

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA
DE LOS INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITANIO, TWISTED
FILE Y RECIPROC. AREQUIPA. 2013.”**

Tesis presentada por la Bachiller:
Stephanie Isabel Díaz Zamalloa
Para optar el Grado de:
CIRUJANO DENTISTA

AREQUIPA-PERÚ
2013

DEDICATORIA

Principalmente a mi Madre Ruth por su apoyo
incondicional en cada momento de mi vida,
por ser mi guía mi ejemplo y
por las fuerzas que me da día a día
para seguir adelante.

A mis abuelos Américo y Nelly
por el apoyo y cariño que me han
brindado a lo largo de mi vida.

A una persona muy especial por su
apoyo, por su amor, por su amistad y
sobre todo por ser mi compañero.



AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía en el transcurso de mi vida.

A mi madre por su apoyo incondicional.

A mi asesor, el Dr. Oscar Ladrón de Guevara por haberme ayudado en la realización de este trabajo de investigación.

A un buen maestro, por brindarme sus conocimientos.





PITÁGORAS.



ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 Determinación del Problema.....	13
1.2 Enunciado.....	13
1.3 Descripción.....	14
1.4 Justificación.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
3. MARCO TEORICO.....	17
3.1 Instrumentos Rotatorios.....	17
3.1.1 Definición.....	17
3.1.2 Generalidades.....	18
3.1.3 Propiedades.....	24

3.1.4	Características.....	26
3.1.5	Diseño.....	30
3.2	Twisted File.....	39
3.2.1	Características.....	39
3.2.2	Diseño.....	41
3.2.3	Secuencia del fabricante.....	42
3.2.4	Movimiento Rotativo.....	43
3.3	Reciproc.....	47
3.3.1	Características.....	48
3.3.2	Diseño.....	49
3.3.3	Secuencia del fabricante.....	49
3.4	Accidentes y/o complicaciones de los instrumentos de Nique y Titanio.....	52
3.4.1	Fractura por torsión.....	53
3.4.2	Fractura por fatiga Cíclica.....	57
3.4.2.1	Definición de fatiga cíclica.....	57
3.4.2.2	Factores que intervienen en la fatiga cíclica.....	58
3.4.2.3	Formas de disminuir la fatiga cíclica.....	61

3.5	Antecedentes investigativos.....	62
4.	HIPOTESIS.....	65

CAPITULO II:

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL Y RECOLECCIÓN

1.	TECNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	67
1.1	Técnica.....	67
1.2	Instrumentos.....	67
1.3	Materiales.....	68
1.4	Método.....	68
2.	CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	69
2.1	Ubicación espacial.....	69
2.2	Unidades de estudio.....	69
2.3	Temporalidad.....	71
3.	ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	72
3.1	Organización.....	72
3.2	Recursos.....	72
3.3	Validación del instrumento.....	73

4.	ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS.....	73
4.1	A nivel de sistematización.....	73
4.2	A nivel del estudio de los datos.....	74
4.3	A nivel de conclusiones.....	75
4.4	A nivel de las recomendaciones.....	75

CAPITULO III:

RESULTADOS

CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFIA.....	91
HEMEROGRAFIA.....	92

ANEXOS

ANEXO N° 1: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS.....	95
ANEXO N° 2: MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN.....	97
ANEXO N° 3 SECUENCIA FOTOGRAFICA.....	100

RESUMEN

La presente investigación tiene por objeto determinar cuál de los dos instrumentos de níquel-titanio investigados es más resistente a la fatiga cíclica. Con tal objeto se conformaron 2 grupos de estudio observacional: de los instrumentos rotatorios Twisted File 25.08 e instrumentos reciprocantes Reciproc R25.

Al realizar la prueba, los instrumentos de níquel-titanio Reciproc se colocaron en el motor Silver Reciproc en el modo de Reciproc, el cual viene con el torque y la velocidad específica por el fabricante sin opción a modificarlos; por otro lado los instrumentos de níquel titanio Twisted file se colocaron en el motor Element's de SybronEndo en el modo de Twisted File Adaptive, este modo gira a 600° - 0° cuando no encuentra resistencia alguna, pero cuando encuentra resistencia se vuelve un instrumento reciprocante girando a 370° - 50° .

En la investigación realizada se utilizaron conductos simulados de metal lubricados con aceite Diesel GXT, y al no encontrar resistencia alguna, el instrumento comenzó a rotar a 600° - 0° , teniendo por lo tanto bastante fatiga cíclica.

La información fue obtenida por observación laboratorial, luego fue procesada y analizada estadísticamente llegándose al hecho concreto de que en el tiempo de fatiga cíclica el promedio fue de 83.14 segundos para las limas de níquel-titanio Twisted File y de 176.21 segundos para las limas de níquel-titanio Reciproc. En el tamaño de la fractura el promedio fue de 5.20 mm para las limas de níquel-titanio Twisted File y de 6.03 mm para las limas de níquel-titanio Reciproc.

Palabras claves: Fatiga cíclica y fractura.

ABSTRACT

The present investigation have for object determine which one of two groups of niquel-titanium instruments, is more resistant to the cyclic fatigue. To such an object 2 groups of study: observational of the Twisted File rotator instruments 25.08 and the Reciproc niquel-titanium instruments R25.

At the moment the test was proved, the Reciproc niquel-titanium instruments were post in the Silver Reciproc motor, this one have an specific torque and a velocity by the manufacturer without option to modifications. By the way the Twisted File niquel-titanium instruments were post in the Element's of SybronEndo motor in the mode of Twisted File adaptive, this mode turn at $600^{\circ}-0^{\circ}$ when don't found any resistant, but when it found a resistant acts like a reciprocant instrument turn at $370^{\circ}-50^{\circ}$.

In this investigation were used simulated ducts of metal lubricated with Diesel GXT oil, and when the instrument doesn't found any resistant, the instrument turn at $600^{\circ}-0^{\circ}$, suffering a lot of cyclic fatigue.

The information was obtained for laboratorial observation, then was process and analyzed statistically, by means that the average of time for the Twisted File niquel-titanium files was 83.14 seconds and for the Reciproc niquel-titanium files was 176.21 seconds. In the size of fail the average was, of 5.20 mm for the Twisted File niquel-titanium files and 6.03 mm for the Reciproc niquel-titanium files.

Key words: Cyclic fatigue and fail.

INTRODUCCIÓN

La fatiga cíclica de un instrumento es el resultado de cualquier estrés repetitivo que se produce, en su mayor parte durante la flexión del instrumento, mientras gira en torno a una curvatura de un conducto radicular, está estrechamente relacionada con el diámetro de la lima.

Un instrumento de Níquel-Titanio será más resistente a la fractura por fatiga cíclica dependiendo del diseño y de las características de la fabricación, así como también del torque del motor endodóntico utilizado al momento de accionarlas.

Es importante conocer la resistencia de estos instrumentos para evitar los accidentes como la fractura al momento de utilizarlos, teniendo en cuenta el tiempo que duran girando en un conducto antes de llegar a ésta.

Con este propósito, el presente trabajo ha sido organizado en 3 capítulos:

En el capítulo I: se hace referencia al planteamiento teórico; problema de investigación, objetivos, marco teórico e hipótesis.

En el capítulo II: denominado planteamiento operacional, se exponen las técnicas. Instrumentos de verificación así como el campo de verificación, la estrategia de recolección de datos y la estrategia para manejar los resultados.

En el capítulo III: se incluyen los resultados, donde se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente se presenta la bibliografía y los anexos correspondientes.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Por mucho tiempo se han buscado nuevos métodos tecnológicos para evitar el fracaso de los tratamientos endodónticos.

Así, desde la aparición de los sistemas rotatorios que utilizan una aleación de níquel-titanio se logró una mayor flexibilidad del instrumento alcanzando un tratamiento mecanizado del conducto más eficaz, pero a pesar de esto, siempre se corre el riesgo de que el instrumento sufra una fractura al girar dentro del conducto radicular.

Con la aparición del movimiento reciprocante, mejoró mucho más la eficacia de los tratamientos endodónticos, en especial para evitar la fractura por fatiga cíclica.

Por ello después de escuchar a los profesionales y leer en diferentes artículos sobre la disconformidad que existe al presentar fractura de dichos instrumentos y al existir ya varios estudios de diferentes sistemas rotatorios, me propuse hacer un estudio de la resistencia a la fatiga cíclica, es decir el tiempo que demoraron antes de llegar a la fractura; los sist Reciproc.emas elegidos fueron Twisted File y Reciproc.

1.2 ENUNCIADO

“Evaluación de la Resistencia a la Fatiga Cíclica de los Instrumentos de Níquel-Titanio Twisted File y Reciproc. Arequipa. 2013.”

1.3 DESCRIPCIÓN

A. ÁREA DE CONOCIMIENTO

N°	ÁREA DE CONOCIMIENTO	
1	Área General	Ciencias de la Salud
2	Área Especifica	Odontología
3	Área de la Especialidad	Endodoncia
4	Línea o Tópico	Instrumentos endodónticos

B. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE UNICA	INDICADOR	SUBINDICADOR
Evaluación de la resistencia a la fatiga cíclica	Tiempo de fractura	Segundos
	Tamaño de fractura	Milímetros

C. INTERROGANTES

- ¿Cuál es el tiempo de fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio Twisted File?
- ¿Cuál es el tiempo de fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio Reciproc?
- ¿Cuál de los dos instrumentos ofrece una mayor resistencia a la fatiga cíclica?
- ¿Cuál es el nivel de fractura de los instrumentos de níquel-titanio Twisted File?
- ¿Cuál es el nivel de fractura de los instrumentos de níquel-titanio Reciproc?
- ¿Cuál de los dos instrumentos tiene un menor nivel de fractura?

D. TAXONOMÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1. ABORDAJE: Cuantitativo

2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

- Según la intervención del investigador: Observacional
- Según la planificación de la toma de datos: Prospectivo
- Según el número de ocasiones que se mide la variable de estudio:
Transversal
- Según el grupo de recolección de datos: Comparativa

3. DISEÑO: Prospectiva comparativa

4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva- Comparativa

1.4 JUSTIFICACIÓN

- Originalidad

El tema de investigación es considerado original ya que a pesar de que existen estudios similares internacionalmente, no existen estudios de este tipo en nuestra localidad.

La presente investigación busca comparar la resistencia entre dos instrumentos de níquel-titanio, haciendo un análisis de la fatiga cíclica que presentan los dos instrumentos y el nivel de fractura de estos, siendo los instrumentos elegidos, Twisted File y Reciproc.

- **Relevancia científica**

La importancia científica es evaluar la resistencia que presentan los dos instrumentos para saber el tiempo de fatiga antes de llegar a la fractura del instrumento por fatiga cíclica y también conocer cuál de los dos instrumentos nos ofrece una mayor resistencia a la fatiga cíclica.

- **Factibilidad**

Porque se cuenta con unidades de estudio, recursos, presupuesto, literatura especializada, tiempo y conocimientos metodológicos.

- **Interés personal**

El presente trabajo tiene por finalidad optar por el título profesional de Cirujano Dentista.

2. OBJETIVOS

- Determinar el tiempo de fatiga cíclica del instrumento de níquel-titanio Twister File.
- Determinar el tiempo de fatiga cíclica del instrumento de níquel-titanio Reciproc.
- Determinar cuál de los dos instrumentos tiene mayor resistencia a la fatiga cíclica.
- Determinar el nivel de fractura del instrumento de níquel-titanio Twisted File.
- Determinar el nivel de fractura del instrumento de níquel-titanio Reciproc.
- Determinar cuál de los dos instrumentos tienen un menor nivel de fractura.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 INSTRUMENTOS ROTATORIOS

3.1.1 Definición:

A lo largo del tiempo los instrumentos endodónticos han sido mejorados y continúan siendo perfeccionados en busca de una mejor calidad. Además de las alteraciones concernientes al núcleo del instrumento propiamente dicho, las investigaciones han venido realizándose en la búsqueda de una aleación alternativa al acero inoxidable.

En odontología, el níquel titanio comenzó a ser utilizado en ortodoncia. Los alambres de Nitinol mostraron innumerables ventajas a esta especialidad para garantizar un movimiento dentario más suave y permitir la utilización de un número menor de alambres durante todo el tratamiento.

En 1988, Walia introdujo al níquel-titanio en endodoncia, a través de alambres de sección circular. Como es una aleación extremadamente maleable, se volvió imposible la fabricación de instrumentos endodónticos por el método de torsión, haciendo que estos fueran producidos a través del desgaste¹.

Los instrumentos rotatorios utilizan una aleación de níquel-titanio (NiTi) y sirven para la preparación de los conductos radiculares. Esta aleación metálica es más flexible que el acero inoxidable y puede girar en el interior del conducto radicular, mejorando la preparación de los conductos, también reduce el transporte apical, el escalonado de los conductos, promoviendo su limpieza y conformación, así como una instrumentación más rápida y eficaz.

¹ De Lima Machado Manoel Eduardo. Endodoncia de la Biología a la técnica. Pág. 128 – 129.

Esta aleación también nos ofrece una mayor resistencia a la fractura por torsión, atribuidas al bajo módulo de elasticidad de la aleación y a la corrosión.

El níquel-titanio es el único metal que tiene la habilidad de adaptarse a curvaturas durante rotaciones continuas sin llegar a una deformación plástica permanente, como pasaría al utilizar limas tradicionales de acero inoxidable.



Figura 1: Los instrumentos de níquel-titanio pueden adaptarse a curvaturas

3.1.2 Generalidades:

Las aleaciones contienen porcentajes atómicos entre el 50-56 % de níquel y un 44-50% de titanio, resultando en una combinación equiatómica de sus principales componentes²⁻

³.

Las limas NiTi poseen la capacidad de recuperar su forma original aunque se flexionen exageradamente y se mantengan en esa posición durante mucho tiempo. Oponen muy poca resistencia a la presión, razón por la que se les considera instrumentos flexibles; si

² Leonardo Mario Roberto & De Toledo Leonardo Renato. Conceptos Biológicos y Recursos tecnológicos, pag.260.

³ Canalda Sahl Carlos & Brau Aguadé Esteban. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas, Pág.155.

esto ocurre en la punta o a través del ápice dental, sobreinstrumentando el conducto, los resultados pueden ser poco deseables⁴.



Figura 2: Flexión del instrumento NiTi sin fracturarse.

De acuerdo con las normas ISO, además de que una lima convencional tiene 16 mm de parte activa, su grado de conicidad se corresponde a 0,02 mm, es decir, para cada milímetro mayor, el diámetro de la lima aumenta con respecto a este tamaño. En estos sistemas rotatorios, esta conicidad se presenta en el doble, triple, cuádruplo, etc. del diámetro convencional. Las conicidades mayores a .02 son una premisa en estos materiales y siguen los patrones convencionales debido a que estos van a ser utilizados en una técnica eminentemente cervicoapical.



Figura 3: Instrumentos con sus indicadores del taper.

⁴ Weine Franklin S. Tratamiento endodónico. Pág. 353 - 354

Además la punta del instrumento siempre debe trabajar de forma holgada en el interior del conducto, ya que debe promover el corte de las paredes dentinarias, son las espirales las que producen el corte en su cuerpo y no en la punta propiamente dicha.

Estos instrumentos de NiTi deben trabajar a una velocidad extremadamente baja (en un rango que va de 150 a 350 rpm) que normalmente se obtiene con la utilización de motores eléctricos, que deben tener un motor torque y un mecanismo de reversión.

