



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA CENTRO UNIVERSITARIO DE
ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ESPECIALIDAD DE ORTODONCIA

TESIS

COMPARACION DE CORROSION EN ARCOS RECTANGULARES NIQUEL-
TITANIO TERMOACTIVADOS DE 5 DIFERENTES MARCAS COMERCIALES
IN VIVO.

PRESENTA:

C. D. HUGO ANTONIO PÉREZ CAMPOS RODRÍGUEZ.

ASESOR:

C.D.E.O. VIDAL ALMANZA AVILA

COASESOR:

M.C.. HECTOR RUIZ REYES.

MORELIA, MICHOACÁN
MÉXICO
2009

INDICE

	PÁGINA
RESUMEN. -----	1
1. INTRODUCCIÓN. -----	2,3
2. ANTECEDENTES. -----	4
2.1 Definición de corrosión. -----	4,5
2.2 Características de los arcos NiTi. -----	5,6
2.3 Enfermedades inducidas por el Níquel. -----	6-8
2.3.1 Reacciones alérgicas alergia por el Níquel. -----	8-10
2.3.2 Citotoxicidad de iones. -----	11
2.4 Antecedentes Específicos. -----	12-20
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. -----	21
4. JUSTIFICACIÓN. -----	22
5. HIPÓTESIS. -----	23
6. OBJETIVOS. -----	24
6.1 Objetivo general. -----	24
6.2 Objetivos específicos. -----	24
7. MATERIAL Y MÉTODOS. -----	25
7.1 Universo de estudio. -----	25
7.2 Clasificación del estudio. -----	25
7.3 Criterios de elegibilidad. -----	25
7.3.1 Criterios de inclusión. -----	25
7.3.2 Criterios de no inclusión. -----	25

7.4 Metodología. -----	PÁGINA 26
8. RESULTADOS. -----	27-82
9. DISCUSION. -----	83-85
10. CONCLUSION. -----	86
11. REFERENCIAS. -----	87-89
12. ANEXOS. -----	90

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la corrosión en 5 diferentes marcas comerciales de arcos Níquel-Titanio termoactivados (Adenta, Ah-Kim Pech, Borgatta, Lancer, Ortho Technology) después de permanecer 2 meses en boca en un medio de que reúne las condiciones propicias para el desarrollo de procesos tales como la corrosión cuya valoración se realizó mediante microscopia electrónica de barrido (Jeol modelo JSM- 6400) obteniendo imágenes a 100, 200, 500 y 1000X las cuales nos permiten observar a diferentes magnificaciones los defectos ocasionados por la corrosión. De forma conjunta se determinó la cantidad y composición de la aleación; mediante Microanalizador (marco bruker model x flash 4010), Realizándose un mapeo en un arco de cada marca analizada el que nos indica de que manera se encuentran distribuidos los componentes de la aleación en el arco.

Los resultados del análisis microscópico nos indican que si existe una variación en los ataques corrosivos entre las diferentes marcas comerciales; Los resultados en el análisis de la composición química nos muestra algunas aleaciones con diferentes proporciones en sus componentes que difieren de las cantidades encontradas de los mismos en los arcos control, Al revisar las imágenes de los mapeos en estos se puede observar que los componentes de la aleación se encuentran bien distribuidas en el arco de todas las muestras procesadas.

1. INTRODUCCIÓN.

Por mas de un siglo no existía mas alternativa para el alineamiento de los dientes que no fuera el uso de diferentes aditamentos metálicos que formaban parte de la terapia ortodóntica tradicional, hoy en día sin embargo existen aparatos que eliminan la necesidad de utilizar aditamentos metálicos como lo son de alguna manera los brackets cerámicos de policarbonato y combinaciones de cristales de zafiro así como otro tipo de variantes en cuanto a aparatología ortodóntica libre de metal entre estos tenemos ejemplos tales como el sistema invisalign y aparatos como prefinisher y oclusoguide.¹

Las aleaciones metálicas utilizadas en el campo de la ortodoncia eran consideradas inocuas al ser humano lo que de alguna manera justifica su largo periodo de uso prácticamente sin alguna restricción, hasta que se comprueba entre otros daños que puede ocasionar al ser humano las reacciones alérgicas ocasionadas por el níquel entre las primeras alteraciones detectadas.¹

En diversos artículos se menciona el efecto dañino que producen los metales pesados y que pueden liberar los aparatos ortodónticos incluso se han encontrado que parte de los aditamentos están disueltos en la cavidad bucal, entre los metales desprendidos el níquel ocupa el primer lugar en el rango de importancia el cual puede conducir hacia reacciones alérgicas, necrosis de tejido y disfunción hepática debido a problemas como estos; es que la comunidad europea y el ministro de salud y bienestar de Japón prohíbe el uso en sus territorios de aparatos dentales con contenido de níquel que rebasen los limites preestablecidos considerados como seguros.¹

Dentro de las características negativas que se observan en los aparatos de ortodoncia tanto en arcos como en brackets es la corrosión la cual se presenta por igual en las versiones con acero inoxidable, níquel titanio, cromo cobalto, y titanio molibdeno.²

Dentro de la cavidad bucal y particularmente en el tratamiento de ortodoncia se reúnen las condiciones propicias para el desarrollo de la corrosión dentro de estas condiciones encontramos factores como el tiempo que permanecen en la cavidad bucal (años), factores como la humedad necesaria para el desarrollo de la corrosión la temperatura que a su vez propicia en conjunto con el acumulo de restos de alimento que se producen la agregación de colonias bacterianas que sea comprobado en estudios previos como un factor que influye en el desarrollo de la corrosión.²

El propósito del presente estudio de investigación tuvo como objetivo principal comparar la corrosión de 5 marcas diferentes de arcos níquel titanio (NiTi) termo activados 0.019 X 0.025, (Ah- Kim Pech, Ortho technology, Adenta, Borgatta, Lancer); valorando mediante imágenes del microscopio electrónico de barrido la superficie del arco, el porcentaje de material del que esta conformado, antes y después de tener contacto con la cavidad bucal y valorar si es importante la limpieza del arco en cada cita para reducir la placa de biofilm pudiendo afectar el tratamiento ortodóntico y hacer mas susceptible los arcos a la corrosión y así poder establecer una comparación entre el costo, calidad y biocompatibilidad de estos arcos para el tratamiento ortodóntico.

2. ANTECEDENTES.

En la cavidad bucal, los aditamentos ortodónticos están sujetos a agresiones mecánicas y corrosión, que interactúan y producen una degradación de las propiedades físicas y aumentan la posibilidad de fallas durante el tratamiento, lo cual es de gran interés cuando se considera la durabilidad de los aditamentos en las fases activas de tratamiento. La utilización de alambres de NiTi (55% níquel, 45% titanio) ha aumentado de manera considerable desde su presentación en el decenio de los setenta, y por sus propiedades de elasticidad y memoria (bajo índice de carga-deflexión), es uno de los que más se utilizan en la actualidad en las etapas de alineación y nivelación.³

2.1 DEFINICIÓN DE CORROSIÓN.

Anderez J.M. en el año de 1996 publicó su artículo “Corrosión” nos habla de la corrosión galvánica y nos dice que es el ataque uniforme sobre grandes áreas de una superficie, es la forma más común de la corrosión y puede ser húmeda o seca.

