	2.95	3	2.65	2.7	2.65	2.6	2.7	2.6	2.5	2.25	2.6	2.45	2.5	2.5
7y	3.1	2.9	2.9	2.65	2.75	2.9	2.7	2.7	2.9	2.7	2.8	2.25	2.6	2.4	2.6	2.8
8y	3	3	2.9	2.7	2.9	2.8	2.55	2.5	2.7	2.6	2.7	2.5	2.45	2.4	2.65	2.6
9y	3.1	3	2.9	2.75	2.8	2.8	2.5	2.6	2.6	2.6	2.65	2.6	2.55	2.5	2.65	2.65
10y	2.9	2.9	2.9	2.55	2.7	2.65	2.5	2.5	2.45	2.6	2.5	2.5	2.3	2.5	2.55	2.5
11y	3.3	3	2.5	2.85	2.9	2.85	2.7	2.65	2.6	2.75	2.6	2.8	2.6	2.4	2.6	2.6
12y	2.9	2.9	2.55	2.55	2.6	2.7	2.4	2.5	2.45	2.5	2.5	2.6	2.35	2.4	2.5	2.5
13y	2.9	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.35
14y	2.9	2.8	3.1	2.75	2.55	2.75	2.65	2.45	2.5	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6
15y	3.1	3	2.9	2.6	2.8	2.85	2.6	2.65	2.85	2.8	2.8	2.7	2.55	2.5	2.6	2.4
promedios	3.03	2.93	2.88	2.75	2.74	2.79	2.63	2.61	2.67	2.67	2.64	2.58	2.50	2.49	2.58	2.54

Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

## ANEXO N° 4

### MATRIZ DE DATOS MORELLI Z

dia	1		1		1		1		1		2		2		3		3		4		4		5		5		6		6			
t/h	15°C - 39%		15/44		15/45		14/49		15/41		14/46		15°C - 39%		15/43		15/45		14/51		15/42		14/55		16/42		13/54		14+41		14+41	
liga	0h	1h	2h	4h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h																					
1z	3.7	3.3	3.2	3.35	3.35	3.15	3.25	3.25	3.25	3.2	3.2	3.1	3	3	3.1	3	3	3.1	3	3	3.1	3	3	3.1	3	3	3.1	3	3	3	3	
2z	4	3.5	3.55	3.7	3.55	3.6	3.7	3.8	3.75	3.6	3.15	3.6	3.15	3.6	3.15	3.55	3.55	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5	3.4	3.4	3.4	
3z	3.9	3.6	3.6	3.6	3.4	3.5	3.35	3.5	3.4	3.5	3.15	3.35	3.2	3.35	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	
4z	4	3.5	3.35	3.4	3.2	3.2	3.3	3.35	3.4	3.4	3.2	3.25	3.05	3.05	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	
5z	4.1	3.5	3.5	3.5	3.5	3.35	3.3	3.45	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.35	3.3	3.3	3.1	3.35	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3.35	3.3	3.3	3.3
6z	4	3.5	3.3	3.35	3.45	3.5	3.35	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.15	3.15	3.15	3.2	3.3	3.1	3.1	3.15	3.2	3.3	3.3	3.1	3.15	3.2	3.2	3.2	3.2
7z	4.05	3.5	3.5	3.3	3.49	3.5	3.4	3.15	3.3	3.3	3.4	3.3	3	3.3	3.15	3.15	3.15	3.15	3.3	3.3	3	3.15	3.15	3.3	3.3	3.3	3	3.15	3.15	3.3	3.3	3.3
8z	4.2	3.5	3.45	3.4	3.7	3.4	3.4	3.35	3.4	3.35	3.3	3.3	3.3	3.3	3.45	3.2	3.15	3.2	3.3	3.3	3.45	3.2	3.15	3.3	3.3	3.3	3.45	3.2	3.15	3.3	3.3	3.3
9z	4.1	3.5	3.5	3.6	3.8	3.4	3.4	3.5	3.6	3.3	3.35	3.35	3.05	3.05	3.35	3.4	3.4	3.35	3.4	3.35	3.05	3.05	3.35	3.4	3.35	3.35	3.05	3.05	3.35	3.4	3.4	3.4
10z	3.9	3.4	3.2	3.35	3.6	3.3	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3	3.3	3.1	3.1	3.15	3.15	3.3	3.3	3	3.1	3.15	3.3	3.3	3.3	3	3.15	3.15	3.3	3.3	3.3
11z	4.25	3.5	3.8	3.5	3.6	3.6	3.55	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3
12z	4.1	3.9	3.6	3.55	3.6	3.45	3.45	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.35	3.35	3.25	3.25	3.35	3.15	3.35	3.35	3.35	3.35	3.15	3.15	3.15	3.15
13z	4.1	3.65	3.5	3.8	3.45	3.55	3.4	3.55	3.45	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	3.5	3.3	3.3	3.5	3	3.5	3.5	3.3	3.5	3.5	3	3	3
14z	4.9	3.5	3.5	3.4	3.4	3.35	3.2	3.3	3.25	3.3	3.2	3.3	3.05	3.05	3.15	3.15	3.15	3.3	3.3	3.05	3.15	3.15	3.3	3.3	3.3	3.3	3.05	3.15	3.3	3.3	3.3	3.3
15z	3.7	3.4	3.3	3.4	3.1	3.2	3.1	3.2	3	3.25	3.05	3.15	3	3	3.2	3.1	3.15	3.15	3.15	3.15	3	3.2	3.1	3.15	3.15	3.15	3.1	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
promedios	3.52	3.46	3.48	3.48	3.40	3.38	3.43	3.39	3.39	3.29	3.34	3.14	3.22	3.27	3.20	#DIV/0!																

Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

## ANEXO N° 5

### MATRIZ DE DATOS ORMCO X

dia	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
t/h	15°C - 39%	15/44	15/45	14/49	15/41	14/46	15°C - 39%	15/43	15/45	14/51	15/42	14/55	15/42	13/54	14/41	14/41	
liga	0h	1h	2h	4h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96	108	120	156	168	
1x	2.8	2	2.1	2	2	2.1	1.9	2.4	2.4	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	1.9	2.4	
2x	2.8	2.4	2.5	2.2	2.4	2.3	2.1	2.2	2.2	2.4	2.5	2.6	2.4	2.2	2.05	2.2	
3x	2.9	2.4	2.3	2.05	1.9	2.1	1.95	1.8	2	1.9	2.1	2	1.4	1.9	1.85	1.7	
4x	3	2	1.9	2	1.74	1.95	1.6	1.65	1.5	1.75	1.95	1.8	1.9	1.6	1.5	1.7	
5x	3	2.5	2.2	2	2.35	2.1	2.2	2.2	25	2.4	2.4	2.2	2.5	2.2	1.9	2	
6x	3	2.6	2.3	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.15	2.2	
7x	2.9	2.4	2.2	2.3	2.4	2.4	2.15	2.2	2	2.2	2.3	2.1	2.25	2	2.05	2	
8x	2.8	2.5	2.2	1.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.95	1.9	2	1.8	1.8	1.8	1.65	1.7	
9x	2.6	2.3	2.4	2.1	2.2	2	2.1	1.85	1.95	1.9	2.3	2.05	1.95	2	1.75	1.8	
10x	2.8	2.3	2.4	2.4	2.4	2.25	2	1.8	2.2	1.6	2.35	2.15	2.05	2	2	1.9	
11x	2.9	2.4	2.3	1.95	2.2	2.4	2	1.8	2.1	2.15	2.4	2.2	2	2	2	1.9	
12x	2.95	2.5	2.35	2.2	2.3	2.6	2.4	2.4	2.35	2.1	2.3	2.35	2	2.2	2.05	2	
13x	3	2	2.1	2.2	2.1	2	2.1	1.8	2.25	2.4	2.3	1.9	1.85	1.95	1.65	1.7	
14x	2.95	2.4	2.6	2.5	2.6	2.7	2.5	2.1	2.55	2.05	2.3	2.9	2.4	2.2	2.4	2.3	
15x	2.9	2.1	2.6	2.5	2.7	2.5	2.45	2.4	2.7	2.3	2.7	2.5	1.9	2.2	2.4	2.4	
promedios	2.89	2.32	2.30	2.18	2.26	2.26	2.14	2.06	3.72	2.14	2.32	2.22	2.08	2.07	1.95	1.99	

Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)