Como es una premisa trabajar con una técnica cervicoapical (crowdown), el tercio coronario inicialmente preparado, debe contener instrumentos que realmente actúen el máximo posible en esta región y, por lo tanto, que tengan la mayor conicidad posible (mayor taper), evitando que penetren más profundamente en el interior del conducto de una sola vez. Esto hace que el área de contacto del instrumento con las paredes del conducto sea pequeña, permitiendo una presión por contacto alta y una capacidad de corte alta. Como es una región en la que se prevee concrecencias dentinarias, angulaciones y anfractuosidades que pueden dificultar la preparación, la fuerza con la que el instrumento debe ingresar debe ser superior a la ejercida por las paredes del conducto en sentido contrario, con el fin de que esta resistencia sea rota, permitiendo así el desgaste de la dentina, y en consecuencia la preparación de esta región⁵.

Las aleaciones de NiTi son ampliamente utilizadas a causa de dos propiedades especiales: La superelasticidad (SE) y el efecto memoria de forma (EMF), además tienen elevada resistencia a la corrosión y biocompatibilidad. Sus propiedades mecánicas y su comportamiento varían de acuerdo con la composición química, con las características de producción y con el tratamiento termo-mecánico aplicado durante su fabricación.

⁵ DeLima Machado Manoel Eduardo. Ob. Cit. Pág. 128 – 129.

Tanto el EMF como la SE, se relacionan con el cambio de fase en el estado sólido de la aleación: la transformación martensítica (TM), que puede inducirse mediante la aplicación de tensión o por reducción de temperatura. La TM es una transformación entre una fase de estructura cristalina de alta simetría denominada austenita o fase matriz, y una fase de baja simetría, denominada martensita. Durante esta transformación los átomos se mueven cooperativamente por medio de un mecanismo tipo cizallamiento, sin alterar la composición química de la matriz y se reacondicionan en una nueva estructura cristalina más estable. Típicamente, la austenita es estable en altas temperaturas y bajos valores de tensión y la martensita es estable en bajas temperaturas y altos valores de tensión. La transformación de fase entre la austenita y martensita es la clave para explicar el EMF y la SE.

El efecto memoria de forma es la capacidad de recuperar grandes deformaciones no lineales por medio de calentamiento moderado, incluso cuando el material ya experimentó deformación aparentemente permanente. En otras palabras, deformaciones que en los metales y aleaciones “convencionales” se producirían por deslizamiento en su régimen plástico, es decir serían permanentes, en las aleaciones con memoria de forma pueden anularse simplemente aumentando unos pocos grados la temperatura del material. Las aleaciones NiTi pueden ser “programadas”, mediante la selección de la composición química y por tratamientos termo-mecánicos apropiados, para que la recuperación de forma se realice apenas con la retirada de la tensión, sin necesidad de calentamiento. Este efecto permite recuperar instantáneamente grandes deformaciones no lineales, dándole al material lo que se acordó llamar “superelasticidad”, que es un caso particular de EMF. Mientras el EMF comprende los procesos térmico y mecánico, en la SE la fuerza motriz de la transformación es mecánica.

Cuando el material en estado martensítico se calienta, la martensita se vuelve inestable y la transformación inversa (TI) se produce, osea, la martensita vuelve a la fase matriz. En razón de la baja simetría de la martensita, la vuelta a la fase de alta temperatura se produce por el camino inverso de la TM y la fase matriz se forma en su orientación original.

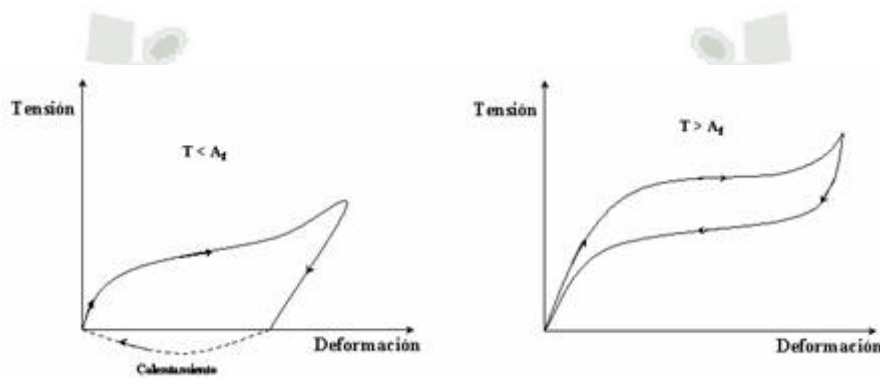


Figura 4: Podemos observar que al producirse tensión el material se deformara pudiendo regresar a su forma original, pero al producirse calor regresa a su forma original pero con la manipulación.

Es posible variar la composición de la aleación NiTi para obtener hilos con características de EMF o de SE. La diferencia entre las aleaciones radicarán en la concentración de níquel y en la franja de temperatura de transformación martensítica.

En el caso de los instrumentos endodónticos, la TM se produce en función de la tensión impuesta por la curvatura en el interior del conducto radicular. Los instrumentos endodónticos rotatorios de NiTi se presentan completamente austeníticos a la temperatura ambiente. Estos instrumentos tienen comportamiento superelástico durante el uso clínico, donde la imposición de tensión inducida por la curvatura radicular resulta en ciclos de transformación martensítica e inversa, debido al movimiento rotatorio. En la remoción final de la tensión, que se produce por la retirada del instrumento del interior

del conducto radicular ocurre la consiguiente transformación inversa hacia la estructura austenítica original. La martensita es capaz de absorber hasta un 8% de deformación recuperable. En presencia de mínima deformación adicional ocurre una deformación elástica de la martensita autocondicionada. Cualquier deformación adicional a esta, resulta en deformación plástica y posterior fractura.

Los instrumentos de NiTi tienen comportamiento superelástico y permanecen dentro de este régimen en situaciones que causarían deformación permanente en los instrumentos de acero inoxidable.

Los instrumentos de NiTi, en razón de la elevada flexibilidad, se producen por el proceso de maquinado, pues la superelasticidad de la aleación hace imposible la torsión del vástago para producir la espiral. El maquinado de los instrumentos resulta generalmente en superficies con elevada concentración de defectos, como rebabas, cavidades, rayas del maquinado en adición a pites y bordes cortantes embotados, que pueden perjudicar la eficiencia del corte, facilitar la corrosión del instrumento y potencialmente, la nucleación de microfisuras.

La flexibilidad de la aleación proporcionó también la ventaja de la fabricación de instrumentos rotatorios capaces de ejecutar movimientos de 360° en los conductos curvos que posibilitan una preparación rápida y eficiente. La instrumentación así realizada crea condiciones favorables: limpieza y modelado efectivos en función de una buena capacidad de corte, penetración más profunda de la jeringa de irrigación en el conducto radicular que permite el flujo adecuado, fácil y abundante de sustancias químicas auxiliares. Además de estas acciones, también hay posibilidad de compactar la

gutapercha de forma densa y tridimensional durante la obturación del sistema de conductos radiculares⁶.

3.1.3 Propiedades:

-Resistencia Mecánica: Es la propiedad física que representa la capacidad de los materiales en resistir el sometimiento externo estático o dinámico, sin presentar fracturas.

-Fuerza: Magnitud vectorial que cuando es aplicada a un cuerpo, deforma o tiende a cambiar su estado de reposo o movimiento.

-Flexibilidad: Fuerza que se utiliza para provocar una flexión en un cuerpo. Es inversamente proporcional a la fuerza, es decir, a mayor flexibilidad de un cuerpo, menor es la fuerza necesaria para provocar la flexión.

-Rigidez: Capacidad de un material para resistir las cargas sin sufrir deformaciones. Es medida por el módulo de elasticidad: a mayor elasticidad, mayor rigidez.

-Elasticidad: Capacidad del material para sufrir deformaciones elásticas o no permanentes.

-Deformación elástica: Se produce cuando la deformación existe durante la aplicación de la carga, desapareciendo después de aplicar la misma. La deformación es proporcional a la tensión, que es la fuerza necesaria para provocarla.

⁶ Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato. Ob. Cit. pag. 259 a 263

-Deformación plástica: Se produce cuando la deformación persiste en el material después de aplicar la carga, es decir, se crea una deformación permanente en el instrumento.

-Plasticidad: Capacidad que tiene el material para sufrir grandes deformaciones permanentes, sin alcanzar la ruptura. Permite evaluar la capacidad de trabajo mecánico que el material puede soportar, conservando por lo tanto su integridad física. Dependiendo de la fuerza aplicada, la plasticidad recibe el nombre de maleabilidad o ductilidad.

-Fragilidad: Capacidad de un material para resistir las deformaciones permanentes, sin ruptura, cuanto menos frágil, más resistente. Es lo opuesto a la plasticidad. Los instrumentos más frágiles presentan poca o ninguna deformación plástica antes de la ruptura.

-Resiliencia: Capacidad de material a resistir las cargas sin sufrir deformaciones permanentes, es decir, ser capaz de deformarse y volver a su forma original.

-Tenacidad: Capacidad de un material a resistir las cargas y sufrir grandes deformaciones sin llegar a la ruptura.

-Dureza: Capacidad de un material a resistir la penetración, ranuración, corte, abrasión.

-Resistencia a la abrasión: Resistencia de un material al desgaste, por atrición⁷.

⁷ De Lima Machado manoel Eduardo. Ob.Cit. Pág.148 – 149.

3.1.4 Características:

Las limas de NiTi que funcionan con rotación mecánica, al contrario de las limas manuales, tienen la habilidad de recolectar y remover la viruta de la pieza dentaria sacándola hacia la corona y evitando que traspase el foramen o que se pegue en las paredes del conducto. Así también la rotación mecánica es constante (360°) dándole la fuerza suficiente al instrumento y manteniendo un mayor control para que se mantenga en la parte central del conducto, reduciendo así la incidencia de perforaciones.



Figura 5: El instrumento recolecta la viruta en gran cantidad.

La flexibilidad que ofrece para la preparación de los conductos ayuda a la preservación de la estructura dentaria así como también se logra una efectividad en la limpieza y conformación.

El mayor beneficio de los instrumentos de rotación continua es la reducción del tiempo requerido para la instrumentación de un conducto, esto es por la rotación constante, al contrario de la instrumentación manual que se hace en mayor tiempo.

La capacidad de corte de una lima es principalmente el resultado de su diseño en la sección transversal. La incidencia del ángulo de corte y el ancho de la superficie, se muestra en la sección transversal perpendicular a la hoja, son los mejores indicadores para comparar la capacidad de corte de las diferentes limas.

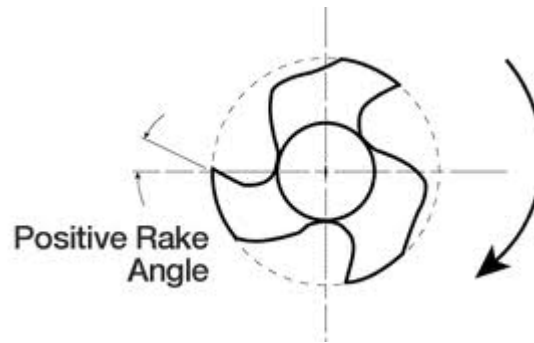


Figura 6: Ángulos de corte positivos

El ángulo de la hélice sin duda se debe considerar en conjunción con el diseño de la sección transversal, con el fin de maximizar la eficiencia de cada una de las limas. Es importante tener en cuenta que las capacidades de corte de algunas limas cambian a menudo en diferentes diámetros a lo largo del superficie de trabajo debido a los cambios en la relación de la profundidad del conducto y el diámetro de la lima, el ancho de la superficie y el ángulo de la hélice.

La capacidad de corte es sinónimo de cortar con eficiencia. En el diseño de la lima los diámetros más pequeños pueden diferir a partir de los diámetros más grandes, por dos razones: Uno es la fabricación de las limitaciones para el mantenimiento del diseño en diámetros más pequeños y la otra razón es añadir fuerza a la punta, reduciendo la extensión del conducto.

Tener limas con superficies de trabajo más cortas, utilizando menos participación y movimientos más cortos para la inserción apical e irrigando constantemente durante la preparación del conducto se puede reducir el número de espirales necesarias para la eliminación de viruta.

La porción no-esprial reduce en gran parte las fuerzas de la porción con espiral al atornillarse, mediante la eliminación de algunas de las espirales que, por consiguiente reducirían la cantidad de compromisos de las limas.

El requerimiento del torque es debido a la reducción del compromiso de tener un menor número de espirales y la reducción del atornillado

Sin embargo, los bajos requerimientos de torque y una mayor flexibilidad presentan un excelente instrumento para evitar el transporte y negociar curvaturas delicadas, y la precaución del bloqueo de canales.

La fractura de las limas puede producirse por la aplicación excesiva de torque al intentar ampliar un canal que tiene un diámetro menor que la porción no cortante de la punta de la lima. Las puntas de los instrumentos han sido descritas como de corte, no de corte y de corte parcial, aunque no existe una clara definición entre los dos tipos. La punta de la lima tiene dos funciones: Una de las funciones es agrandar el canal, la otra función es la de guiar la lima a través del canal.

El transporte del eje original del canal puede ocurrir al permanecer demasiado tiempo en un conducto curvo con una punta que tiene una capacidad de corte eficaz. Entonces se puede decir que las limas determinan la propensión para el transporte del canal. Lo que hay que recordar es que mientras que la lima este girando a 360 grados dentro del canal, el transporte no puede tener lugar. La tendencia que tiene la lima de cortar en un solo lado es el resultado de la rigidez. Si el canal es mayor que la punta, una lima con una punta de corte menos eficaz ayudará a evitar el transporte. Debe ser señalado, sin embargo, que el transporte debido a una punta de corte se produce sólo por una sobreinstrumentación de un canal que ha sido primero adecuadamente preparado con

dicho instrumento. Una lima que tiene un diámetro lo suficientemente grande como para girar a 360° en una curvatura no transportará el canal con tanta facilidad como con una lima que se adapta bien en el canal, así un sólo lado de la lima esté cortando una superficie del canal.

La torsión está directamente relacionada con la tendencia de una lima al fracaso. El torque necesario de una lima para girar una gran área de longitud de trabajo, podría causar un estrés excesivo en la porción del diámetro menor de la lima, lo que resulta en fracaso. Puesto que el área de la superficie de trabajo se compone de la longitud y el diámetro, el torque necesario para hacer girar un instrumento con 16 mm de compromiso puede ser significativamente más de dos veces mayor de lo que se requiere para una lima con 8 mm. La reducción de la longitud de la superficie de trabajo sin duda puede reducir el potencial de compromiso y, por lo tanto, su propensión al fracaso.

Si un instrumento es cónico pero pequeño distribuye el estrés en mayor parte por toda la longitud de la lima, mientras que las limas cónicas más grandes centran la tensión más cerca de la punta.

El empleo de diferentes conicidades puede ser uno de los métodos más importantes para limitar el compromiso de una lima.

Si una lima con una conicidad menor se inserta en la preparación de un canal con conicidad mayor, sólo la porción apical de la lima se convierte inicialmente comprometida. Así la preparación sigue siendo coronado apical.

Por el contrario, si una lima con conicidad mayor es insertada en un canal con conicidad menor, preparará sólo la porción coronal.⁸

3.1.5 Diseño:

Conocer las características del diseño de los instrumentos rotatorios es esencial, pues a partir de este conocimiento el profesional puede obtener y usar todas las ventajas y beneficios que este tipo de instrumental ofrece. Nuevos instrumentos con nuevos diseños pueden proporcionar significativa mejora en el desempeño clínico. Por eso consideramos fundamental presentar y describir las características del instrumento rotatorio⁹.