Se presenta cuando dos metales diferentes entran en contacto a través de una solución conductora. Existe una diferencia en potencial eléctrico entre metales diferentes y sirve como fuerza directriz para el paso de corriente eléctrica a través del medio, de tal manera que, el flujo de corriente es la manifestación del proceso de corrosión que sufre uno de los metales del par formado. Mientras más grande es la diferencia de potencial entre los metales, mayor es la probabilidad de que se presente la corrosión galvánica debiéndose notar, que este tipo de corrosión sólo causa deterioro en uno de los metales, mientras que el otro metal del par casi no sufre daño. El metal que se corroe recibe el nombre de metal activo, mientras que el que no sufre daño se le denomina metal más noble. La relación de áreas entre los dos metales es muy importante, ya que un área muy grande de metal noble comparada con el metal activo, acelerará la corrosión y por el contrario, una mayor

área del metal activo comparada con el metal noble disminuye el fenómeno de corrosión.⁴

Hera Kim y Jeffrey W. Johnson en el 1999 realizaron un estudio con el propósito de determinar si hay una diferencia significativa en el potencial corrosivo de los alambres de acero inoxidable, níquel titanio, níquel titanio cubierto con nitrógeno, níquel titanio cubierto con epoxy, y titanio. Por lo menos dos muestras de cada alambre se sometieron a disolución potensioestática anódica en 0.9% NaCl con pH neutral a temperatura ambiente. El deterioro potencial de cada alambre era determinado utilizando un Wenking MP 95 potensioestático y corrosión electroquímica celular. Se tomaron fotografías de las muestras del alambre utilizando un microscopio electrónico de barrido y se evaluaron cambios de la superficie cualitativamente. El deterioro potencial de 2 alambres de acero inoxidable, níquel titanio, níquel titanio cubierto con nitrógeno, níquel titanio cubierto con epoxy, y titanio eran 400 mV, 300 mV, 750 mV, 300 mV, 1800 mV, y >2000 mV, respectivamente.

Las fotografías de SEM revelaron que algunos alambres de níquel titanio y acero inoxidable eran susceptibles a desboronares y se localizó corrosión. El deterioro potencial de la aleación níquel titanio varía con respecto a la manufactura de cada fabricante. Los alambres que estaban cubiertos por nitrógeno no disminuyeron la corrosión, mientras que los cubiertos por epoxy sí disminuyeron la corrosión. Los alambres de titanio y los de níquel titanio cubierto por epoxy fueron los que mostraron menor potencial de corrosión. Para los pacientes en tratamiento ortodóncico con reacciones alérgicas al níquel el uso de alambres de titanio y de níquel titanio cubiertos con epoxy se recomiendan.⁵

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ARCOS NITI.

El pionero para en el desarrollo de alambres ortodónticos níquel titanio fue Andreasen que publicó artículos con colegas que abogan por su uso en los años 70s.

La primer aleación de alambre ortodóntico níquel-titanio (Nitinol) fue comercializado por la Corporación de Unitek (ahora 3M Unitek, Monrovia, CA,

EE.UU.). El nombre genérico "nitinol" es aplicable a este grupo de aleaciones níquel-titanio ya que se origina del níquel y titanio, estas aleaciones se desarrollaron en el laboratorio de la artillería naval por Buehler y socios. El alambre Nitinol ofrece un módulo de elasticidad aproximadamente de 20% más que el acero inoxidable, así como un rango de trabajo elástico más amplio. Esto era particularmente evidente cuando el alambre se probó con un doble cantiléver con un segmento de 12.5 mm, no excediendo 5° después de doblar 90° especificado por el procedimiento de prueba ADA. Dos nuevas marcas de alambre superelástico níquel-titanio se introdujeron en los 80s, NiTi chino (comercializado porOrmco) y NiTi japonés (comercializó como Sentalloy por GAC International, Islandia, NY, EE.UU).⁶

2.3 ENFERMEDADES A CAUSA DEL NÍQUEL.

Marta Álvarez Alonso y col. En el año 2000 describieron el eczema y nos dice que es una reacción cutánea inflamatoria a agentes exógenos o endógenos. Cursa en varias fases: fase aguda eritema-edematosa, con vesículas que se rompen fácilmente; fase subaguda con menos exudación y mayor componente descámativo; y una fase crónica con predominio de descamación, liquenificación y en ocasiones fisuras (sobre todo en palmas y plantas). La clínica es variable en función de la localización del eczema, gravedad y cronicidad, incluso en un mismo paciente.⁷

La clasificación actual es muy sencilla, eczemas endógenos y exógenos. La incidencia no está bien estudiada, en Gran Bretaña es causa del 8 al 30 por ciento de las consultas dermatológicas, en Alemania del 15 al 25 por ciento. En la histología del eczema el dato más característico, en fase aguda, es el edema intercelular (espongiosis) y el edema intracelular junto con un infiltrado linfocitario importante en la unión dermoepidérmica. En fases más avanzadas disminuye el edema y el infiltrado y hay mayor hiperqueratosis, paraqueratosis y acantosis con papilomatosis.⁷

El eczema exógeno se produce por contacto con sustancias naturales sintéticas o químicas. Para su diagnóstico hay que tener en cuenta: delimitación de la zona lesionada, suele tener una distribución particular y localización asimétrica; localización más frecuente en zonas expuestas: manos, cara y genitales (por

transmisión con las manos de la sustancia); la piel más fina absorbe más (dorso de las manos con respecto a las palmas), al igual que las zonas más húmedas (los pliegues).⁷

Hay que tener en cuenta lo que se denomina el fenómeno de extensión del eczema, el contacto con la sustancia es en un lugar del cuerpo, pero en cuestión de días, meses o años aparecen lesiones en otras localizaciones. Por ejemplo: el níquel produce eczema en la zona de contacto y posteriormente aparecen lesiones en fosas antecubitales y región peri orbitaria. No se sabe el porqué de este fenómeno: ¿auto sensibilización?; ¿diseminación hematógica del antígeno?

Los agentes causales más frecuentes del eczema alérgico son: caucho, metales (níquel), tintes, cosméticos, perfumes, cuero, plantas. Queremos hacer hincapié en las preparaciones terapéuticas como causa del eczema exógeno alérgico: anestésicos tópicos locales (para hemorroides, prurito), antihistamínicos tópicos (los dermatólogos no recomiendan su uso), antibióticos y antisépticos tópicos (neomicina, soframicina, acriflavina). Si el diagnóstico de eczema exógeno es dudoso se realiza el test de placas.⁷

Marlyn Berrios y col. En el año 2009 determinaron la prevalencia de hipersensibilidad tipo IV al contacto con níquel (Ni) y su relación con una historia clínica e alergia positiva, el uso de prótesis parcial removible (PPR) y la presencia de restauraciones metálicas en boca, se estudiaron 61 pacientes en edades comprendidas entre 19 y 75 años que requerían en su tratamiento odontológico integral la instalación de una PPR nueva y quienes firmaron un consentimiento informado. Este trabajo se llevo a cabo en la facultad de odontología de la universidad de los andes, Mérida, Venezuela, entre mayo 2006 y mayo 2007. A cada paciente se le elaboro una historia clínica de alergia. Los pacientes fueron sometidos a la prueba del parche con sulfato de Ni al 5% durante 72 horas y de acuerdo a los criterios de observación del grupo internacional de investigación de dermatitis de contacto se determino la respuesta a dicha prueba. Los resultados revelan prevalencia de hipersensibilidad tipo IV al contacto con níquel de 24,6% en los pacientes observados.⁸