## ANEXO N° 6

### MATRIZ DE DATOS ORMCO Y

dia	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
t/h	15°C - 39%	15/44	15/45	14/49	15/41	14/46	15°C - 39%	15/43	15/45	14/51	15/42	14/55	16/42	13/54	14/41	14/41
liga	0h	1h	2h	4h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96	108	120	156	168
1y	4	4.3	4.25	4.3	4	4.1	4	3.8	4.05	4	4.05	4.2	3.7	3.95	3.65	3.9
2y	4.05	4.3	4.5	4.3	4.2	4.15	3.95	4.2	3.9	4.1	4.4	3.9	3.55	3.9	3.65	4
3y	3.9	4	4	4	3.8	3.9	3.8	3.6	3.6	3.5	4.3	3.7	3.35	3.5	3.65	3.4
4y	4	4.3	4.25	4.5	4.3	3.8	4.4	3.9	4.2	4.3	4.4	4.2	4	3.9	3.9	3.7
5y	3.9	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	3.55	3.2	3.6	3.7	3.4	3.15	3.2	3.2	3.4
6y	4	4.1	4.45	4.1	4.1	4.2	4	4	3.9	3.25	4	3.8	3.7	3.4	3.7	3.5
7y	4.05	4.3	4.2	4.5	4.25	4.3	4.15	3.85	4	3.9	4.4	4.2	3.9	3.6	4	3.9
8y	4	4	4	4	3.5	3.8	3.7	3.7	3.7	3.5	3.65	3.5	3.3	3.4	3.3	3.2
9y	4.05	4.5	4.6	4.5	4.35	4.45	4.2	4	4.2	3.85	4.3	4.35	3.9	3.3	4	3.8
10y	4.1	4.5	4.5	4.5	4.4	4.3	4.15	4.2	4.25	4.2	4.3	4.2	3.8	3.9	4	4
11y	4.05	4.25	4	4.4	4	4.1	3.9	4.05	4	4.15	4.1	3.95	3.5	3.95	3.7	3.9
12y	4.1	4	3.95	3.9	4	3.9	3.6	3.8	3.75	3.7	3.7	3.7	3.4	3.8	3.5	3.8
13y	4.15	4.7	4.45	4.4	4.5	4.5	4.25	4.5	4.4	4.05	4.5	4.3	4	3.3	4.2	4
14y	4.05	4.5	4.3	4.5	4.6	4.4	4.25	4.25	4	4.3	4.3	4.25	4	3.9	4.1	4
15y	4.05	4	3.9	3.8	3.7	3.7	3.5	3.6	3.9	3.45	3.5	3.5	3.1	3.1	3.15	3.25
promedios	4.03	4.24	4.22	4.23	4.09	4.09	3.97	3.93	3.94	3.86	4.11	3.94	3.62	3.61	3.71	3.72

Fuente: Elaboración Propia (Matriz de Datos)