Para diseñar los distintos tipos de limas se utiliza un simulador clínico computarizado que mide el torque, la presión y el tiempo para verificar la eficiencia y el grado de amenaza a una fractura de la lima. Este simulador fue diseñado para comparar los distintos tipos de limas, puede controlar los parámetros en la preparación del instrumento así como la velocidad de inserción y salida del instrumento y la velocidad de rotación del mismo. Así también nos sirve para medir la flexibilidad del instrumento y la flexión del instrumento al presentarse un plano demasiado inclinado o un conducto demasiado curvo. Los datos que se registran en el simulador ayuda a determinar la técnica que se utilizara para un tratamiento más eficaz y reducir así la tendencia a fractura¹⁰.

⁸ McSpadden John T. Mastering Endodontic Instrumentation. Pág. 15 a 33.

⁹ Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato. Ob.Cit.pag.263.

¹⁰ McSpadden John T. Ob.Cit. Pág 37.

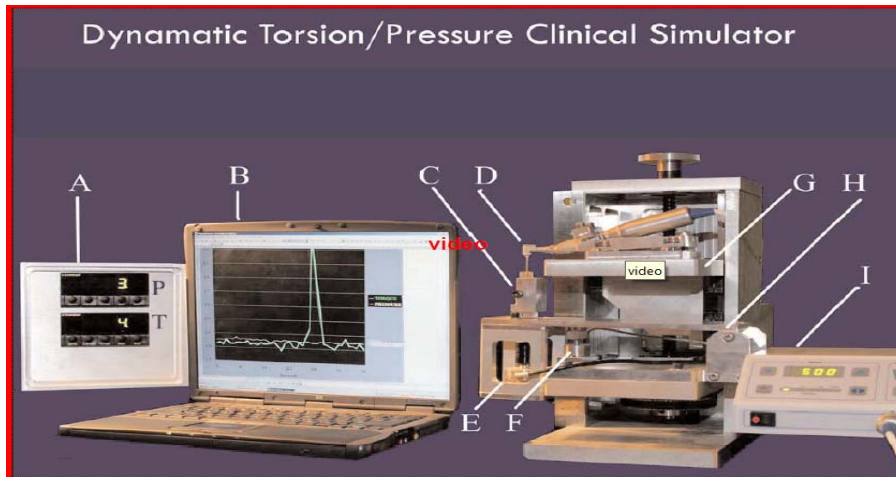
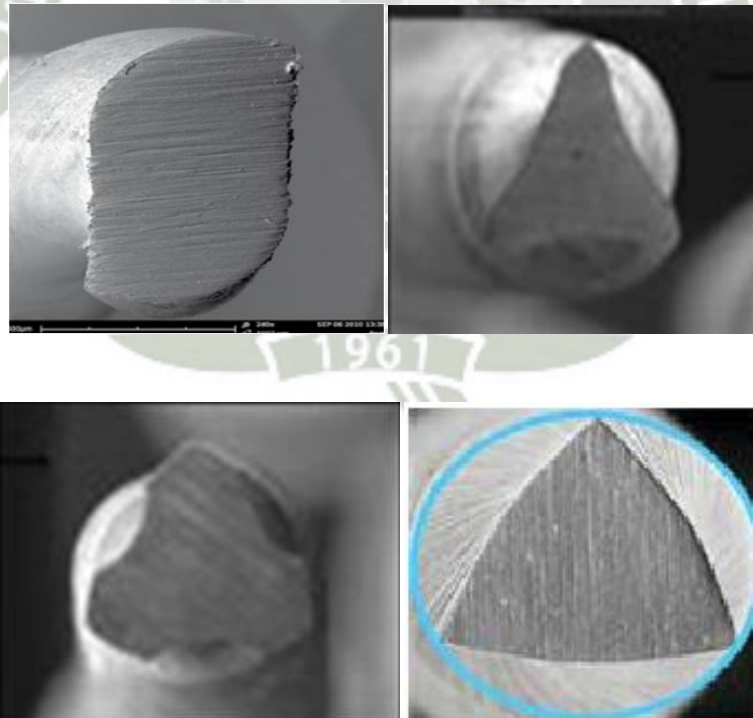


Figura 7: Simulador clínico computarizado

-Sección transversal:

Si se corta perpendicularmente la parte activa de un instrumento se observa una figura geométrica característica de cada sistema rotatorio.



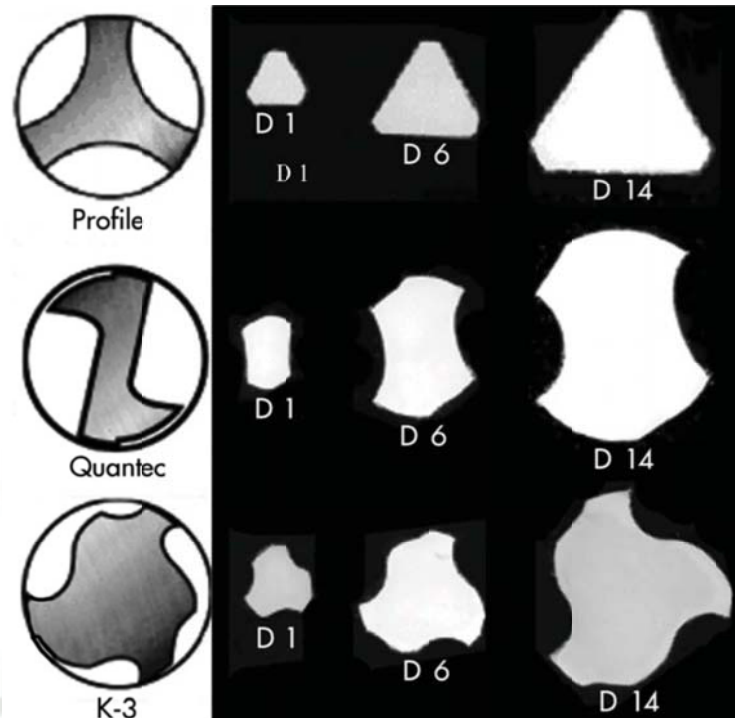


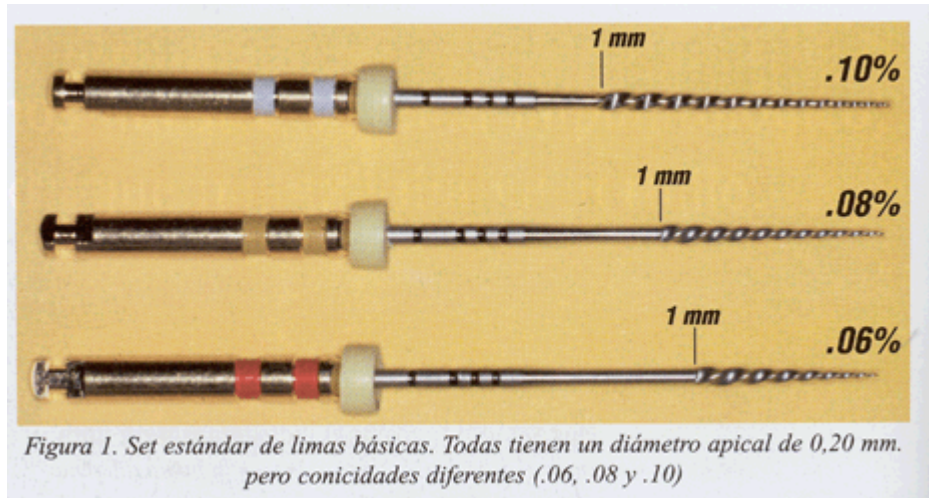
Figura 8: Algunas formas de sección transversal

-Conicidad:

La conicidad de los instrumentos rotatorios de NiTi es el aumento de diámetro existente a partir de D 0, en dirección al D16 expresado en mm-mm.

En los instrumentos rotatorios, el principio básico fue fabricarlos con diferentes conicidades, así se encuentran instrumentos rotatorios con conicidades de 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,08; 0,10 y 0,12 mm; como consecuencia de esa mayor conicidad solamente una porción de la parte activa del instrumento entra en contacto con la pared dentinaria (plano de contacto). Así las limas en el momento que son introducidas en el conducto van a determinar el ensanchamiento de los 2/3 coronarios promoviendo el desgaste

anticurvatura y permitiendo que las limas de menor conicidad penetren, sin obstáculos hacia apical, permitiendo también una irrigación más eficaz.



-Superficie radial o guía lateral de penetración:

El área del instrumento en contacto directo con la pared del conducto radicular se denomina superficie radial. La resultante directa entre el área de la superficie radial y las paredes del conducto radicular se denomina fuerza de abrasión. Así, cuanto menor es esa área, más fácil es que el instrumento se trabase en las paredes dentinarias al ser presionado en dirección apical. Cuando mayor área, menor es la tendencia a trabarse. Además cuando más anchas y mayores son las superficies radiales, mayor es la fuerza de abrasión y por lo tanto, se requiere mayor fuerza para que el instrumento gire en el conducto radicular, como también los instrumentos con superficies radiales de pequeño diámetro y conicidad promueven mejor "ajuste" con las porciones curvas del conducto radicular, evitando que se produzcan desviaciones y formación de escalones. Por consiguiente, la superficie radial reduce el efecto de enroscado del instrumento en el conducto radicular y la propagación

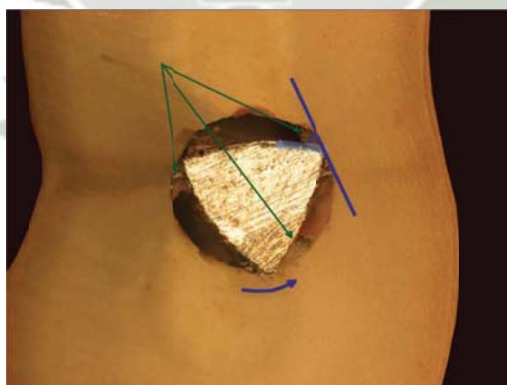
de microfracturas. Con el propósito de aliviar y disminuir la resistencia a la fricción o abrasión resultante de la acción de la superficie radial, algunos instrumentos presentan un “alivio” de esta superficie.

-Estría:

Es la depresión ondulada de la parte activa del instrumento de NiTi; denominada estría es el receptáculo en el que se acumulan virutas de dentina y tejidos removidos de las paredes del conducto radicular. La eficacia de la estría depende de su profundidad, anchura, configuración y acabado superficial. El borde mas externo de la depresión forma la superficie cortante que según el ángulo puede ser más o menos cortante.

-Angulo de corte o ángulo de incidencia de la hoja de:

Es el ángulo formado por la arista cortante de la lima y el radio de la lima cuando esta es seccionada perpendicularmente.



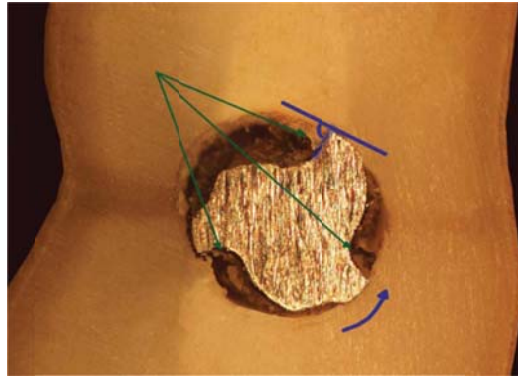


Figura 9: En las flechas azules se puede observar el ángulo de corte.

-Alivio de la superficie radial:

Está representado por la intersección de las superficies de ataque, este alivio permite un área menor de contacto con la dentina, disminuyendo la fricción.

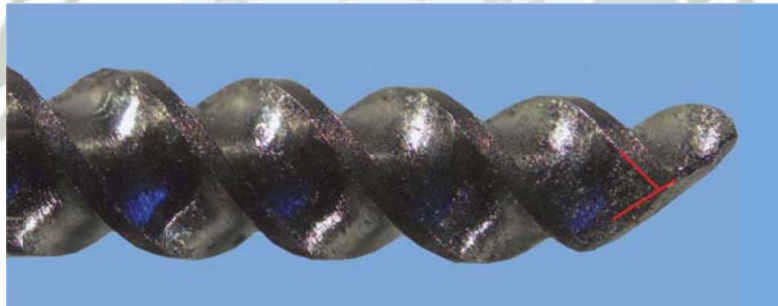


Figura 10: La línea roja indica el alivio de la superficie radial.

-Angulo helicoidal:

Es el ángulo formado entre la superficie cortante y el eje mayor del instrumento. Cuanto mayor es el ángulo helicoidal (máximo 89 grados), mayor número de estrías hay por unidad de área, aumentando la flexibilidad del instrumento. El número de aéreas o putos de contacto, la eficacia de corte y la probabilidad de fractura. Por el contrario, cuando el

ángulo helicoidal es menor (mínimo 1 grado), hay pocas estrías, disminuyendo la flexibilidad, los puntos de contacto y la eficacia de corte.

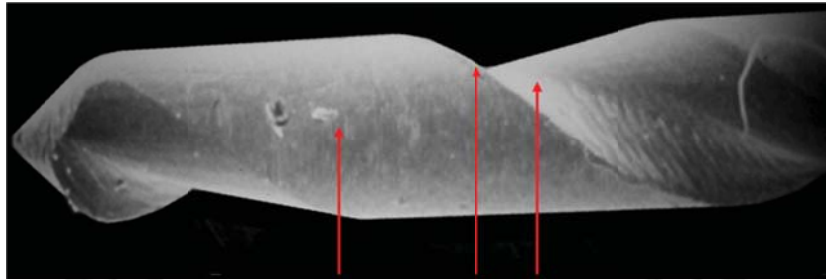


Figura 11: Ángulo helicoidal de gran magnitud

-Masa interna (Núcleo)

La porción cilíndrica central del instrumento se denomina núcleo. La relación entre la distancia existente desde el núcleo hasta la porción más externa del instrumento, generalmente la porción más externa de la estría en superficie cortante, determina la variación en la flexibilidad y resistencia a la torsión del instrumento. Esta razón puede variar, dependiendo del área de la parte activa, permitiendo optimizar el funcionamiento del instrumento en el conducto radicular.

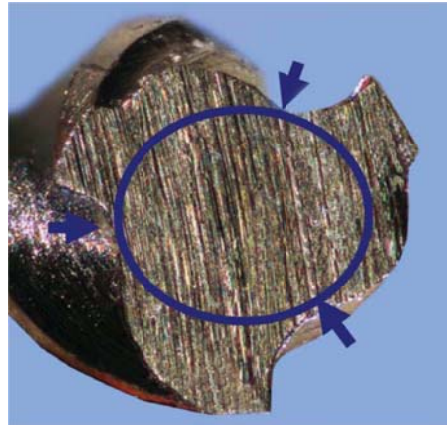


Figura 12: El círculo azul representa al núcleo del instrumento.

-Diseño de la punta:

Las puntas (extremo más delgado de la porción activa) se clasifican en activa, inactiva y parcialmente activa y dependen de la proximidad del final del diente cortante y de la estría, con relación al término efectivo del instrumento (D 0).

La rigidez, la flexibilidad y la capacidad para permanecer a lo largo del eje mayor del conducto radicular dependen de la actividad o inactividad de la punta y de su proximidad con la superficie radial. Estas características hacen que la punta del instrumento sea más o menos efectiva y le posibilitan mantenerse sin desviaciones.