También se encontró que los pacientes sin restauraciones metálicas en boca y sin historia de alergia a las joyas metálicas presentaron baja prevalencia de reacciones de hipersensibilidad tipo IV al sulfato de Ni y, en contraposición, alta prevalencia en pacientes con restauraciones metálicas en la cavidad oral y antecedentes de alergias a las joyas metálicas. La relación entre la historia positiva o negativa de alergia a las joyas metálicas y la presencia o ausencia de restauraciones metálicas en boca con la alta y baja, respectivamente, prevalencia de hipersensibilidad tipo IV al níquel sugiere que las condiciones "positivas" son causantes directamente o indirectamente de la sensibilización al níquel.⁸

2.3.1 REACCIONES ALÉRGICAS.

Olga-elpis G. kolokitha y Evangelina chatzistavrou, en el 2008 realizaron un estudio que tenia por objetivo proporcionar el conocimiento necesario al ortodoncista sobre los mecanismos biológicos, herramientas de diagnóstico, y las señales clínicas, así como las alternativas del tratamiento cuando haya inducción a reacciones alérgicas por níquel. El níquel es alérgeno de contacto más común, aparatos ortodónticos que contienen níquel se asocian a reacciones alérgicas que representan una respuesta inmune de hipersensibilidad retardada tipo IV. La hipersensibilidad al níquel se diagnostica a través de las historias de pacientes, resultados clínicos, y pruebas de biocompatibilidad (prueba de parche). Mientras no se pruebe el nivel de níquel en mucosa no tiene valor diagnóstico, el ensayo de la proliferación de células *in vitro* podría ser una herramienta importante de diagnóstico, las reacciones de hipersensibilidad por alergias pueden involucrar señales clínicas intra y extra orales, pueden comprender eritema difuso, edema, eczema, fisuras, descamación y síntomas como comezón e irritación. Se debe tener precaución y cercana supervisión o control al colocar aparatos ortodónticos que contengan níquel en pacientes con historial de dermatitis por contacto con níquel, por que el tratamiento original podría necesitar modificaciones.⁹

Ahmed Abdel-Fattah Ramadán en el año 2004 realizo un estudio para determinar la influencia de cromo y níquel concentrado en la saliva y sus efectos en tejido gingival durante el tratamiento ortodóntico. Se estudiaron 20 pacientes con tratamiento de ortodoncia (10 mujeres y 10 hombres), con edad de 17 a 20 años, con aparatología fija. Utilizando un espectrómetro de absorción atómica, la concentración de ambos metales se registro antes del tratamiento, 3 y 12 meses en el tratamiento y 1 mes después de retirar la aparatología. La profundidad gingival también se registro, después de 3 meses 20% de las mujeres y 10% de los hombres mostraron reacción alérgica en una forma de gingivitis esto desaparece cerca de un mes después de retirar la aparatología. Aun cuando hay alergia al níquel o al cromo no es un problema medico serio, la higiene oral en pacientes con riesgo alérgico debe de ser buena, utilizando pasta dental libre de fluoruro y enjuague bucal.¹⁰

Maja Kutha y col. En el año 2009 realizaron un estudio con el objetivo de examinar diferentes parámetros en 3 efectos; valor de pH, tipo de arco de alambre y el tiempo de inmersión para la liberación de iones metálicos de aparatos ortodónticos. Se sumergieron los aparatos ortodónticos simulando que correspondían a la hemiarcada del arco maxilar en saliva artificial con diferentes valores de pH (6.75 ± 0.15 y 3.5 ± 0.15) durante un periodo de 28 días. Se utilizaron 3 tipos de arcos de alambre: acero inoxidable (SS), níquel titanio (NiTi), NiTi termo. La cantidad de iones de metal era determinada con el uso de un espectrometometro de masa de alta resolución (HR-ICP/MS). Se observo la liberación de seis diferentes iones de metal, titanio (Ti), cromo (Cr), níquel (Ni), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn). Se midieron repetidamente con el análisis estadístico de variación (ANOVA)¹¹.

Los resultados mostraron que:

- 1.- Los aparatos liberaron cantidades medibles de todos los iones examinados.
- 2.- El cambio en el pH tenia un efecto muy fuerte en la liberación de iones.

3.- La liberación de iones dependía de la composición del alambre, pero no era proporcional al volumen de metal en el alambre.

El numero mas grande de iones liberados fue durante la primera semana de inmersión del aparato. Los niveles de iones liberados son suficientes para provocar reacciones alérgicas tardías. Esto se debe tener en cuenta cuando se selecciona el tipo de arco sobre todo en pacientes con hipersensibilidad o cuando esta comprometida la higiene oral.¹¹

Wifried Hazerd y col. Realizaron un estudio en el año 2001 para comprobar la influencia corrosiva en los brackets de titanio debido a las pastas con fluoruro. Los brackets de titanio se utilizan en pacientes con que presentan alergias al níquel y a otras sustancias específicas. En recientes estudios se investigaron las propiedades corrosivas del fluoruro que están contenidas en la pasta dental con diferentes pH. En este estudio se probara en vivo como reacciona la superficie del bracket de titanio a la influencia corrosiva a la pasta dental con partículas que contiene fluoruro en un medio acido. Los brackets de titanio estaban colocados en los cuadrantes izquierdos superior e inferior, y los brackets de acero inoxidable en los cuadrantes derechos. Quince pacientes utilizaron Gel Kam que contiene fluoruro de estaño soluble (pH3.2), considerando que utilizaban 3 tipos de pastas dentales libres de fluoruro. Los brackets se retiraron para su evaluación por microscopia ligera y por escaneo microscópico (SEM), después de 5.5 a 7 meses y 7.5 a 17 meses después de colocados. La calidad y cantidad de elementos presentes era medido por (SEM)¹².

La evaluación macroscópica mostro un color opaco en los brackets de titanio que era muy diferente al color brillante de los brackets de acero inoxidable. La acumulación de placa en los brackets de titanio es muy alta debido a la superficie muy áspera. Defectos en la superficie y hendiduras se observaron en solo 3 de los 165 brackets utilizados. Esta investigación confirma los resultados en estudio in vitro, pero los cambios son tan mínimos que los brackets de titanio pueden utilizarse con seguridad hasta 18 meses. Las superficies del ala del bracket debe ser mejorada modificando el proceso industrial.¹²

2.3.2 CITOTOXICIDAD POR LIBERACION DE IONES NIQUEL

Eliades y col. En el año 2004 caracterizaron las sustancias liberadas por brackets y alambres de NiTi y para evaluar la citotoxicidad de los iones liberados de estas aleaciones comparativamente. 2 juegos de brackets de acero inoxidable de 20 brackets cada juego (peso 2.1 g) y grupos de arcos de alambre de 0.018 X 0.025 NiTi de diez alambres cada grupo (2.0 g) se sumergieron en una solución salina 0.9% durante 1 mes. La inmersión se analizó con (inducción de unión plasmática-espectroscopia de emisión atómica (ICP-AES) y el volumen iónico se analizó estadísticamente con un análisis de variación (ANOVA)