ANEXO N° 8

SECUENCIA FOTOGRÁFICA



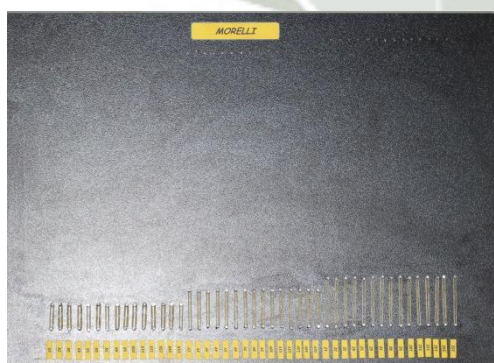
**Figura 1** Elásticos  
1/2" Ormco



**Figura 2** Elásticos  
1/2" Morelli



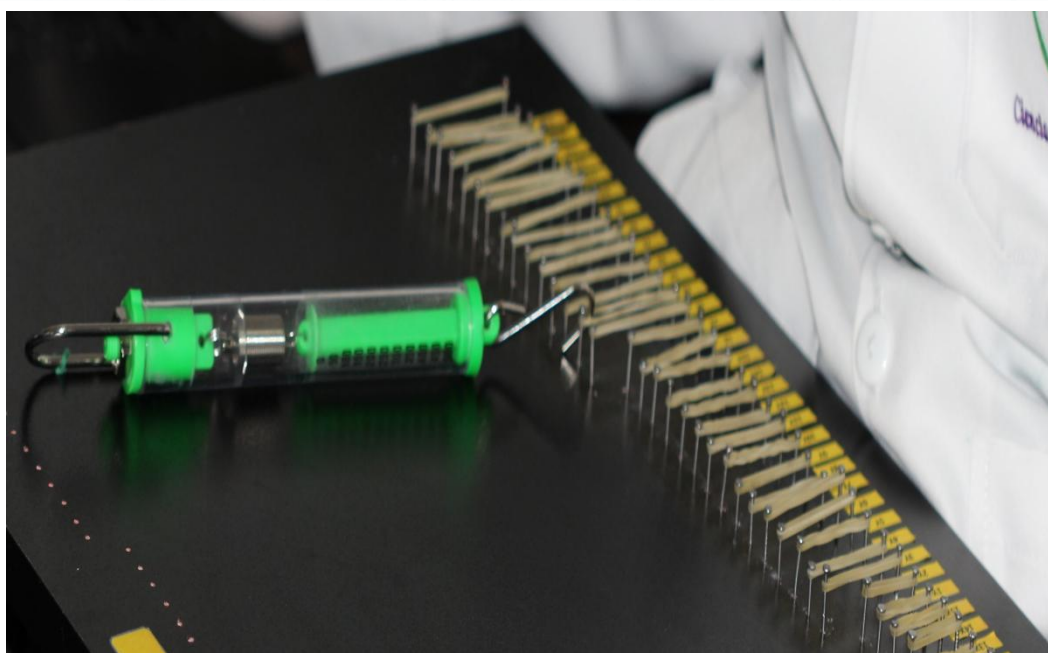
**Figura 3** Dinamómetro de Phye



**Figura 4**  
Elásticos Morelli X, Y y Z

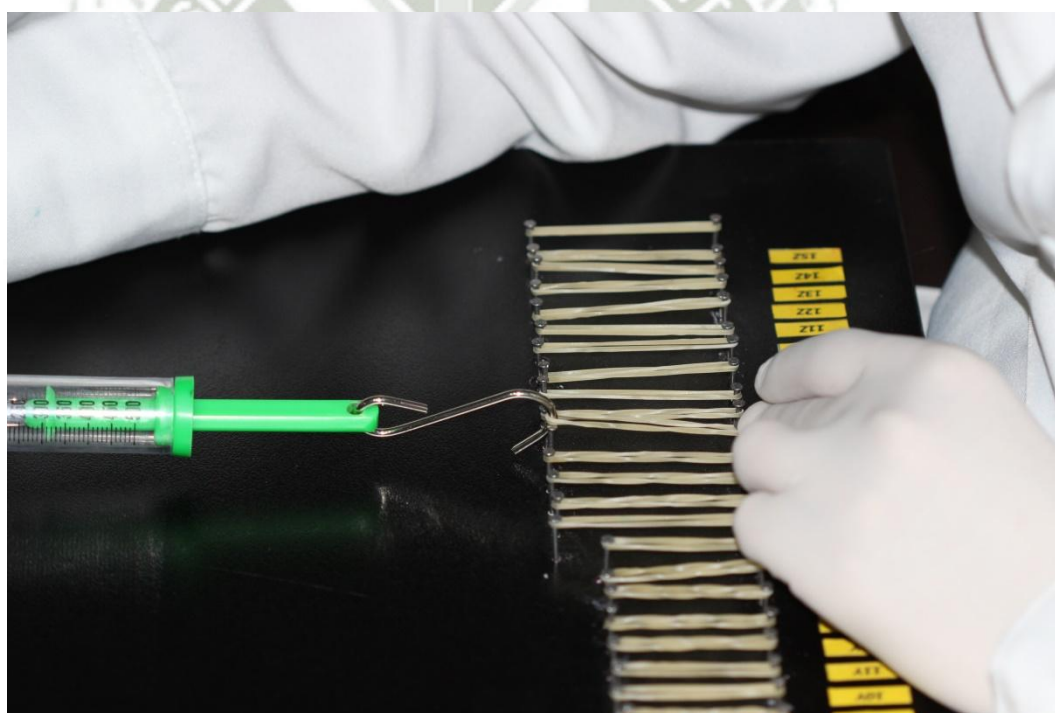


**Figura 5**  
Elásticos Ormco X, Y y Z



**Figura 6**

***Inserción del dinamómetro en un extremo del elástico.***



**Figura 7**

***Medición de la fuerza residual del elástico.***