La mayoría de los instrumentos rotatorios posee punta inactiva, sin embargo para ultrapasar áreas de calcificación o conductos muy atrésicos y curvos existen instrumentos con punta activa con pequeño ángulo de transición, estos instrumentos hay que usarlos con mucho cuidado pues se desvían fácilmente del conducto radicular original.

-Paso de rosca (Pitch):

Dependiendo del instrumento, la distancia puede ser constante o variable. Uno de los principales problemas relacionados con el trabamiento del instrumento del instrumento en el conducto radicular es su capacidad de enroscarse en el. Este riesgo disminuye modificando el paso de la porción activa.

Es el número de espirales por unidad de longitud a lo largo de una lima. Aumentando el pitch disminuye la torsión y la tendencia a la succión.

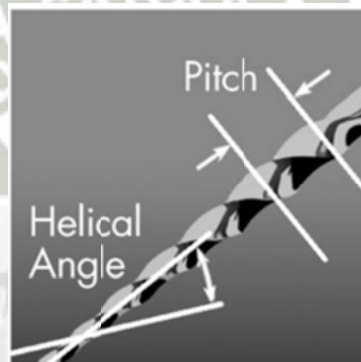


Figura 13: Nos indica el pitch y el ángulo helicoidal.

-Acabado superficial:

El acabado superficial así como la aleación o el diseño de un instrumento son elementos sumamente importantes para su efectividad y riesgo de fractura.

Según la tecnología utilizada para confeccionarlo, por torsión o maquinado sin o con pulimento químico o electrolítico, el instrumento puede tener microfisuras que concentran el estrés y lo propagan ocasionando la fractura.

-Área de escape:

Los instrumentos de NiTi ofrecen a través de su sección transversal surcos y/o ranuras que actúan como área de escape que sirven para recibir las limallas dentinarias, que se producen durante la instrumentación del conducto radicular¹¹.

Para reducir el estrés de los instrumentos rotatorios hay algunas consideraciones en el diseño que se debe tener en cuenta:

- 1- Incorporar ángulos de corte positivos mejorar la eficiencia al realizar la ampliación del canal.
- 2- Proporcionar al instrumento una sección transversal asimétrica, ayudará al mantenimiento del eje central del canal.
- 3- Reducir la distancia entre el diámetro mínimo y el máximo con el fin de que el torque requerido para hacer girar el instrumento no sea mayor que la necesaria para superar la última fuerza de cualquier parte de la lima.
- 4- Reducir la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo de la lima y que así el torque requerido para girar el diámetro más grande no sea mayor que el torque que haría girar el diámetro más pequeño para ser distorsionada más allá de su límite plástico.
- 5- Proporcionar un diseño que evite los cambios bruscos en la configuración a fin de reducir la concentración de puntos de esfuerzo.
- 6- Proporcionar una superficie a las limas que reduzca las micro-ranuras que causan la concentración de puntos de esfuerzo para evitar una posible propagación de la grieta.

¹¹Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato. Ob.Cit. Pag.264 a 267.

- 7- Proporcionar una superficie de las limas que permita una mayor lubricidad para reducir la fricción, aumentar la resistencia y facilitar la eliminación de los desechos.
- 8- Reducir el número de ranuras con los ángulos de hélice similares.
- 9- Proporcionar cuchillas que son apéndices o las proyecciones del eje de la lima, en lugar de cuchillas que resulten de molienda de una ranura en el eje¹².

3.2 TWISTED FILE

3.2.1 Características

Antes de describir las características de rotación de los instrumentos rotatorios Twisted File, es importante conocer como se producen los demás sistemas. La mayoría de sistemas disponibles en el mercado se confeccionan por un procedimiento de desgaste, que produce secciones transversales y longitudinales de fillos de NiTi. Este proceso de fabricación posee dos limitaciones primarias. La primera es que impide posibles formas y diseños que pueden confeccionarse a partir de fillos de NiTi. La segunda limitación es que el procedimiento crea microfisuras en la parte activa, que actúan como punto de concentración de estrés creando un escenario de fisura del instrumento cuando es sometido a torsión excesiva o fatiga cíclica¹³.

TF de SybronEndo es el primer y único instrumento que combina los procesos de fabricación únicos y patentados para ofrecer una potencia inigualada y flexibilidad.

-Fase R: Es un tratamiento de calor: Esta propiedad optimiza la metalurgia de los instrumentos de NiTi haciéndolos un 70% más flexibles y 2 a 3 veces más resistentes a la fatiga cíclica que otros instrumentos rotatorios.

¹²McSpadden John T. Ob.Cit_ Pág.125

¹³Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato.Ob.Cit.Pag.347.

-Torsión: Optimiza la estructura del NiTi y elimina la formación de las microfisuras haciendo el instrumento más durable.

-Tratamiento de la superficie avanzado: La superficie de los instrumentos TF está especialmente condicionada al final del tratamiento respetando la integridad de la estructura¹⁴.

La inserción del instrumento Twisted File requiere un compromiso mínimo de dentina (de 1- 3 mm de la pared del canal instrumentada para la inserción de la lima). Su inserción es lenta, suave y pasiva y se hace en un movimiento continuo y controlado. Si se utiliza correctamente la lima Twisted File debe avanzar con facilidad hacia apical, especialmente si el canal está abierto, patente y negociable. La lima debe estar en constante movimiento vertical, ya sea insertada o retirada; es decir nunca se deja que gire en una posición estacionaria. Después de cada instrumentación se debe limpiar la viruta con irrigación para evitar la obstrucción del canal.

Para la elección de la lima se debe ver la radiografía de diagnóstico y si es un conducto amplio se utiliza una lima de conicidad .12, si el conducto es estrecho se debe utilizar una lima de menor conicidad como .08, .06., Se debe verificar siempre la ubicación de la punta de la lima para evitar la transportación apical.

Si se desea una conicidad del conducto mayor a 25, este sistema puede ser combinado con cualquier otro sistema rotatorio de níquel-titanio.

¹⁴ Nicoll T, Oestreich L, Tang C, Ravi VA. Advanced design proven performance.

Cualquier motor eléctrico se puede utilizar para las limas Twisted File. Dicho esto, el motor SybronEndo, Orange, CA, EE.UU., es una buena elección por su sencillez, fiabilidad y funcionalidad en relación con muchas otras unidades. SybronEndo recomienda utilizar las limas Twisted File a 500 RPM. Twisted File se puede utilizar con control de torsión o no. También estos instrumentos pueden girar más rápido de 500 rpm con eficacia.

SybronEndo recomienda un solo uso para las limas Twisted File. Se puede utilizar las limas con todos sus atributos positivos para instrumentar de tres a cinco canales. Si la lima se deforma después de su uso, debe ser desechada.

3.2.2 Diseño:

El sistema rotatorio Twisted File está compuesto por cinco limas producidas a partir de una aleación de níquel titanio torcida, que es capaz de torcerse por un tratamiento térmico, para obtener una fase intermedia de cristal, denominada Rhombohedral (R). La fase R es estructural cristalina intermedia de las fases austenita y martensita. En temperatura ambiente, la aleación de NiTi no puede torcerse si está en fase austenita o martensita. Con la aleación en la fase R, con calentamiento y enfriado es posible torcer el instrumento, creando estrías y dientes de corte. Es importante destacar que con ese proceso de fabricación no se crean microfracturas. Además los instrumentos Twisted sometidos al proceso de desoxidación, mantienen la dureza y el filo de lámina de corte.

Sabiendo esto podemos decir que la fase R nos brinda diferentes atributos como:

- Nos abre nuevas oportunidades de diseños de limas, y así la tecnología crece.

- ☑ Optimiza la estructura de la fase molecular y las propiedades del níquel-titanio.
- ☑ Emplea una modificación de la estructura cristalina que maximiza la flexibilidad y la resistencia a la fractura.
- ☑ Incrementa la dureza superficial.
- ☑ Reduce la fatiga cíclica, que es una de las causas más comunes de la fractura de las limas.

3.2.3 Secuencia del Fabricante

Las limas Twisted File están disponibles en 5 tapers en un tamaño fijo de la punta que es 25: .12, .10, .08, .06, .04; tanto en 23 como en 27 mm de longitud. Se venden en dos paquetes uno largo y uno pequeño¹⁵.

También encontramos en el mercado limas TF 35.06, 30.06, 50.04 y 40.04 tanto en 23mm como en 27mm¹⁶.



Figura 14: Secuencia de los instrumentos del sistema Twisted File

¹⁵ Dr.Richard Mounce. The Twisted File: A new paradigm in canal enlargement. Pag.33 y 34

¹⁶ Nicoll T, Oestreich L, Tang C, Ravi VA.Ob.Cit.

3.2.4 Movimiento Adaptativo

Por más de una década, los instrumentos de NiTi se han utilizado tradicionalmente con un movimiento continuo de rotación, pero más recientemente, un nuevo enfoque para el uso de los instrumentos NiTi, en un movimiento de vaivén que ha sido introducido por Yared. Las rotaciones utilizadas por Yared eran cuatro y dos décimas de un círculo, respectivamente, y la velocidad de rotación utilizada fue 400 rpm. El concepto de usar un instrumento de NiTi único para preparar la totalidad del conducto radicular ha sido posible, debido al hecho de que se cree que un movimiento de vaivén reduce el estrés en la instrumentación. Recientemente los datos científicos demuestran que un movimiento alternativo puede extender la resistencia de los instrumentos de NiTi a la fatiga cíclica en comparación con una rotación continua, principalmente porque reduce el estrés del instrumento. A medida que el instrumento gira en una dirección (por lo general el ángulo más grande), se produce un corte y se engancha en el canal, entonces se desconecta en la dirección opuesta (por lo general con el ángulo más pequeño) y por lo tanto, las tensiones se reducen.

Siguiendo estos conceptos, nuevos instrumentos han sido recientemente comercializados; instrumentos que utiliza motores específicamente desarrollados para producir un movimiento de vaivén. (Utilizando aproximadamente ángulos de 150-30 °).

Esta reducción de la tensión en la instrumentación (tanto torsional como tensión por flexión) es la principal ventaja de los movimientos alternativos, incluso se ha demostrado que se puede utilizar una gran cantidad de movimientos alternativos, cada uno afecta al rendimiento y a la seguridad de los instrumentos de NiTi.

También se debe mencionar, que el ángulo real de movimiento alternativo puede tener una influencia sustancial tanto en la clínica como en el comportamiento experimental de los instrumentos NiTi.

Otra posible ventaja de la reciprocidad podría ser un mejor mantenimiento de la trayectoria del canal original, principalmente en relación con el menor estrés en la instrumentación y por consiguiente, su retorno elástico.

Sin embargo, hay que subrayar que el movimiento alternativo no afecta a la rigidez inherente de los instrumentos.

El movimiento reciprocante también tiene desventajas ya que dado que el movimiento alternativo está formado por un ángulo de corte más amplio y un ángulo de liberación más pequeño, mientras gira en el sentido del ángulo de liberación, no se eliminarán los escombros, pero puede empujarlos hacia apical.'

Por otra parte, la capacidad de corte en el movimiento alternativo se disminuye cuando se compara a la rotación continua. La remoción de escombros es también menor, lo que aumenta la tensión de fricción y la demanda del torque, debido al atrapamiento de desechos dentro de las acanaladuras.

La técnica adaptativa TF ha propuesto con el fin de maximizar las ventajas de movimiento alternativo y reducir al mínimo sus desventajas, mediante el uso de un único, con la tecnología Adaptive Motion TF, junto con la técnica original de los tres instrumentos, la mayoría de los casos clínicos pueden ser tratados eficazmente y de forma segura.

TF Adaptive emplea una tecnología patentada de movimiento único, que se adapta automáticamente a la tensión de la instrumentación, cuando el instrumento TF Adaptive no está (o muy ligeramente) en demasiado estrés, el movimiento puede ser descrito

como una rotación continua, permitiendo una mejor eficiencia de corte y remoción de escombros.

Precisamente, se trata de un movimiento interrumpido con ángulos de $600-0^\circ$. Este movimiento es interrumpido con una rotación continua efectiva en corte lateral.

Por el contrario, mientras que la negociación del canal, debido al aumento de estrés durante la instrumentación, aumentando la fatiga, el movimiento de la TF cambiara a un modo de movimiento alternativo, diseñado específicamente en ángulos que varían de $600-0^\circ$ hasta $370-50^\circ$. Estos ángulos no son constantes, sino que varían dependiendo de la complejidad anatómica y la presión del interior del canal. Por tanto, este movimiento de "adaptación" está destinado a reducir el riesgo de fracaso intracanal sin afectar el rendimiento, debido al hecho de que el mejor movimiento se selecciona automáticamente dependiendo del caso.

En lo que se refiere a desventajas de movimiento alternativo, el movimiento adaptativo es un movimiento alternativo con ángulos de corte mucho mayor que otros movimientos recíprocos.

En consecuencia, el instrumento TF Adaptive está trabajando más con un ángulo que permite una mejor eficiencia de corte y la eliminación de escombros (y menos tendencia a empujar escombros apicalmente y lateralmente), ya que las acanaladuras están diseñadas para eliminar los desechos en un giro a la derecha.

En tal caso, TF adaptive está tomando ventaja de la utilización de un movimiento que es más similar a la rotación continua para una óptima remoción de escombros. Obviamente, hay algunos cambios en los ángulos dependiendo de la anatomía del canal, pero no parece influir significativamente en el resultado global. Por el contrario, estos cambios influyen en la resistencia a la fatiga del metal, ya que los instrumentos TF Adaptive

mostraron tener mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con el mismo instrumento TF utilizados en movimiento continuo.

Mejor dicho la tecnología "Adaptive motion" se basa en un algoritmo inteligente patentado diseñado para funcionar con el sistema de limas TF Adaptive. Esta tecnología permite que la lima Tf Adaptive se ajuste a las fuerzas torsionales internas del canal según la cantidad de presión aplicada en la lima. Esto significa que la lima esta en un movimiento rotativo o reciprocante, según la situación. El resultado es una extracción excepcional del desecho dentinario.

La técnica TF Adaptive básicamente comprende 3 instrumentos, diseñados para tratar la mayoría de los casos encontrados en la clínica. Están disponibles dos sistemas de 3 instrumentos, uno para canales pequeños y calcificados, y otro para conductos más "estándar" y conductos mayores. El número de instrumentos en cada sistema también puede variar y adaptarse a la anatomía del canal, el último instrumento de la secuencia sólo se utiliza cuando se necesita un mayor ensanchamiento apical debido a canales con dimensiones más grandes.

TF Adaptive es un sistema intuitivo, diseñado para la eficiencia y facilidad de uso.

Para utilizar estos instrumentos se debe comenzar con el verde, continuar o detenerse con el amarillo y dejar el rojo¹⁷.

Para utilizar este sistema utilizamos el motor Element's de SybronEndo que su movimiento reciprocante gira hacia la derecha en comparación con otros motores.

¹⁷ Gambarini Gianluca & Glassman. TF Adaptive: A novel approach to Nickel-Titanium instrumentation, Rotary when you want it, reciprocant when you need it.Pags.22 a 24.



Figura 15: Movimientos de TF Adaptive y el motor Element's de SybronEndo

3.3 RECIPROC

El objetivo del uso del instrumento único es reducir el número de instrumentos rotatorios de NiTi necesarios para la preparación del canal y ser más rentable en comparación con otras técnicas rotativas NiTi.¹⁸

3.3.1 Características:

La preparación del conducto se realiza mediante un solo instrumento de níquel-titanio activado por un motor diseñado específicamente, que se utiliza con técnica recíproca y sin limado manual previo. Solo se necesita un instrumento para ensanchar el conducto y lograr que su tamaño y conicidad sean adecuados, aun cuando se trate de un conducto estrecho y curvo.