Se expusieron fibroblastos del ligamento periodontal y fibroblastos gingivales a varias concentraciones de los medios de inmersión; el cloruro de níquel se utilizó como un control positivo para los propósitos de comparación.¹³

La citotoxicidad o actividad citoestática de la unión del MTT con el análisis de la síntesis de ADN. Los resultados del ensayo de la citotoxicidad se analizan con 2 métodos ANOVA y la prueba Tukey con solución y concentración diferente ($\alpha = 0.05$). Los resultados no indicaron ninguna liberación de iones para la aleación NiTi, considerando que se encontraron rastros medibles de NiTi y cromo en donde se unió el bracket de acero inoxidable con la aleación de alambre. Las concentraciones de cloruro de NiTi mayores a 2mM se encontraron para reducir más del 50% la viabilidad y síntesis de DNA de fibroblastos; sin embargo ningún material ortodóntico derivado tenía algún efecto en la supervivencia y síntesis de ADN de cualquier célula.¹³

2.4 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

Rodríguez García Luís H y col. En el 2007 realizaron una caracterización topográfica de la superficie de alambres redondos de Ni Ti y acero inoxidable (american orthodontics) recuperados (21) y compararlos con arcos nuevos. Los arcos de Ni Ti presentaron irregularidades en dos controles, consistentes en aspereza de la superficie. Tanto el Ni Ti como el SS presentaron un patrón de acanalado en sentido longitudinal, siendo más evidente en el Ni Ti. Estos hallazgos se atribuyen al proceso de fabricación. En las muestras recuperadas de Ni Ti se encontró un deterioro de la superficie conforme el tiempo de permanencia en boca del arco aumentaba, así también, patrones de corrosión de tipo fisura y en aquellos con mayores tiempos de permanencia una combinación de tipos de corrosión. Las características topográficas de los arcos analizados en este trabajo reflejaron aspereza en la superficie tanto en los controles como en las muestras de los arcos recuperados, siendo mayor (en frecuencia y dimensión) en las muestras de Ni Ti que en las de SS. Las características de los arcos de Ni Ti utilizadas en los controles presentan un patrón áspero, el cual podría suponer una predisposición al ataque corrosivo en el medio bucal, pero ésta no ha sido esclarecida, encontrando reportes sin conclusiones definitivas analizaron las características de la superficie y potenciales de corrosión en una muestra de alambres, los cuales fueron pulidos, encontrando disminución en el potencial de corrosión de los arcos tratados, pero también una disminución importante en el diámetro (calibre de los arcos), lo cual afectaría su rendimiento clínico. En tanto que los defectos encontrados en forma de grieta pueden minimizar las cualidades físicas de los arcos, resultando en una acción biomecánica menor a la esperada.

Los resultados presentados en este trabajo señalan una relación entre la permanencia en la cavidad bucal de los arcos y los cambios superficiales con la aparición de zonas de corrosión. La presencia de biofilm en los arcos es una constante, con independencia del tiempo que éstos permanezcan en uso clínico. Si se han de reciclar los arcos se deberá tomar en cuenta las especificaciones de los

fabricantes para determinar el medio de esterilización adecuado en cada aleación, así como las consideraciones éticas y criterio del operador.

Para determinar los cambios superficiales con mayor precisión sería adecuado realizar barrido con el microscopio de una sección de los arcos antes de la inserción y hacer un comparativo más fiel de las características topográficas al recuperar los mismos. La importancia clínica de los hallazgos reportados deberá ser determinada mediante pruebas específicas de coeficientes de fricción y de desempeño de las propiedades mecánicas de los arcos.¹⁴

Méndez G.M y col. En el 2009 investigaron la caracterización microestructural y metalográfica de alambres termoactivados Ni-Ti de tres marcas comerciales de aplicación ortodóntica. Se llevaron a cabo análisis de fluorescencia y difracción de rayos-X para determinar la naturaleza química y microscopia óptica de reflexión y electrónica de barrido para determinar la microestructura presente. Los resultados de composición química indican poca variación en los elementos químicos principales. Sin embargo, los resultados de microscopia muestran la presencia de partículas finas con contenidos de carbono. La presencia de este elemento en los alambres Ni-Ti, tiene su origen muy probablemente en la contaminación de la aleación durante el proceso fusión y tiene un efecto perjudicial sobre varias cualidades mecánicas, en particular bajo la repetición de esfuerzos.

Para el estudio se emplearon alambres Termoactivados Ni-Ti de 0.016 X 0.022 mm. De marcas comerciales, tales como: 3M, TP y GAC.

En los resultados de difracción de rayos x de las diferentes muestras se corrobora que se trata de la aleación NiTi con estructura del tipo CsCl-, sistema cúbico centrado en el cuerpo BCC (B2) correspondiente a la fase denominada Austenita. Los tres materiales presentan los mismos picos en el difractograma, lo cual significa que presentan la misma estructura cristalina. En los resultados de microscopia electrónica de barrido, el alambre GAC muestra el tamaño de grano, de 14µm, se observo la presencia de precipitados, así como su tamaño promedio de 1.5µm. El alambre TP muestra el tamaño de grano el cual tiene un promedio de 45µm, se observa la presencia de precipitados en mayor cantidad y tamaño, los

cuales tienen un tamaño promedio de $2\mu\text{m}$. En el alambre 3M muestra el tamaño de grano, el cual tiene un tamaño promedio de $8\mu\text{m}$, se observa la presencia de precipitados, el tamaño promedio de los precipitados es de $4\mu\text{m}$. En los resultados de análisis de espectroscopia de energía dispersiva (eds), en la matriz se verifica que se trata de una aleación Ni Ti, con la presencia de O y Cu así como la fase austenita. Se analizaron algunas partículas en las cuales se detectó la presencia de C, Ti, V, Al. En los distintos alambres existió variedad de impurezas contenidas lo cual nos arroja que: la mayor presencia de impurezas fue detectada en T.P, en segundo término GAC y el material con menor cantidad de impurezas fue 3M.¹⁵

N.P. Hunt y col. En el año 1999 Investigaron el efecto de corrosión relativa en la aspereza de la superficie de cuatro aleaciones de alambres, acero inoxidable (A.J. Wilcox Australian Wire, Special Plus, TP Orthodontics, Orthomax, Bradford, UK), 30 x 10 pulgadas, níquel titanio (Nitanium, Ortho Organizers, Inc, Precisión Orthodontics, Esher, UK), 20 x 7 pulgadas, cromo cobalto (Blue Elgiloy, Rocky Mountain Orthodontics, Hudson Ltd, Sheffield, UK), 30 x 14 pulgadas, y beta titanio (TMA, Ormco Corp, Optident, Bingley, UK), 10 x 10 pulgadas. Los lotes de alambres se dividieron en 2 grupos. A un grupo se les realizó un pulido industrial para tener una superficie uniforme; en el otro grupo los alambres se quedaron tal cual se recibieron. En los grupos de alambre se comparó diámetro, dureza y las proporciones de la corrosión relativa antes y después de pulirlos. También se hicieron comparaciones de los cuatro grupos de aleaciones. Tal cual se recibieron los alambres el beta titanio mostro en acabado de la superficie una apariencia más áspera, el cromo cobalto una apariencia mas lisa, y la superficie de níquel titanio y acero inoxidable eran similares.

El pulido se realizó con una centrifuga y era para dar una mayor uniformidad en el acabado, pero reduce el diámetro del alambre significativamente. La prueba de micro dureza de la superficie de cada aleación no indicó alteración significativa en las propiedades del alambre ocurrido como resultado del pulido.