Con este nuevo concepto de preparación del conducto, ya no existe el requisito previo de una vía de permeabilidad. También, el instrumento conformador seguirá la vía de menor resistencia existente y natural que es el conducto. Esto ahorra tiempo y es particularmente conveniente al trabajar en dientes con un acceso limitado. Además

¹⁸ Yared Ghassan. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. Pags. 1 a 3.

pueden evitarse los errores asociados con la aplicación de un limado manual previo al uso de instrumentos accionados mecánicamente.

Ventajas adicionales del instrumento Reciproc:

-Capacidad del instrumento de mantenerse centrado en el conducto a pesar de que el diente presente extremas curvaturas.

-Seguridad, dado que por su movimiento en sentido de las agujas del reloj e inversa se evita la fractura debida a un instrumento trabado (fractura debida a un bloqueo por conicidad o fractura torsional). Ya que este instrumento reemplaza a varios instrumentos manuales, debe ser desechado después de completar un caso, es por eso que presenta un anillo de plástico situado en el mango del instrumento, que se deformara al introducirse en el autoclave para evitar la fatiga del instrumento.

- Tiempo de trabajo más corto
- Aprendizaje más rápido
- Menos errores de procedimiento, ya que tiene una menor incidencia de complicaciones como transportación del conducto, formación de escalones y bloqueo.
- Eliminación de contaminación cruzada entre pacientes, ya que la viruta del diente se introduce en las grietas de la superficie a pesar del procedimiento de limpieza y descontaminación.

3.3.2 Diseño

Los instrumentos están fabricados de níquel-titanio con un tratamiento de calor llamado M-Wire, que ofrece un mayor nivel de flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica que el

níquel-titanio tradicional, presentan una sección transversal en forma de S. Los tres instrumentos tienen una conicidad regresiva.

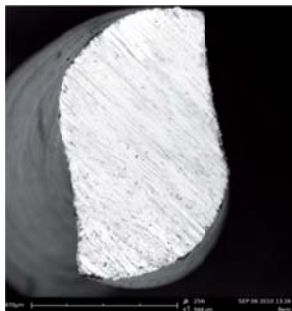


Figura 16: Sección transversal del instrumento Reciproc.

3.3.3 Secuencia del Fabricante

El sistema incluye tres instrumentos Reciproc (R25, R40, R50), un motor (VDW.SILVER®.RECIPROC®), puntas de papel adecuadas y conos de gutapercha.

Para la preparación del conducto según el tamaño inicial de este, solo se utiliza un solo instrumentos Reciproc.

- ☑ El R25 tiene un diámetro de 0,25 mm en la punta y una conicidad del 8% (0.08 mm/mm) en los primeros 3 mm desde la punta. El diámetro D16 es de 1.05 mm.
- ☑ El R40 tiene un diámetro de 0.40 mm en la punta y una conicidad del 6% (0.06 mm/mm) en los primeros 3 mm desde la punta. El diámetro D16 es de 1.10 mm.
- ☑ El R50 tiene un diámetro de 0.50 mm en la punta y una conicidad del 5% (0.05 mm/mm) en los primeros 3 mm desde la punta. El diámetro D16 es de 1.17mm.



Figura 17: Secuencia de los instrumentos Reciproc: R25, R40, R50.

El motor funciona a batería. La batería es recargable y el motor puede ser utilizado mientras se carga. Los instrumentos se utilizan a 10 ciclos de reciprocación por segundo, el equivalente a aproximadamente 300 rpm. El motor está programado con los ángulos de técnica recíproca y la velocidad para los tres instrumentos. Los valores de las rotaciones en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario son diferentes.



Figura 18: Motor Silver Reciproc.

Cuando el instrumento gira en la dirección de corte, avanza hacia el conducto y engancha la dentina para cortarla; cuando gira en la dirección opuesta (rotación menor) el instrumento se desengancha inmediatamente. El resultado final relacionado con el

grado de las rotaciones en sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario, es un avance del instrumento hacia el conducto. Por consiguiente solo se debe aplicar una muy ligera presión apical sobre el instrumento, ya que su avance sería casi automático. Estos ángulos son específicos para los instrumentos Reciproc. Han sido determinados utilizando las propiedades torsionales de los instrumentos y se ven influidos por características específicas relacionadas con el motor, como el torque.

La técnica es extremadamente simple. En algunos de los conductos solo se utiliza un instrumento Reciproc con técnica recíproca para completar la respectiva preparación, y no es necesario realizar el limado manual. No es necesario ensanchar el orificio del conducto radicular con otro instrumento previamente.

La selección del instrumento Reciproc se basa en una adecuada radiografía preoperatoria. Si el conducto es parcial o totalmente invisible en la radiografía, será considerado estrecho y se utilizará un R25. En los otros casos donde la radiografía muestra claramente el conducto desde la cavidad de acceso hasta la parte apical, dicho conducto será considerado medio o ancho. Un instrumento manual de tamaño 30 se inserta de manera pasiva (con un suave movimiento similar al de dar cuerda al reloj, pero sin movimientos de limado) hasta la longitud de trabajo. Si alcanza la longitud de trabajo se considera que el conducto es amplio, en tal caso se selecciona el R50 para la respectiva preparación. Si el instrumento manual de tamaño 30 no alcanza la longitud de trabajo de manera pasiva, se debe insertar un instrumento manual de tamaño 20 del mismo modo, si alcanza la longitud de trabajo se considera que el conducto es medio, en tal caso se seleccionará el R40 para la respectiva preparación. Si el instrumento manual

de tamaño 20 no alcanza la longitud de trabajo de manera pasiva, se debe seleccionar el R25¹⁹.

3.4 ACCIDENTES Y/O COMPLICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS

En los términos más básicos, la fuerza de una lima se debe a las fuerzas de cohesión entre los átomos. Dado que las fuerzas que tienden a deformar una lima son mayores cada vez, disminuye las fuerzas para separar la atracción de los átomos. La fractura se produce cuando la fuerza de separación de los átomos excede la fuerza de atracción.

En una escala mayor, las moléculas de un metal están dispuestas en patrones que indican su estructura cristalina, y la fractura de las limas generalmente se pueden dar de dos maneras. La primera se puede dar por una deformación aparente de una lima, y la separación se produce como resultado del deslizamiento entre los planos de los cristales, con mayor frecuencia, debido a las excesivas fuerzas de torsión. La segunda puede ocurrir a través del grano del metal con poco o ningún tipo de deformación, esta fractura aparentemente puede ser por causa de una fatiga, la causa más frecuente del excesivo estrés durante la compresión y la repetitiva tensión, se produce durante la rotación de una lima alrededor de una curvatura. Dejando en claro que la mayoría de fracturas son a causa de una combinación de distintas fuerzas de separación²⁰.

¹⁹Ghassan Yared. Preparación del conducto con un solo instrumento reciproco sin limado manual previo: Un nuevo concepto. Pags.1 a 5.

²⁰McSpadden John T. Ob.Cit. Pág.39.

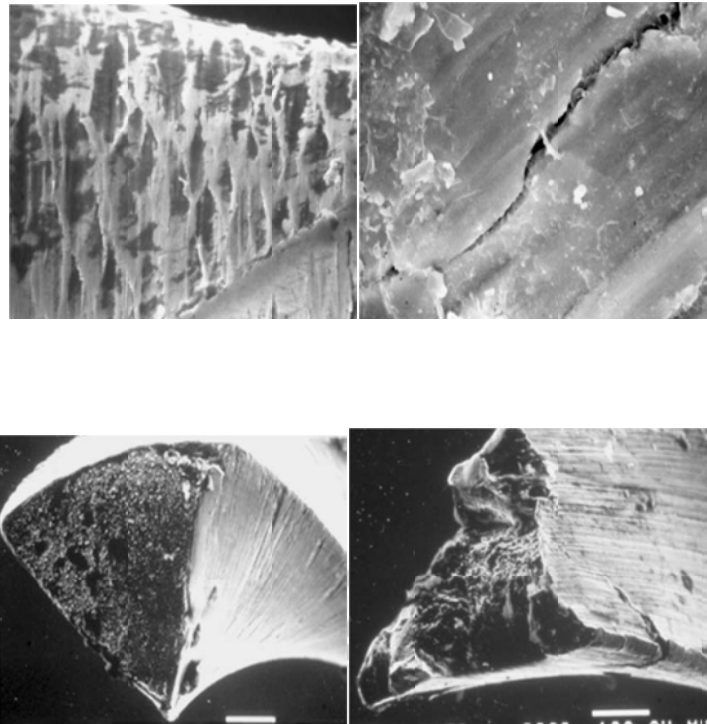


Figura 18: Diferentes tipos de fractura.

3.4.1 Fractura por torsión

Llamado estrés por torsión, este ocurre cuando un segmento del instrumento, generalmente la punta, se traba en las paredes del conducto radicular y queda inmobilizada sin poder vencer la resistencia de la dentina para producir el corte; en el otro extremo el instrumento está sometido a la fuerza de torsión axial generada por el motor al girar, así se crea un estrés que sobrepasa el límite de elasticidad del metal, se produce una deformación plástica seguida de fractura²¹.

También se le puede definir como la fuerza axial de ser torcido cuando una parte de la lima gira a una dirección diferente a otra parte, Cualquier distorsión de la lima es el resultado de torsión. Cuando una lima resiste la rotación durante la instrumentación

²¹Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato.Ob.Cit.pag.275.

manual con limas convencionales de taper .02, la fuerza a excesiva torsión generalmente puede ser percibida táctilmente y la fractura de la lima puede ser evitada.

El esfuerzo de torsión en un instrumento es principalmente el resultado de:

- ☑ La fuerza de corte, específicamente, cómo eficazmente un fragmento se forma y se desvía de la pared del canal.
- ☑ La fuerza del atornillado debido a las cuchillas en espiral que introducen en la pared del canal sin desviar las virutas que se forman.
- ☑ La fuerza de abrasión de la superficie de la lima que no corta la pared del canal.
- ☑ La fuerza del resultado de la deformación por la rotación en las curvaturas.
- ☑ La fuerza que ejercen los escombros en la pared del canal cuando se acumula en los canales²².
- ☑ La sección transversal del instrumento: La mayor sección tiende a mayor resistencia torsional. Por lo tanto entre dos instrumentos con el mismo diámetro de punta, el de mayor conicidad soportara mejor el estrés de torsión que el de menor conicidad.
- ☑ El torque: Cuanto mayor es la demanda de fuerza para que el instrumento gire y corte dentina e el conducto mayor será el estrés de torsión generado.
- ☑ La superficie de ajuste: Mayor superficie de ajuste del instrumento a las paredes del conducto radicular determinara mayor área de contacto, provocando mayor fricción, que demandara mas torque y el instrumento experimentara mayor estrés de torsión.
- ☑ La eficiencia de corte: Un instrumento con mayor poder de corte necesitara menos torque para cortar dentina y tendrá menor estrés torsional.

²²McSpadden John T. Ob.Cit. Pág. 40.

- ☑ La irrigación y lubricación: Ambos factores son importantes en el grado de contacto del instrumento con las paredes del conducto radicular, pues reducen el estrés de torsión. Con lubricación, la superficie del instrumento necesita menor torque, sin disminuir su capacidad de corte. El uso de lubricante reduce el estrés de torsión aproximadamente en un 20%.
- ☑ La cinemática de uso: Mayor presión en dirección apical hace que el instrumento quede propenso a “enroscarse” en las paredes del conducto y experimente mayor estrés de torsión. Para una cinemática de uso menos arriesgado se recomienda utilizar presión apical suave, no forzar el instrumento en el interior del conducto y controlar previamente el grado de ajuste y profundidad de inserción.
- ☑ De la patencia previa: Mantener la accesibilidad en el sistema de conductos radiculares reduce el estrés de torsión²³.

Para intentar evitar la fractura por torsión se ofrecen diseños que se puedan acomodar a fuerzas mayores, aunque la eficiencia puede permanecer sin cambios.

Generalmente las limas que tienen menor diámetro son más propensas a sufrir fractura por torsión, sin embargo, el desgaste de un diámetro pequeño puede por lo general ser detectados y evitados si esa parte del instrumento que es la más probable de quedarse en el canal, es la única parte que es involucrado en el canal. Cuando la diferencia entre el diámetro mayor y menor es mínima, los aumentos del torque son generalmente resultado por el aumento de presión aplicada. Si el torque y la presión requerida para que rote la porción de mayor diámetro exceden el torque necesario para la porción de

²³ Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato. Ob. Cit. pag. 276 y 277.

menor diámetro, la lima es vulnerable a detectar el estrés de la porción de mayor diámetro y no la del menor.

Para evitar la fractura por torsión también se puede instrumentar la porción cervical que tiene un diámetro mayor con limas de menor diámetro y por lo tanto más flexibles, pero hay que tener cuidado de desviarse y producir escalones.



Figura 19: Instrumento susceptible a sufrir fractura por torsión.

La capacidad de resistencia a la fractura por torsión de una lima depende del diámetro de la lima, de la masa de la sección transversal y del diseño. Si las limas tienen el mismo diámetro y el mismo diseño, pero la masa de la sección transversal es mayor, esta tendrá mayor resistencia a la fractura por torsión. Así también el diseño cumple un papel muy importante ya que si la sección trasversal está diseñada con muescas de mayores ángulos será más susceptible a sufrir fractura por torsión que limas con menores ángulos. Cambios abruptos en el diseño de la continuidad de las líneas rectas pueden resultar en puntos de concentración de esfuerzos o áreas de debilidad cuando se aplica tensión. Sin embargo las limas que tienen mayores puntos de concentración de esfuerzo tienen menor resistencia a la fractura por torsión que las limas de menor masa en la sección transversal. Generalmente, las limas con más espacios y más espirales tendrán

mayor flexibilidad, pero menos resistencia a la fractura por torsión. Sin embargo las limas fabricadas por medios de torsión como es el caso de la lima Twisted File, hace que el metal se endurezca al momento del trabajo y así tener mayor resistencia a la fractura por torsión.

Si se utiliza una lima con un torque mayor al requerido en un diámetro del conducto menor es más probable una fractura por torsión ya que es mucha fuerza en el motor para esa lima. Es por esto que se introdujo en el mercado los motores con control de torque que nos ayudan a disminuir la fractura por torsión.

3.4.2 Fractura por fatiga cíclica

3.4.2.1 Definición de fractura cíclica

La fatiga de la lima es el resultado de cualquier estrés repetitivo que se produce, en su mayor parte durante la flexión, mientras gira en torno a una curvatura del canal y está estrechamente relacionado con el diámetro de la lima. Una lima puede soportar más tensión durante una sola rotación en torno a una curvatura que después de numerosas rotaciones. La fatiga del metal por lo general comienza en defectos minutos en la superficie de la lima o en los puntos de concentración de esfuerzos en el diseño que resultan por la formación de grietas de tensión. La fractura por fatiga se ve complicada por las tensiones que resultan de discontinuidades geométricas, porosidades, inclusiones, y el sobrecalentamiento que es producido durante la fabricación. El conocimiento de la relación del tamaño de la lima que se utiliza con la anatomía del

conducto es importante cuando se trata de los esfuerzos combinados con el torque y la fatiga²⁴.