La velocidad de corrosión relativa (densidad activa) se evaluó en una solución de cloruro de sodio al 0.9% y se utilizó la técnica electroquímica de resistencia a la

polarización. Los alambres sin pulir de níquel titanio mostraron la mayor cantidad de corrosión por densidad activa.

El pulido reduce significativamente la velocidad de corrosión de níquel titanio, tal es la comparación que entre las cuatro aleaciones pulidas no hubo ninguna diferencia significativa en la corrosión por densidad activa.¹⁶

Her-Hsiung Huang en el año 2005 investigo *in vitro* el tiempo de duración a la resistencia de la corrosión de alambres Ni Ti; RMO (OrthonolT Nickel-Titanium Wire, RMO Inc, Denver, Colo), Ormco (NI-TIT, Ormco, Glendora, Calif), SY (Ni Ti Wire, Shin-Ya Co, Taipei, Taiwan), and KH (Orthodontics- Ni Ti Wire, Kuo-Hua Co, Taipei, Taiwan). de uso ortodóntico comercial utilizando la técnica electroquímica rápida. La prueba de la polarización lineal consistía en evaluar la resistencia de corrosión, en términos de resistencia de polarización (R_p), los alambres de Ni Ti se utilizaron como vienen en la presentación se sumergieron en saliva artificial acida a 37°C. Un método de variación fue usado para analizar R_p con el fabricante del alambre como el factor inconstante. La microscopía de fuerza atómica consistía en analizar la topografía de la superficie tridimensional y aspereza (R_a). Se utilizo el espectroscopio de electrones para el análisis químico e identificar la estructura química de la película pasiva en los alambres de Ni Ti

Los resultados obtenidos de los alambres de NiTi de diferentes fabricantes mostraron una diferencia estadísticamente significativa en R_p ($P < .001$). La diferencia topográfica de la superficie estaba presente en los alambres de Ni Ti examinados, considerando que se observo la misma superficie y estructura química en todos los alambres de Ni Ti probados. La superficie, aspereza del alambre Ni Ti comercial y la estructura química es similar en todas las marcas y esto no corresponde con la diferencia en la resistencia a la corrosión.

El espectro de las diferentes marcas arrojó las siguientes cifras: 57% Ni–43% Ti for RMO; 57% Ni–43%Ti for Ormco; 57% Ni–42% Ti–1% Fe for SY; 56% Ni– 44% Ti for KH.

Desde el punto de vista de resistencia a la corrosión los alambres KH y Ormco mostraron una mayor resistencia a la polarización de $10^5 \Omega \text{ cm}^2$ recomendándolos para usarlos en ortodoncia.¹⁷

En el año 2002 Theodore Eliades y col. Realizaron un estudio en vivo de aleaciones ortodónticas para analizar las implicaciones del potencial de corrosión, liberación de níquel y biocompatibilidad. A pesar del gran numero de estudios realizados en aleaciones de níquel, acero inoxidable y níquel titanio, hay una falta de evidencia conclusiva con respecto a la composición y cinética de los productos corrosivos liberados.

El objetivo de esta revisión es enfocarse en los problemas críticos de potencial de corrosión en las aleaciones, investigando las condiciones intraorales para que reaccionen las superficies de los materiales. Después de una visión global de las estructuras metalúrgicas de estas aleaciones; analizaron el proceso de corrosión que ocurre en vivo y presentaron resientes evidencias que hacen pensar en la formación de biofilm de proteinaceous en materiales ortodónticos recuperados y posteriormente sufren calcificación.

Ilustraron la superficie estructural en vivo vs in vitro en el deterioro de las aleaciones y discutiendo la potencial implicación de los modelos en la reactividad de los materiales. Finalmente presentaron una revisión comprensiva del problema de liberación de Ni basado en 3 perspectivas: sus efectos biológicos, los métodos utilizados para estudiar su liberación y la hipersensibilidad en pacientes ortodónticos inducidos por níquel.

Los alambres de NiTi contienen aproximadamente la misma proporción de átomos de níquel y titanio esto se basa en la composición intermetalica de NiTi. Se han encontrado en la superficie y secciones de unión de alambres NiTi partículas con dimensiones menores de 1-2 μm conteniendo un fragmento atómico grande de titanio. Hay 2 fases principales en los alambres de NiTi.

1.- La fase austenítica tiene una base central ordenada con una estructura cubica que funciona a temperaturas altas y a tensión baja.

2.- la fase martensítica funciona cuando hay una deformación monódica, triclinica o hexagonal a temperaturas bajas y estrés alto.¹⁸

Rodrigo Matos y Luciane Macedo en el año 2008 realizaron un estudio para evaluar en vivo la liberación de iones de níquel, hierro y cromo en saliva para diferentes brackets metálicos. 30 voluntarios llevaron paladares removibles con brackets y se dividieron según la marca del bracket.

Grupo A 3M unitek (AISI303), Grupo B American orthodontics (AISI 316L) y Grupo C Dentaurem (AISI 316L). Los aparatos se llevaron durante 60 días y las muestras de saliva se reunieron en los siguientes tiempos.

T1 antes de la colocación de brackets, T2 después de 10 minutos, T3 24 horas, T4 7 días, T5 3 días, T6 60 días después de la colocación de los aparatos removibles.

Se analizaron las muestras de saliva para níquel, hierro y cromo por espectrómetro de absorción atómica. El análisis estadístico fue realizado por pruebas (nonparametric). La evaluación de saliva reveló una gran variación en concentración de estos iones de los grupos individuales. Los resultados mostraron indicios de aumento en los iones de níquel y cromo después de la colocación de aparatos (T2), pero esto era estadísticamente significativo solo para los grupos B y C. Pero no aumentaron los niveles de hierro.

Una tendencia en el aumento de la concentración de níquel y cromo se verificó inmediatamente después de la colocación de los aparatos, pero estos valores están disminuidos probablemente debido a la formación de biofilm sin tener en cuenta el bracket usado.

Las concentraciones de níquel y cromo aumentaron después de la colocación de los aparatos en la boca para todos los grupos del estudio. No hubo ninguna diferencia significativa en los niveles de níquel, hierro y cromo liberados en los 3 grupos de aparatos estudiados.¹⁹

Schiff N. y col. En el 2006 determinaron la influencia de flúor en ciertos enjuagues bucales por el riesgo de corrosión en alambres ortodónticos y brackets a través del acoplamiento galvánico. Se utilizaron 2 alambres con aleación de titanio (Ti), níquel-titanio (NiTi) y cobre-níquel-titanio (Cu NiTi), y tres tipos de brackets mas comunes, titanio (Ti), hierro-cromo-níquel (FeCrNi) y cobalto- cromo (CoCr), se utilizo saliva artificial y 2 enjuagues bucales de fluoruro comerciales Elmex y Meridol (250 ppm).

La resistencia a la corrosión se evaluó por inducción de unión plasma-atómico emisión de espectro (ICP-MS), análisis de iones de metal liberados, y por microscopia electrónica de barrido (SEM) se estudio la superficie del metal después de la inmersión de diferentes pares de alambres-brackets en la solución. El estudio fue completado por un análisis electroquímico.

El enjuague bucal Meridol que contenía fluoruro estañoso era la solución en la cual la unión de alambres NiTi con los diferentes brackets mostraron mayor riesgo de corrosión, mientras que el enjuague bucal Elmex que contenía fluoruro de sodio, el alambre Cu NiTi presento mayor riesgo a la corrosión.

Tal corrosión tiene 2 consecuencias: deterioro en el desempeño mecánico del sistema alambre-brackets, que afecta negativamente el resultado de la forma de arco, y el riesgo de reacciones alérgicas locales causadas por liberación de iones de níquel.

Los resultados sugieren que el enjuague bucal debe ser prescrito según los materiales ortodónticos utilizados. Un nuevo tipo de enjuague bucal para utilizarse durante el tratamiento ortodóntico podría ser una evolución interesante en este campo.²⁰

Barbará Siargosa y col. En el año 2007 compararon el acoplamiento galvánico convencional en brackets de modelo de inyección de metal (MIM) y brackets comunes con arcos de alambre NiTi y Cu NiTi.

Para este estudio se utilizaron 7 brackets MIM (0.022 slot, MiniTwin, 3M/Unitek, Monrovia, Calif) y siete brackets convencionales (0.018 slot, OptiMESH,Ormco, Glendora, Calif). El potencial galvánico de los dos tipos de bracket era determinado utilizando 12 brackets (seis brackets MIM y seis brackets convencionales) que habían sido previamente incluidos en resina epoxy. Cada bracket se colocó en su propio recipiente de vidrio (Ilmabor TGI, Scientific Glass Laboratories Ltd., Staffordshire, UK) que contuvo 125 ml de 1 M la solución ácida láctica (pH 1.3) se conectó un dispositivo magnetofónico mediante un alambre aislado (Logoscreen 500, Instrumento de JUMO Co., Harlow, Essex, UK). Un segmento de 10 mm alambre cobre-níquel-titanio (0.017 0.025-inch, Ormco) o níquel-titanio (0.017 0.025-inch, Ormco) también se sumergió en la solución.

A los brackets se le conectaron los cables del ánodo y a los alambres los cables del cátodo. Había un total de cuatro combinaciones diferentes de bracket-arcos de alambre, y cada uno se examinó tres veces. Se guardaron Los bracket y las combinaciones de alambres en solución durante 28 días a una temperatura de 37°C en baño de agua. A lo largo de la duración del experimento, la diferencia potencial entre el ánodo (brackets) y cátodo (arco de alambre) se supervisó continuamente y se grabó cada segundo por el dispositivo magnetofónico. Después de 28 días, se realizaron diagramas para observar la diferencia que produjo en cada bracket y combinaciones de alambre utilizados.

Los brackets MIM exhibieron diferencias potenciales similares al brackets convencional. La mayor diferencia potencial se encontró para los brackets MIM con alambres níquel-titanio (512 mV), considerando que los brackets MIM con alambres de cobre-níquel-titanio tenía la diferencia más pequeña (115 mV). Escaneo microscópico de electrones (SEM), se analizó con espectroscopia de energía dispersiva el área del ala de cada tipo de bracket e indicó composición elemental similar en ambos brackets, pero en porcentajes ligeramente diferentes a través de

peso. El bracket MIM apareció porosidad interior extensa, considerando que el bracket convencional era internamente más sólido.

La composición y los procesos industriales involucrados en la fabricación de los brackets MIM. Dan propiedades corrosivas similares a los vistos en el ala de brackets convencionales y puede proporcionar un beneficio significativo al tener en cuenta que la corrosión aumenta entre el bracket y la soldadura en los brackets convencional.²¹

Masahiro Iijima y col. En el 2006 realizaron un estudio con el propósito de proporcionar una valoración cuantitativa de conducta de corrosión galvánica de aleaciones ortodónticas de arcos de alambre acopladas a las aleaciones de brackets en una solución a 0.9% de Na Cl y se estudio el efecto de proporciones de área de superficie. Dos aleaciones de bracket comunes, acero inoxidable (Daido Steel, Nagoya, Japón, SUS 304) y titanio (KOBELCO, Hyogo, Japón, ASTM Grade 2), y cuatro aleaciones del alambre comunes, níquel-titanio (NiTi), b-titanio (b-Ti), acero inoxidable, y cobalto-cromo-níquel. Tres proporciones de área diferente se utilizaron, 1:1, 1:2.35, y 1:3.64; dos de ellos asumieron que los aparatos del multibracket consistían en 14 brackets y arco de alambre redondo 0.016 o 0.016 X 0.022 arco rectangular. La corriente galvánica era moderada durante 3 días consecutivos utilizando un amperímetro de cero-impedancia. Cuando la aleación de NiTi era acoplado con Ti (1:1, 1:2.35, y 1:3.64 de la proporción de área de superficie) o la aleación del b-Ti se acopló con Ti (1:2.35 y 1:3.64 de la proporción de área de superficie), el Ti era inicialmente el ánodo y se corroyó. Sin embargo, la polaridad se invirtió en 1 hora y produjo corrosión del NiTi o b-Ti La aleación de NiTi se acopló con SUS 304 o Ti expuesto a una densidad de corriente galvánica relativamente grande después de 72 horas. Se sugiere que acoplando SUS 304-NiTi y Ti-NiTi pueden acelerar la corrosión notablemente de la aleación de NiTi que sirve como el ánodo.

Las proporciones de área de ánodo-cátodo diferentes utilizadas en este estudio han tenido un efecto pequeño en la conducta de corrosión galvánica.²²

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La importancia del estudio de la superficie de los materiales utilizados en las diferentes áreas de la salud como es la ortodoncia, tiene gran importancia en conocer cómo reaccionan los materiales en contacto con los diferentes fluidos y tejidos de un organismo, es de suma importancia a considerar los periodos de tiempo que éstos deberán permanecer expuestos y en interacción con el medio biológico. Se ha descrito ampliamente en la literatura la importancia de la biocompatibilidad de los materiales que se utilizarán en los diferentes tratamientos. Hay numerosos reportes acerca de la toxicidad de algunos de los elementos utilizados en la elaboración de aditamentos y alambres empleados en los tratamientos de ortodoncia, y otros estudios en los cuales se ha evaluado la cantidad de níquel y demás elementos que desprenden los materiales utilizados en ortodoncia. Sin embargo, la mayor parte de estos trabajos se realizan *in vitro*, por lo cual es difícil extrapolar los resultados y llegar a conclusiones definitivas en cuanto a la magnitud de los efectos adversos que se pudieran hallar en la cavidad oral.

Las aleaciones que incluyen entre sus componentes el Níquel son utilizadas para la corrección de alteraciones de alineación y nivelación dentarias de diferentes órdenes. Dado que su contenido en Níquel es mayor a 50%, poseen potencial suficiente para la liberación del mismo en el medio bucal, pudiendo ocasionar problemas de biocompatibilidad.

La degradación de estas aleaciones, a partir del envejecimiento y la corrosión de las mismas, anulan propiedades tan peculiares de estos alambres como la memoria de forma y súper elasticidad, además de exponer la salud del paciente debido a la fuga de iones metálicos (Ni).

¿Con respecto a la inducción de corrosión, existirá alguna relación en la manufactura, composición química y textura de la superficie de las 5 diferentes marcas de arcos NiTi termoactivados?