La fatiga comienza a manifestarse por pequeñas fisuras en la superficie del instrumento, que después se propagan hacia su interior y producen la fractura; por eso es necesario observar con lupa de aumento la superficie de los instrumentos después del uso, para evitar eliminarlos anticipadamente²⁵.

3.4.2.2 Factores que intervienen en la fractura cíclica

Durante la rotación continua alrededor de una curvatura, cada superficie de la lima se somete a compresión y tensión y es en ese momento donde comienza la fatiga de la lima.



Figura 20: Deformación que sufre una lima después de continuas rotaciones.

En general, cuanto mayor es la distancia entre el estrés de la tensión y el estrés de la compresión, cuanto mayor es la tensión total en el instrumento, cuanto menor sea el

²⁴McSpadden John T. Ob.Cit. Pág. 44 a 51.

²⁵Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato.Ob.Cit.pag.277.

diámetro de una lima, más tiempo puede girar alrededor de una curvatura sin fracturarse por fatiga. La resistencia de la lima a la fatiga tiene una estrecha relación inversa con el radio de la lima. Por lo tanto, un tamaño de 0,20 mm de diámetro resiste a la fatiga aproximadamente el 50% más de un tamaño 0,25 mm de diámetro a pesar de que la diferencia en los diámetros es de sólo 0,05 mm. Como el diámetro de una lima aumenta la conicidad se hace mayor, mientras va progresando a través de una curvatura, el estrés en la lima finalmente alcanza el punto de fractura potencial y el uso de la lima debe darse por concluido a favor de un menor diámetro o conicidad menor. Es importante señalar que la forma cónica, así como el diámetro, también juegan un papel importante en la determinación de la resistencia de la lima a la fatiga.

La tensión se concentra sobre una distancia más corta de una lima con una conicidad más grande y la propensión a la fatiga se incrementa. Se debe tener en cuenta que la presión en el extremo de la punta de la lima que es más flexible, se mostrará con mucho más flexión que en el extremo del mango que es de mayor diámetro y más rígido.

En general, la lima que sea más flexible es también más resistente a la fatiga. Este es sin duda de las limas que tienen un diseño igual o similar. Sin embargo, así como con la resistencia a la torsión, la resistencia a la fatiga depende no solo del diámetro y la masa, sino también del diseño y la calidad de la fabricación. Las limas del mismo tamaño y diámetro pero con menor sección transversal tienen mucha más flexibilidad y por lo tanto se espera que la superficie sea más resistente a la fatiga cíclica. Sin embargo, la flexibilidad no se distribuye de manera uniforme sobre la longitud completa de la lima, pero tiene áreas específicas intermitentes de una mayor flexibilidad en la concentración de puntos de esfuerzo. El diseño de los instrumentos parece tener una especial importancia en lo que se refiere a la fatiga cíclica. Es importante tener en cuenta que

estas zonas de concentración de esfuerzos también son más susceptibles a la fractura por torsión.

Considerando que la fractura por torsión es más vulnerable en puntos de concentración en el diseño de la sección transversal, la fatiga es más dependiente de la concentración de puntos de esfuerzo en la sección transversal.

La forma de la lima en su circunferencia también determina la resistencia de la lima a la fatiga.

Dos de los medios más comunes para aumentar la flexibilidad son: Disminuir el área de la sección transversal y aumentar la profundidad de las acanaladuras para aumentar el número de espirales.

Las características de flexibilidad de una lima difieren entre los instrumentos formados por torsión y los formados por tallado. Como se ha señalado, más espirales en la superficie de las limas de NiTi da como resultado una mayor flexibilidad, disminuye la resistencia a la torsión y aumenta la concentración de puntos de esfuerzo durante la flexión, pero generalmente aumenta su resistencia a la fatiga. El aumento se debe a más cortes a través del grano cristalino del metal que también disminuye su resistencia a la fractura por torsión.

3.4.2.3 Formas de disminuir la fractura cíclica

Para disminuir la tendencia de un instrumento a sufrir fractura por fatiga cíclica se debe tener en cuenta el número de rotaciones, el diámetro de la lima, la conicidad de la lima,

el diseño de la lima, y el grado de curvatura, a fin de determinar la forma de evitar la fatiga²⁶.

Para evitar el estrés de flexión o fatiga hay que tener en cuenta:

- ☑ Radio de curvatura: Es el factor de mayor incidencia, pues el menor radio de curvatura determina mayor fatiga cíclica por eso es importante la selección clínica previa del instrumento que logre girar en esa curvatura de forma segura.
- ☑ Velocidad y tiempo: Mayor velocidad y mayor tiempo aumentan la fatiga cíclica por la reiterada repetición de los ciclos.
- ☑ Cinemática de uso: La rotación en un punto fijo de una curvatura del conducto radicular aumenta la fatiga. Por esta razón es que siempre se recomienda hacer movimientos de vaivén y evitar que el instrumento permanezca girando en un mismo punto (longitud)²⁷.

3.5 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

- ☑ “In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files”, Ricardo Castell_o-Escriv_a, DDS, Teresa Alegre-Domingo, DDS, MSc, Vicente Faus-Matoses, DDS, MSc, Sophie Rom_an-Richon, DDS, MSc, and Vicente J. Faus-LI_acer, MD, DDS, MSc, PhD.

²⁶McSpadden John T. Ob.Cit_ Pág. 51 a 54

²⁷Leonardo Mario Roberto & de Toledo Leonardo Renato.Ob.Cit.pag.280.

El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fatiga cíclica de 3 instrumentos endodónticos de níquel-titanio (NiTi) Protaper, Waveone (WO) y Twisted (TF).

El método empleado fue: La prueba a la fatiga cíclica se llevó a cabo por los instrumentos operativos de Protaper f2, WO 25 .08 y TF 25 .08. Un total de 184 instrumentos se hicieron girar en 4 canales artificiales con curvas de diferentes ángulos y radios de curvatura. Se calculó el tiempo y los ciclos hasta la fractura. Los datos fueron comparados mediante el uso de análisis de 2 vías de varianza ($p < 0,05$).

Los resultados fueron: en general, la lima WO fue el más resistente a la fractura por fatiga de los instrumentos probados, y TF mostró un mayor número de ciclos antes de la fractura que Protaper.

En conclusión: el movimiento del instrumento WO mostró una resistencia mayor a la fatiga cíclica que la del movimiento giratorio convencional de TF y Protaper. El nuevo proceso de fabricación de torsión de los instrumentos TF produjo una mayor resistencia a la fatiga que los instrumentos Protaper producidos con el método tradicional de tallado.

“Microtomography-based Comparison of Reciprocating Single-File F2 ProTaper Technique versus Rotary

Full Sequence”, Frank Paquè, Dr med dent,* Matthias Zehnder, Dr med dent, PhD,*and Gustavo De-Deus, DDS, MS, PhD.

Una técnica de preparación con un solo instrumento fue propuesto sobre la base del movimiento alternativo, movimiento del instrumento ProTaper F2. El presente estudio fue diseñado para evaluar cuantitativamente los resultados obtenidos en la preparación del conducto con esta técnica.

El método utilizado fue:

Se utilizaron 25 primeros molares inferiores extraídos de humanos con 2 conductos radiculares mesiales separados. En un grupo se realizó una preparación convencional rotativa utilizando Protaper, y en otro grupo se realizó la instrumentación con un solo instrumento F2 Protaper.

Se evaluaron los siguientes parámetros: los cambios en el volumen de la dentina, el porcentaje de las paredes del canal en forma y grado de transporte del canal. Además, el tiempo requerido para alcanzar la longitud de trabajo

Los resultados fueron: No hubo diferencias con respecto a la curvatura del canal de la raíz y el volumen entre los grupos experimentales.

En general, la instrumentación condujo a las formas del canal agrandados sin evidencia de errores de preparación. No hubo diferencias estadísticas entre las técnicas de a excepción de un canal de transporte significativamente mayor causado por el instrumento de movimiento alternativo en el tercio coronal del canal.

Por otro lado, la preparación fue más rápido mediante el uso de la técnica de un solo instrumento.

Conclusión: Con la técnica ProTaper F2 de un solo instrumento
Fue más rápido llegar a la longitud de trabajo.

“Cyclic Fatigue and Fracture Characteristics of Ground and Twisted Nickel-Titanium Rotary Files”, Hyeon-Cheol Kim, DDS, MS, PhD,* Jiwan Yum, DDS, MS,* Bock Hur, DDS, MS, PhD,*and Gary Shun-Pan Cheung, MDS, MSc, PhD.

Los objetivos de este estudio fueron: comparar la resistencia a la fatiga de los instrumentos rotatorios de NiTi tradicionales con el Twisted File, analizar las características de la fractura del fragmento fatigado.

El método utilizado: Se utilizó el instrumento # 25, 0.06 cónico, TF (SybronEndo), Carrera (FKG Dentaire), Helix (Diadent), y ProTaper F1 (Dentsply Maillefer) se sometieron a una prueba de fatiga cíclica (flexión de rotación). El tiempo hasta la fractura se registró a calcular el número de revoluciones para cada instrumento.

Los datos compararon las diferencias utilizando el análisis de la varianza.

Resultados: TF mostró una resistencia significativamente mayor a la fatiga cíclica que otras limas de níquel-titanio que fueron fabricados con un proceso de tallado.

Conclusiones: Los instrumentos con abundantes estrías parecían tener un mayor riesgo de fatiga.

4. HIPÓTESIS

Dado que:

El sistema Twisted File está fabricado mediante un proceso de torsión y calor, la cual le otorga propiedades físicas y mecánicas al realizar la instrumentación; y el sistema Reciproc está fabricado mediante un proceso de tallado.

Es probable:

Que el sistema Twisted file nos ofrezca una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con el sistema Reciproc.



II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1 Técnica

Observación laboratorial.

1.2 Instrumentos

a. Instrumento documental

Se utilizarán fichas de observación laboratorial

b. Instrumentos

- Motor de endodoncia Silver Reciproc
- Motor Element's motor de SybronEndo.
- Limas rotatorias de Níquel-Titanio Twisted File
- Limas reciprocantes de Níquel-Titanio Reciproc
- Conductos simulados de acero
- Pinzas
- Regla endodontica
- Cámara Digital SONY
- Computadora portátil TOSHIBA
- Cronometro Digital Radio Shack

1.3 Materiales

- Guantes
- Barbijos
- Gasas
- Algodón
- Campos de trabajo
- Lentes de protección
- Mandil
- Gorro
- Aceite Diesel GTX

1.4 Método

Para la elaboración de este proyecto

Se empleó un conducto simulado el cual fue confeccionado por SybronEndo. Este conducto simulado es una placa de metal la cual estuvo untada permanentemente con aceite diesel GTX para reducir la fricción del instrumento y evitar el roce con el metal. Se utilizó una angulación de 90° y una curvatura de radio de 8mm.

Se colocaron los instrumentos Reciproc R25 en el motor de endodoncia Silver Reciproc en modo Reciproc (El modo Reciproc tiene 350 rpm) el cual está configurado por el fabricante y no puede modificarse ni la velocidad ni el torque.

Así también se colocaron los instrumentos Twisted File en el motor Element's motor de SybronEndo en el modo Twisted File Adaptive (el fabricante no da a conocer la velocidad ni el torque).

Todos los instrumentos de cada grupo fueron accionados por un mismo operador experto y con una misma cinemática de uso.

Para la toma del tiempo

Se utilizó un cronometro digital el cual midió el tiempo en centésimas de segundos, desde el inicio del funcionamiento del motor hasta el momento en que se produce la fractura. También se midió el tamaño del fragmento fracturado y se realizó una comparación de los dos grupos.

2 CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.4 Ubicación espacial

La evaluación se realizó en los ambientes de la Universidad Católica de Santa María y consulta privada, en la ciudad de Arequipa, departamento de Arequipa, Perú

2.5 Unidades de estudio

2.5.1 Opción

Se optó por grupos.

2.5.2 Manejo metodológico

a) Identificación de los grupos

Grupo 1: Limas Twisted File 25.08 (25mm de diámetro en la punta y taper de 0.08mm)

Grupo 2: Llimas Reciproc R25 (25mm de diámetro en la punta y taper de 0.08mm)

La prueba piloto se hizo con dos instrumentos por cada grupo para verificar la viabilidad de la investigación y la medición de la variable.

b) Control de los grupos

Criterios de inclusión:

Número de lima 25

Taper .08

Criterios de exclusión:

Numero de limas por cada sistema

Color de la lima

c) Tamaño de los grupos

Datos:

E/S (Tamaño estandarizado del efecto) = 0.90

Por antecedentes investigativos

Por pruebas piloto

Por un experto

$-\alpha: 0.01 \text{ a } 0.10 = 0.05 = 5\%$

$-\beta: 0.05 \text{ a } 0.20 = 0.20$

Cruce de valores:

E/S $\alpha = 0.05 / \beta = 0.20$



0.90 → n= 15 limas por cada grupo

d) Formalización de los grupos

GRUPOS	Nº
Twisted File	15
Reciproc	15

2.6 Temporalidad

Esta investigación comprende de ser transversal y prospectiva debido a que se realizaron mediciones antes y después del procedimiento. Es considerado de actualidad puesto que se realizó en los medios de Abril y Mayo del 2013.

3 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4 Organización

- Planteamiento y permiso de la Dirección Odontológica de la Universidad Católica de Santa María y de la consulta privada.
- Solicitud formal a la facultad de Odontología de la UCSM, contando con el proyecto de tesis.
- Prueba piloto

3.5 Recursos

a. Recursos Humanos

- Autor: Stephanie Isabel Díaz Zamalloa
- Asesor: Dr. Oscar Ladrón de Guevara Málaga

b. Recursos Físicos

- Fichas de recolección de datos
- Cronometro Digital
- Impresora HP
- Cámara digital SONY
- Computadora portátil TOSHIBA
-

c. Recursos económicos

Autofinanciado por el autor

d. Recurso Institucional

Instalaciones de la Clínica Odontológica de la UCSM y consulta privada.

3.6 Validación del instrumento

El instrumento se someterá a una prueba piloto en el 10% de los casos con el propósito de probar la eficacia para recoger la información, esta prueba piloto permitirá establecer el método adecuado para la recolección de la muestra y para elaborar la ficha de registro de datos de los casos estudiados.

4 ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

4.4 A nivel de sistematización:

a. Tipo de procesamiento

La información fue procesada manual y computarizadamente con ayuda del paquete EPI-INFO versión 6.0

b. Plan de operaciones

- Clasificación de datos

Los datos serán ordenados en una matriz de sistematización

- Recuentos

Los datos clasificados se contabilizaron computacionalmente utilizando matrices de sistematización (Excel)

- Codificación

TF: Instrumento Twisted File 25.08

R: Instrumento Reciproc R25

- Análisis

Se halló la media, la desviación estándar, el valor mínimo y el valor máximo, para establecer si existen o no diferencias entre los grupos de estudio respecto a la fatiga cíclica, se utilizó la prueba estadística T de Student a un 95%.

- Tabulación
 - Matrices de datos obtenidos
 - Matrices de datos procesados
 - Matrices de datos estadísticos

- Graficación

Las graficas corresponderán a la comparación entre las variables

- Gráficos de barra

4.5 A nivel del estudio de los datos

4.5.1 Metodología de la interpretación

Se apelo a la jerarquización de los datos, se tomaron en cuenta los datos más resaltantes, comparándolos para establecer similitudes y diferencias y se hará una apreciación crítica de los datos.

4.5.2 Modalidades interpretativas

Se optará por una interpretación subsiguiente a cada cuadro y una discusión global de los datos.