4. JUSTIFICACIÓN.

La importancia del estudio de la superficie de los materiales utilizados en las diferentes áreas de la salud como es la ortodoncia, tiene gran importancia en conocer cómo reaccionan los materiales en contacto con los diferentes fluidos y tejidos de un organismo, es de suma importancia a considerar los periodos de tiempo que éstos deberán permanecer expuestos y en interacción con el medio biológico. Se ha descrito ampliamente en la literatura la importancia de la biocompatibilidad de los materiales que se utilizarán en los diferentes tratamientos. Hay numerosos reportes acerca de la toxicidad de algunos de los elementos utilizados en la elaboración de aditamentos y alambres empleados en los tratamientos de ortodoncia, y otros estudios en los cuales se ha evaluado la cantidad de níquel y demás elementos que desprenden los materiales utilizados en ortodoncia. Sin embargo, la mayor parte de estos trabajos se realizan *in vitro*, por lo cual es difícil extrapolar los resultados y llegar a conclusiones definitivas en cuanto a la magnitud de los efectos adversos que se pudieran hallar en la cavidad oral.

5. HIPOTESIS

La hipótesis nula del presente trabajo de investigación establece que la corrosión que se presenta en la superficie de las cinco marcas de arcos será diferente *in vivo*, debido a su manufactura composición química y aspereza de la superficie.

$H_0: A \neq B \neq C \neq D \neq E$

A = Adenta

B = Ah-Kim Pech

C= Borgatta

D= Lancer

E= Ortho Technology

6 OBJETIVOS.

6.1 OBJETIVO GENERAL.

- Valoración de la corrosión *in vivo* de arcos rectangulares níquel-titanio en 5 diferentes marcas comerciales.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluación mediante micro analizador y microscopia de barrido de la superficie de las 5 diferentes marcas comerciales antes de colocarse en boca.
- Valorar la corrosión de los arcos 0.019 X 0.025 NiTi termoactivados, colocados durante 2 meses en boca a 20 pacientes con brackets slot 0.022 provenientes de la clínica del CUEPI, mediante micro analizador y microscopia de barrido.
- Establecer que marca comercial presente mayor corrosión en su superficie, la cantidad de biofilm, erosión y la diferencia de iones metálicos liberados.

7. MATERIAL Y METODOS

7.1 UNIVERSO DE ESTUDIO

Durante el presente trabajo de investigación participaron 20 pacientes con brackets slot 0.022, provenientes de la clínica de ortodoncia del CUEPI, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

7.2 CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- prospectivo
- longitudinal
- comparativo
- descriptivo
- observacional

7.3 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

7.3.1 CRITERIOS DE INCLUSION

- Pacientes con brackets slot 0.022.
- Pacientes en fase de nivelación.
- Pacientes en los cuales permanezca el arco por 8 semanas.

7.3.2 CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN

- Pacientes con brackets slot 0.018.
- Pacientes que hayan dañado el arco.
- Pacientes que se hayan ausentado del tratamiento.

7.4 METODOLOGÍA.

1. Participaron 20 pacientes con brackets slot 0.022, provenientes de la clínica de ortodoncia del CUEPI, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
2. Para este trabajo se seleccionaron 5 diferentes marcas de arcos comerciales: Adenta, Ah-Kim Pech, Borgatta, Lancer Y Ortho Technology calibre 0.019 X 0.025 NiTi termoactivados.
3. Se selecciono 1 arco de cada una de las marcas comerciales como control, de las cuales se cortó la parte más posterior del arco de 6 a 9 mm, y se evaluó mediante micro analizador (marco bruker model x flash 4010) y microscopia electrónica de barrido de la superficie (Jeol modelo JSM- 6400).
4. Se analizo la superficie del arco y se tomaron fotografías con el (SEM) a 100, 200, 500 y 1000X.
5. Se realizo un espectro y microanálisis químico para saber la composición química y su porcentaje.
6. Se realizaron mapeos a las muestras a 1000X mediante el microscopio electrónico de barrido.
7. Se colocaron los arcos en los 20 pacientes seleccionados del estudio. Después de estar 2 meses los arcos en boca se retiraron y nuevamente se evaluaron mediante micro analizador y microscopia de barrido de la superficie.
8. De los 20 arcos 10 de ellos siendo 2 de cada marca se observaron sin limpiar para observar la placa de biofilm y como afecta la superficie del alambre, mientras que los otros 10 arcos 2 de cada marca se limpiaron con una gasa y agua para observar bien la superficie del arco y valorar de mejor manera la corrosión.

8. RESULTADOS

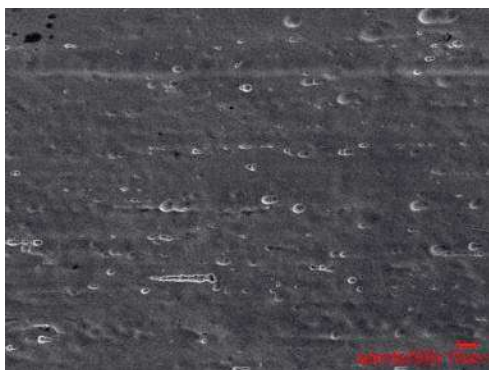
IMÁGENES ADENTA CONTROL.



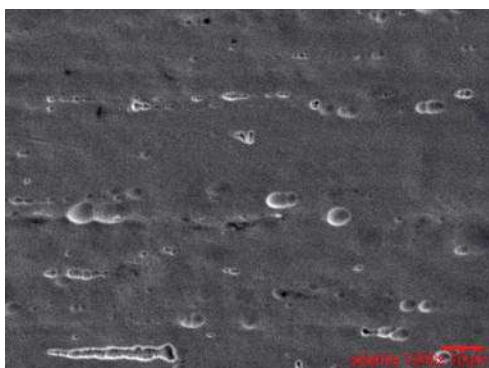
1A



1B



1C



1D

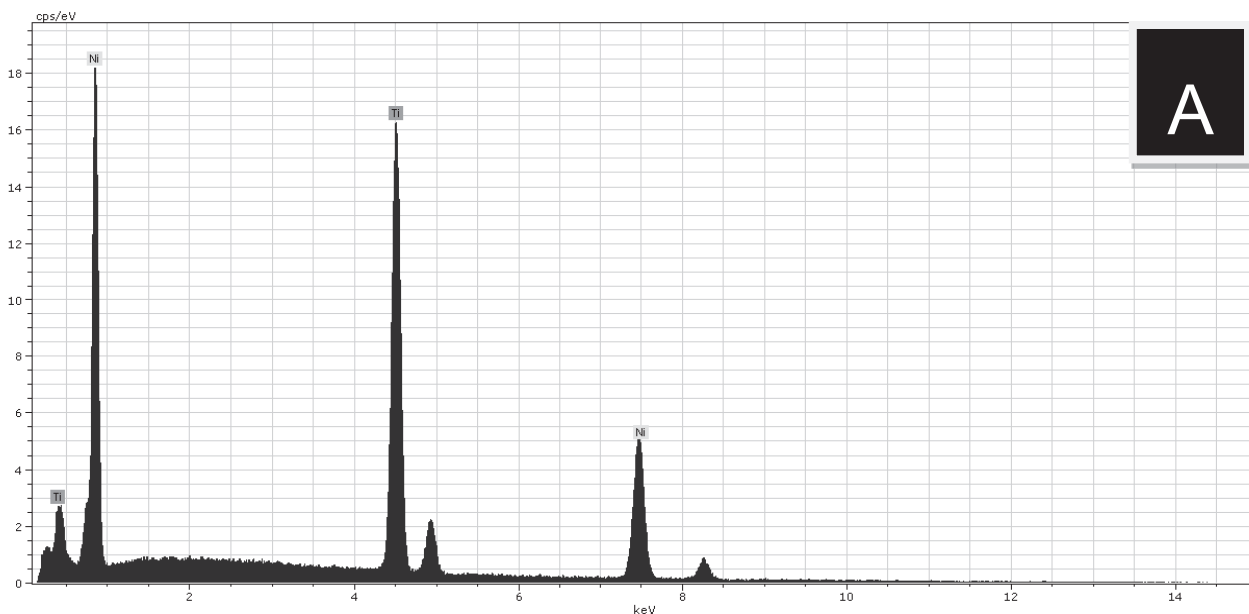
Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Imagen 1 A) Imagen control Adenta a 100 X se aprecia todo el ancho del arco en forma homogénea, la superficie se puede ver áspera, encontrando una línea superficial en la longitud del arco. **B)** Imagen control Adenta a 200 X se observan detalles de la línea en la superficie pudiendo apreciar un poco más porosidades en la parte superior como inferior. **C)** Imagen control Adenta a 500 X se puede observar las irregularidades presentes en la línea superficial. **D)** Imagen control Adenta a 1000 X observamos mejor los defectos de la superficie (porosidades)