4.5.3 Operaciones para interpretar los datos

Se utilizará: Análisis- síntesis, comparación, inducción- deducción

4.6 A nivel de conclusiones

a) Nivel de profundidad analítica

Las conclusiones fueron formuladas de acuerdo al análisis estadístico planteado para el trabajo de investigación.

b) Nivel de logro de los objetivos

Se realizaron las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación.


4.7 A nivel de las recomendaciones

a) Forma, sugerencias, programas y proyectos

Se establecieron sugerencias en base a los resultados y a las conclusiones del trabajo de investigación.

b) Orientación

Las recomendaciones están orientadas a nivel de la línea de investigación y de aplicación práctica en el ejercicio de la endodoncia



CAPÍTULO III
RESULTADOS

TABLA N°1

TIEMPO DE FATIGA CICLICA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE

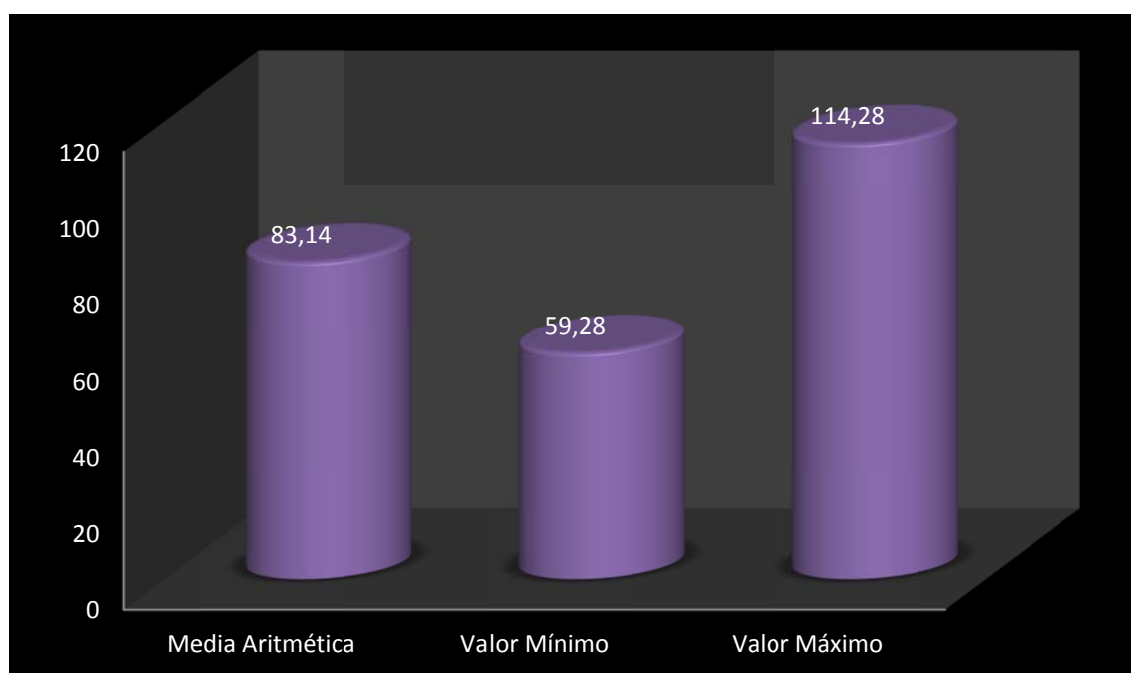
TWISTED FILE	Tiempo (seg.)
Media Aritmética	83.14
Mediana	86.34
Desviación Estándar	16.47
Valor Mínimo	59.28
Valor Máximo	114.28
Total	15

Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

En el cuadro 1 podemos observar que el promedio del tiempo de fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio Twisted File antes de que lleguen a la fractura es de 83.14 segundo; también podemos apreciar que el tiempo máximo obtenido es de 114.28 segundos, en tanto el tiempo mínimo es de 59.28 segundos.

GRÁFICA N° 1

TIEMPO DE FATIGA CICLICA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE



Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

TABLA N°2

TAMAÑO DE FRACTURA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE

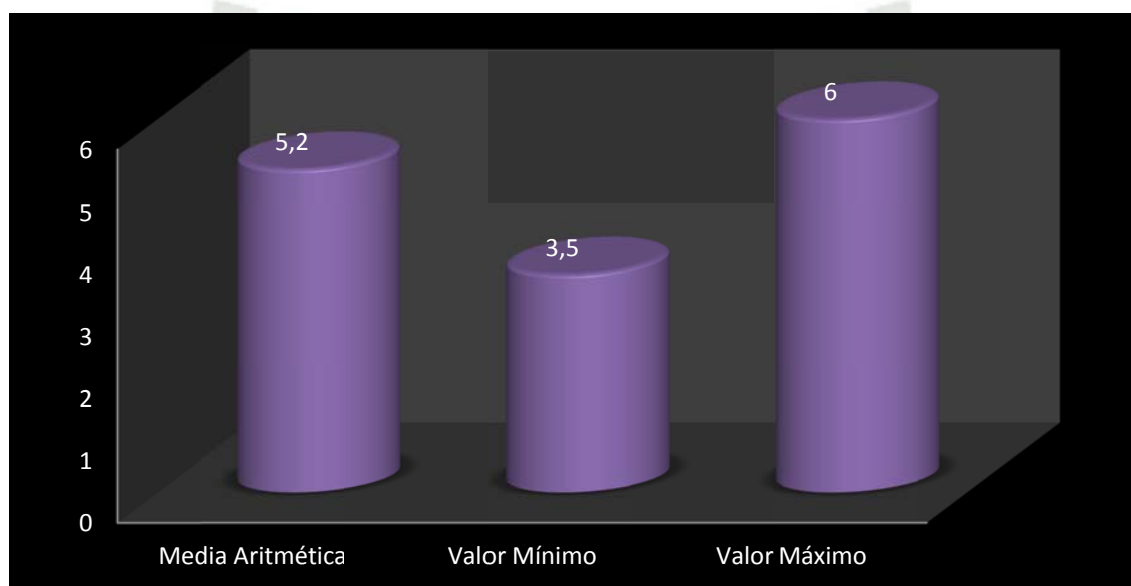
TWISTED FILE	Tamaño de Fractura (mm.)
Media Aritmética	5.20
Mediana	5.50
Desviación Estándar	0.81
Valor Mínimo	3.5
Valor Máximo	6.0
Total	15

Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

En el cuadro 2 podemos observar que el promedio del tamaño de la fractura de los instrumentos de níquel-titanio Twisted File después de sufrir fatiga cíclica es de 5.20 mm; también podemos apreciar que el mayor tamaño de fractura es de 6.0 mm y el menor tamaño de fractura de de 3.5 mm.

GRÁFICA N° 2

TAMAÑO DE FRACTURA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE



Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

TABLA N°3

TIEMPO DE FATIGA CICLICA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC

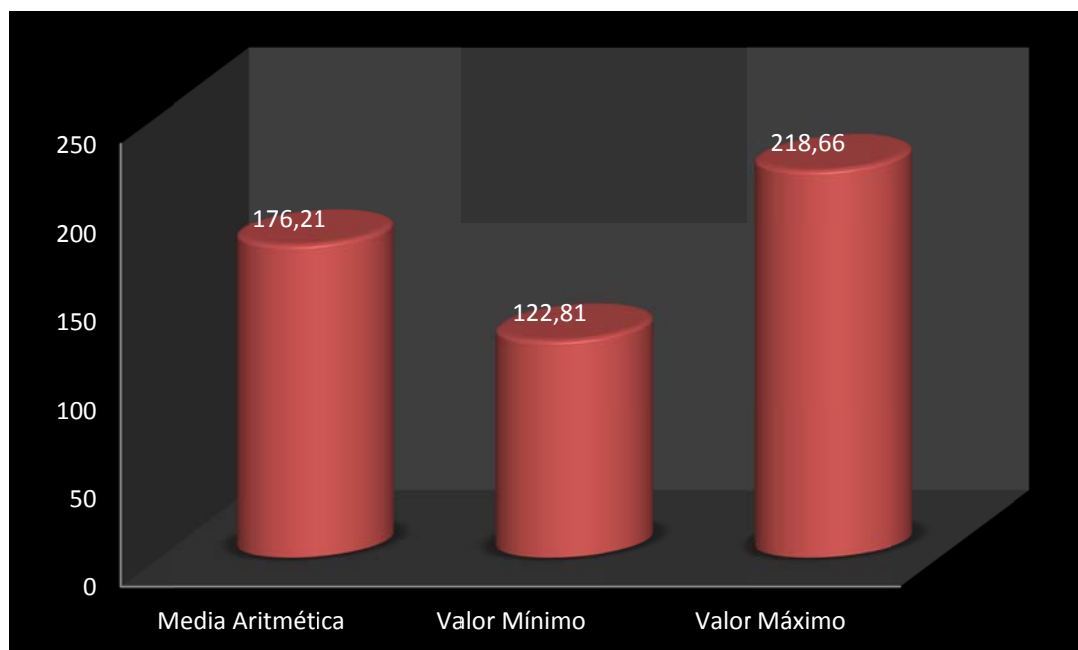
RECIPROC	Tiempo (seg.)
Media Aritmética	176.21
Mediana	178.85
Desviación Estándar	27.13
Valor Mínimo	122.81
Valor Máximo	218.66
Total	15

Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización).

En el cuadro 3 podemos observar que el promedio del tiempo de fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio Reciproc antes de que lleguen a la fractura es de 176.21 segundos; también podemos apreciar que el tiempo máximo obtenido es de 218.66 segundos, en tanto el tiempo mínimo es de 122.81 segundos.

GRÁFICA N°3

TIEMPO DE FATIGA CICLICA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC



Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

TABLA N°4

TAMAÑO DE FRACTURA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC

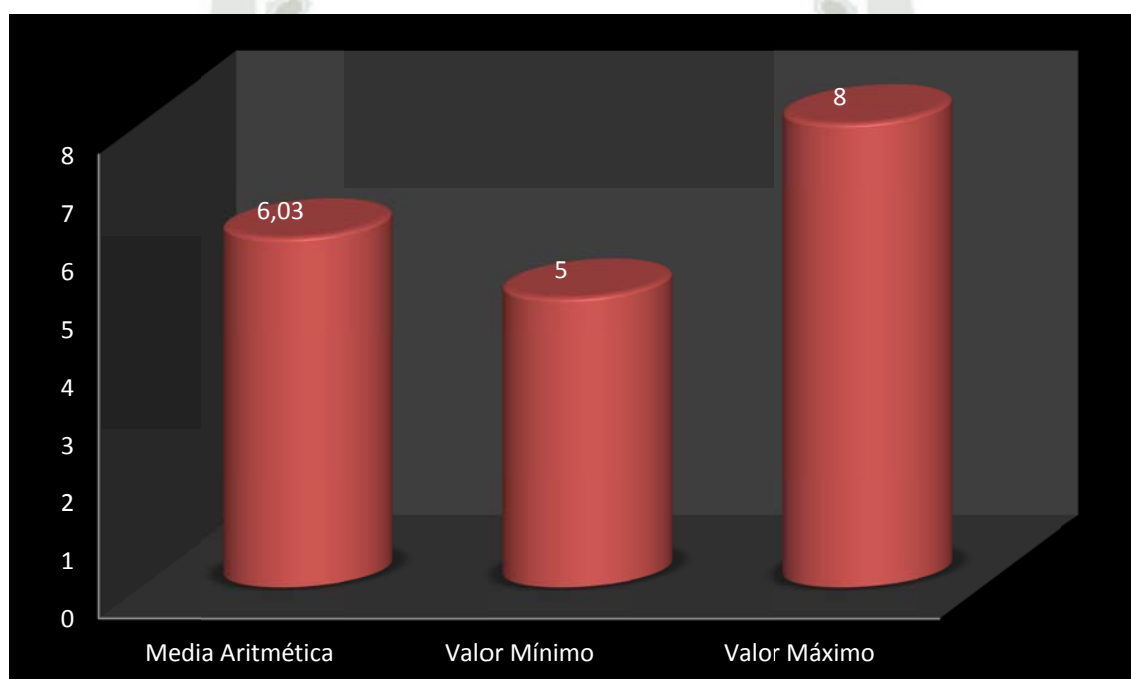
RECIPROC	Tamaño de Fractura (mm.)
Media Aritmética	6.03
Mediana	6.0
Desviación Estándar	0.91
Valor Mínimo	5.0
Valor Máximo	8.0
Total	15

Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización).

En el cuadro 4 podemos observar que el promedio del tamaño de la fractura de los instrumentos de níquel-titanio Reciproc después de sufrir fatiga cíclica es de 6.03 mm; también podemos apreciar que el mayor tamaño de fractura es de 8.0 mm y el menor tamaño de fractura de de 5 mm.

GRÁFICA N°4

TAMAÑO DE FRACTURA DE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC



Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

TABLA N°5

COMPARACION DEL TIEMPO DE FATIGA CICLICA ENTRE LOS INSTRUMENTOS DE
NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE Y LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC

Tiempo (seg.)	Grupo de Estudio	
	Twisted File	Reciproc
Media Aritmética	83.14	176.21
Desviación Estándar	16.47	27.13
Total	15	15

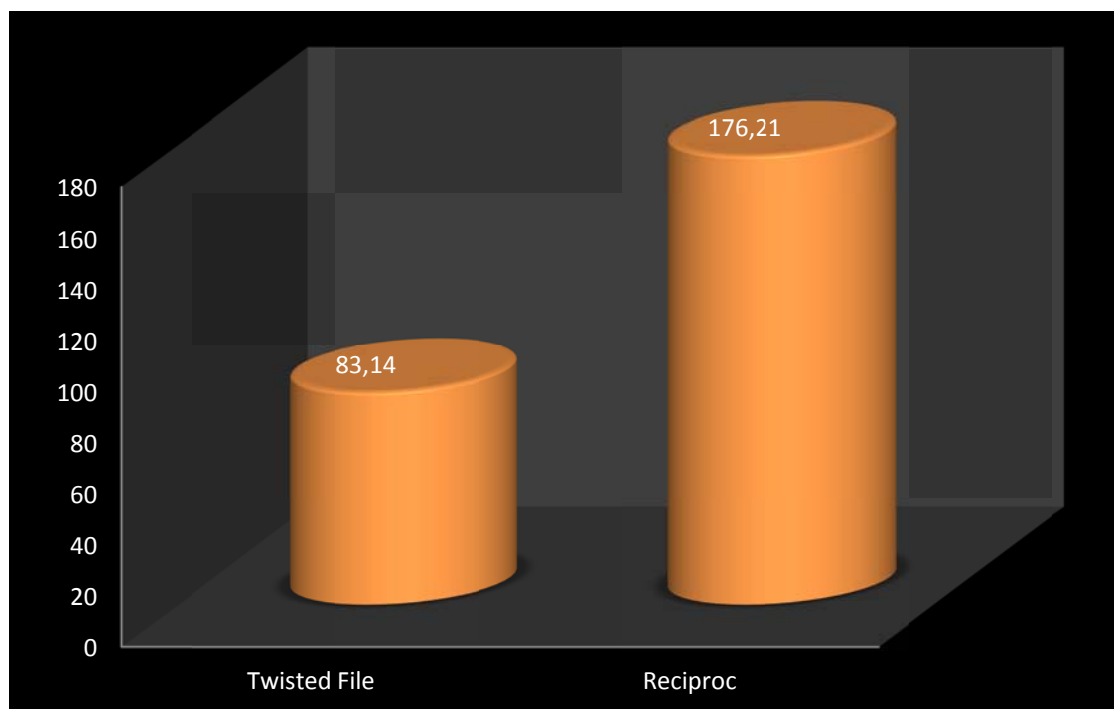
$P = 0.000$ ($P < 0.05$) S.S.

Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

En el cuadro 5 podemos observar que el promedio de tiempo de fatiga cíclica antes de la fractura en los instrumentos de níquel-titanio Twisted File es de 83.14 segundos, mientras que en los instrumentos de níquel-titanio Reciproc es de 176.21 segundos; según la prueba estadística estas diferencias son significativas, por lo tanto los instrumentos de níquel-titanio Reciproc son más resistentes a la fatiga cíclica.

GRÁFICA N°5

COMPARACION DEL TIEMPO DE FATIGA CICLICA ENTRE LOS INSTRUMENTOS DE
NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE Y LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC



Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

TABLA N°6

COMPARACION DEL TAMAÑO DE FRACTURA ENTRE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-
TITANIO TWISTED FILE Y LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC

Tamaño de Fractura (mm.)	Grupo de Estudio	
	Twisted File	Reciproc
Media Aritmética	5.20	6.03
Desviación Estándar	0.81	0.91
Total	15	15

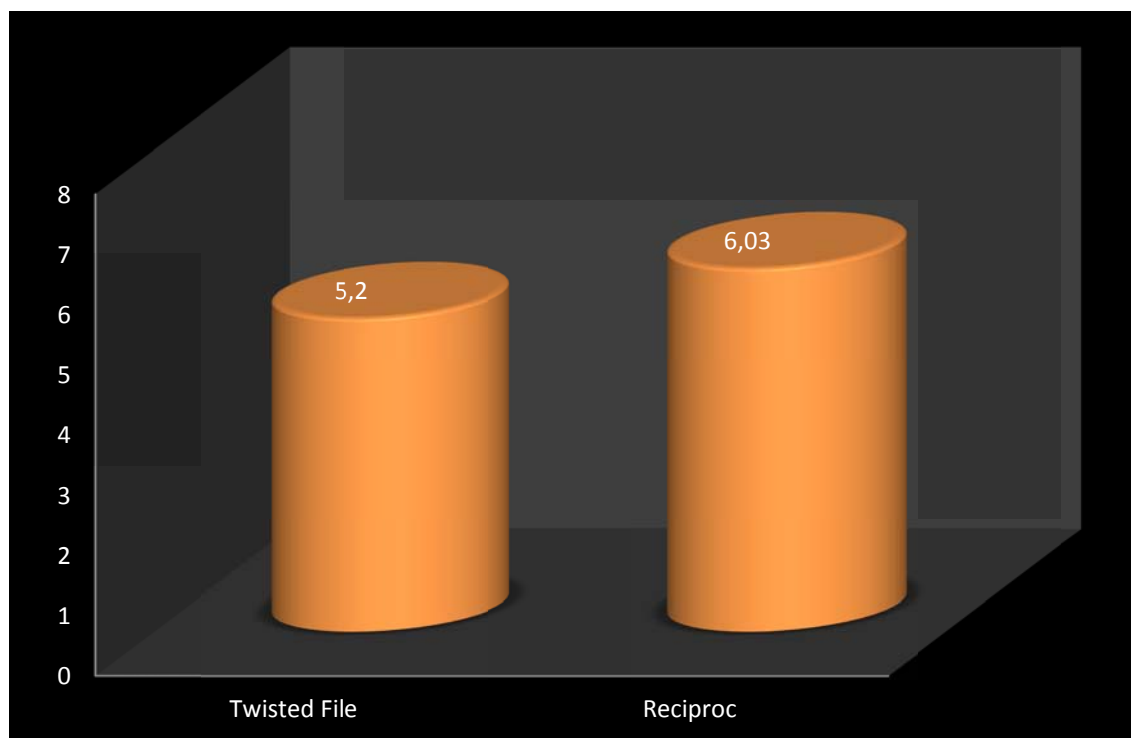
$P = 0.014$ ($P < 0.05$) S.S.

Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización).

En el cuadro 6 podemos observar que el promedio del tamaño de fractura después de sufrir fatiga cíclica en los instrumentos de níquel-titanio Twisted File es de 5.20 mm, mientras que en los instrumentos de níquel-titanio Reciproc es de 6.03 mm; según la prueba estadística, estas diferencias son significativas por lo tanto los instrumentos de níquel-titanio Twisted File presentan un menor tamaño de fractura.

GRÁFICA N°6

COMPARACION DEL TAMAÑO DE FRACTURA ENTRE LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO TWISTED FILE Y LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO RECIPROC



Fuente: Elaboración propia (Matriz de Sistematización)

CONCLUSIONES

Primera: El tiempo de fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio Twisted File fue de 83.14 segundos.

Segunda: El tiempo de fatiga cíclica de los instrumentos de níquel titanio Reciproc fue de 176.21 segundos.

Tercera: De los dos sistemas los instrumentos de níquel –titanio Reciproc presentaron mayor resistencia a la fatiga cíclica.

Cuarta: El nivel de fractura de los instrumentos de níquel-titanio Twisted File fue de 5.20 milímetros.

Quinta: El nivel de fractura de los instrumentos de níquel-titanio Reciproc fue de 6.03 milímetros.

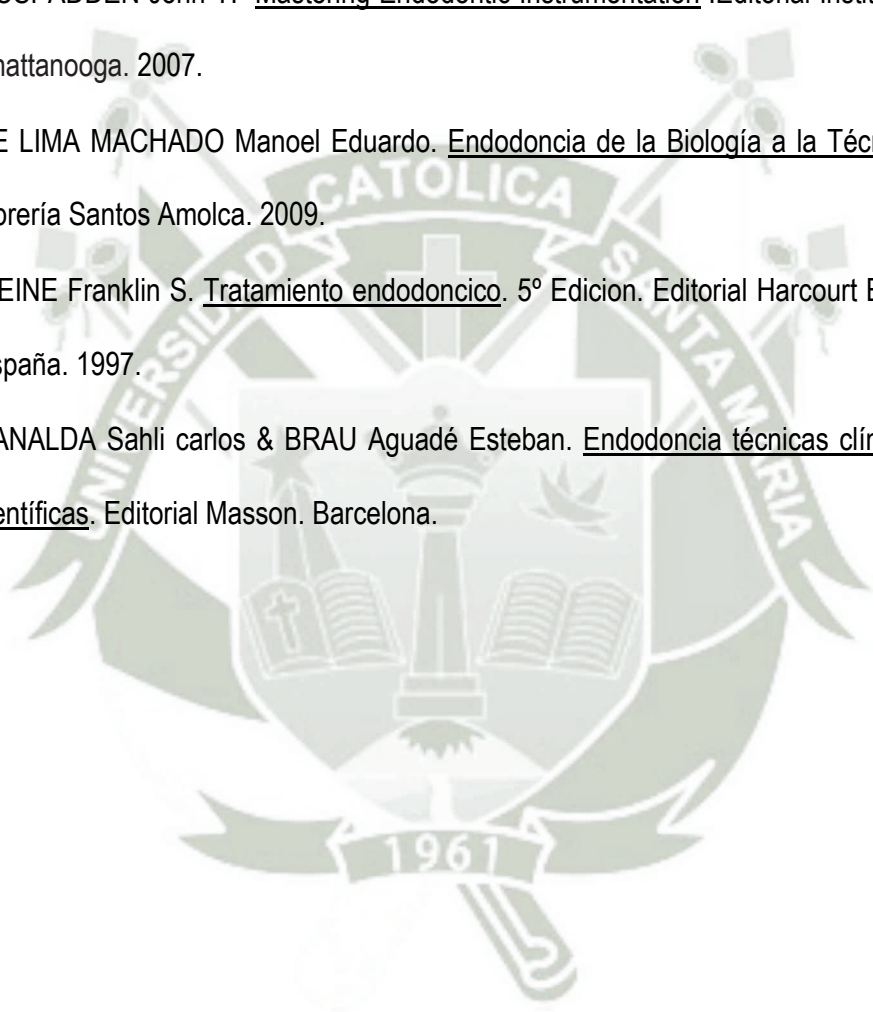
Sexta: De los dos sistemas los instrumentos los instrumentos de níquel-titanio Twisted File presentaron un menor tamaño de fractura.

RECOMENDACIONES

1. Al profesional, se recomienda tener un control de uso que le da a las limas Twisted file y Reciproc para no sobrepasarse y así prevenir accidentes, ya que a pesar de tener muy buenas propiedades físicas, pueden llegar a la fractura por fatiga cíclica.
2. Se recomienda realizar estudios sobre la resistencia a la fatiga cíclica empleando dientes naturales extraídos de humanos.
3. Se recomienda estar informado sobre los diferentes sistemas y sus ventajas y desventajas que presenten, para poder hacer una buena elección del instrumento a utilizar, conociendo sus características y propiedades.
4. Se recomienda utilizar un sistema mecanizado recíprocante por presentar un mayor tiempo de vida útil del instrumento.

BIBLIOGRAFÍA

- LEONARDO Mario Roberto & De TOLEDO Leonardo Renato. Conceptos Biológicos y Recursos tecnológicos. 3ª edición. Editorial Artes Medicas Latinoamérica. Sao Paulo. 2009.
- MCSPADDEN John T. Mastering Endodontic Instrumentation. Editorial Instituto Clouland. Chattanooga. 2007.
- DE LIMA MACHADO Manoel Eduardo. Endodoncia de la Biología a la Técnica. Editorial Librería Santos Amolca. 2009.
- WEINE Franklin S. Tratamiento endodoncico. 5ª Edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid España. 1997.
- CANALDA Sahli carlos & BRAU Aguadé Esteban. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson. Barcelona.



HEMEROGRAFÍA

- Hyeon-Cheol Kim, Jiwan Yum, Bock Hur & Shun-Pan Cheung Gary. Cyclic Fatigue and Fracture Characteristics of Ground and Twisted Nickel-Titanium Rotary Files. American Association of Endodontists.vol.36.Num.1. 2010.
- Castell Ricardo, Alegre-Domingo Teresa, Faus-Matoses Vicente, Rom_an-Richon Sophie & J. Faus-LI_acer Vicente. In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files. American Association of Endodontists.Vol 38. Num 11. November 2012.
- Paquè Frank, Zehnder Matthias & De-Deus Gustavo. "Microtomography-based Comparison of Reciprocating Single-File F2 ProTaper Technique versus Rotary Full Sequence.American Association of Endodontists.2011.
- Dr.Richard Mounce. The Twisted File: A new paradigm in canal enlargement. Art.33.Dentistry Clinical.2008.
- Yared Ghassan. Preparacion del conducto con un solo instrument reciproco sin limado manual previo: Un nuevo concepto. 2012
- Gambarini Gianlca & Glassman Gary. TF Adaptive: A novel approach to Nickel-Titanium instrumentation, Rotary when you want it, reciprocant when you need it. Gianluca Gambarini. Oralhealth. Mayo 2013.
- Nicoll T, Oestreich L, Tang C, Ravi VA. Advanced design proven performance.
- Yared Ghassan. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. International Endodontic Journal.2007

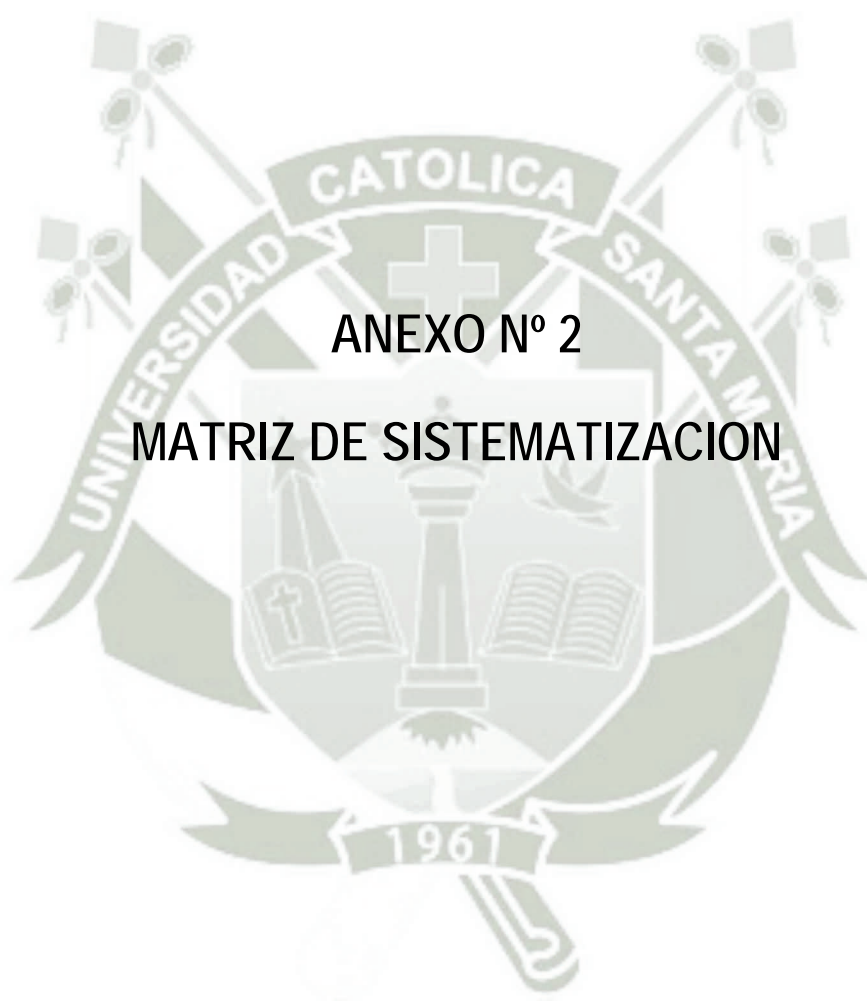


ANEXOS



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

N°	TIEMPO			TAMAÑO DE FRACTURA
	MINUTOS	SEGUNDOS	MICROSEGUNDOS	
	(min)	(seg)	(μ s)	(mm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN

TWISTED FILE				
N°	TIEMPO			TAMAÑO DE FRACTURA
	MINUTOS	SEGUNDOS	MICROSEGUNDOS	
	(min)	(seg)	(μ s)	
1	1	27	57	5.5
2	1	04	31	5.5
3	1	28	90	5
4	1	01	75	6
5	1	28	06	6
6	0	59	40	6
7	1	22	47	4
8	1	54	28	5
9	1	37	84	6
10	1	39	53	6
11	0	59	28	5.5
12	1	26	34	4
13	1	20	62	5
14	1	39	59	5
15	1	17	25	3.5

RECIPROC				
N°	TIEMPO			TAMAÑO DE FRACTURA
	MINUTOS	SEGUNDOS	MICROSEGUNDOS	
	(min)	(seg)	(μ s)	
1	2	23	65	7
2	3	04	00	7
3	2	38	47	7
4	2	25	59	6
5	3	20	59	5
6	2	58	68	5
7	3	30	25	5
8	2	02	81	6
9	2	47	03	5.5
10	2	58	85	5.5
11	3	12	00	8
12	2	38	12	6
13	3	38	66	6.5
14	3	25	25	6
15	2	59	25	5





Limas Reciproc R25



Limas Twisted File 25.08



Motor Element's de SybronEndo y motor Silver Reciproc



Instrumentos después de sufrir fatiga cíclica con sus respectivos fragmentos fracturados



Conducto Simulado Metálico



Cronómetro