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ADENTA CONTROL

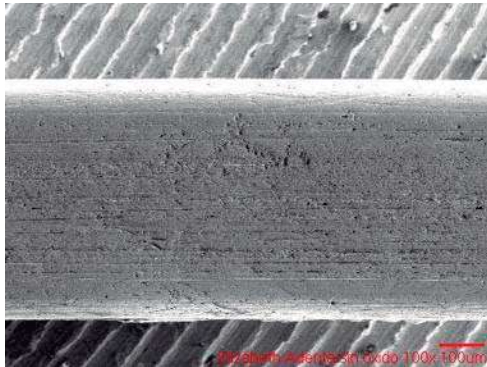


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Titanium	K-series	43.92	44.99	50.06	1.3
Nickel	K-series	53.70	55.01	49.94	1.7
	Total:	97.62	100.00	100.00	

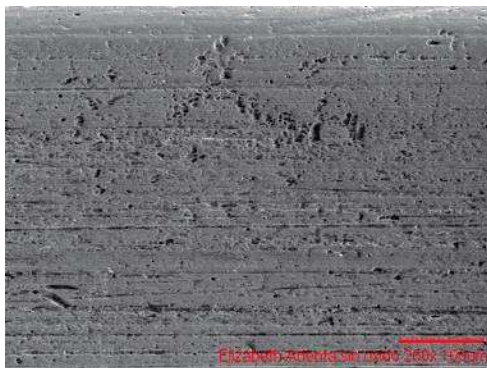


Adenta control. En el Espectro A se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla A se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 55.01 % wt, y el titanio el 44.99 % wt.

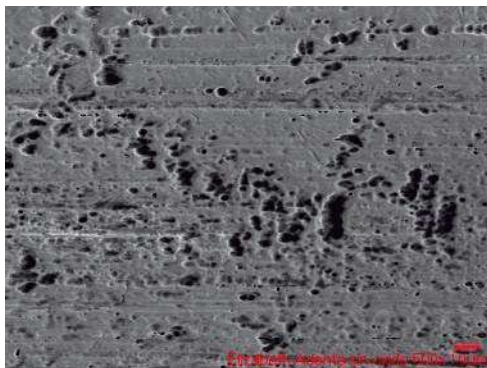
IMÁGENES ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE NO. 1



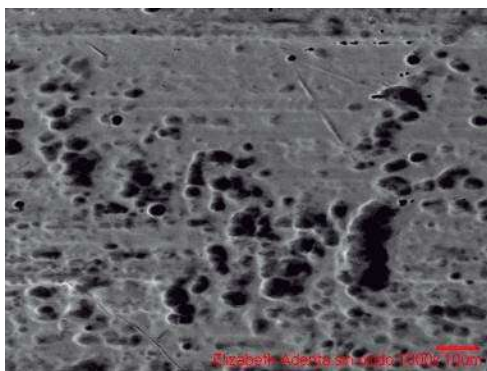
2A



2B



2C



2D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido: **2A)** 100X, **2B)** 200X, **2C)** 500X, **2D)** 1000X.

En estas imágenes encontramos un deterioro de la superficie del arco después de estar 2 meses en boca.

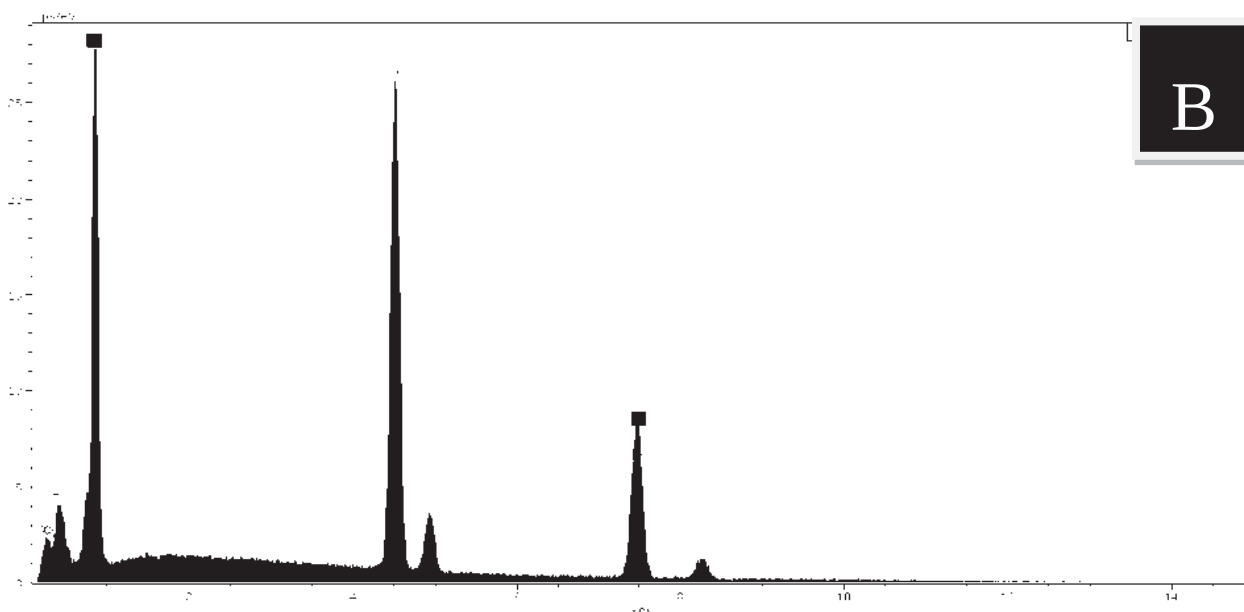
Al incrementar las magnificaciones en la imagen se observan con más claridad los defectos ocasionados por la corrosión.

En el ataque de la corrosión a este arco se observan porosidades en su superficie; pero no es generalizada ya que se encuentra mas delimitado el ataque corrosivo.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE NO. 1**

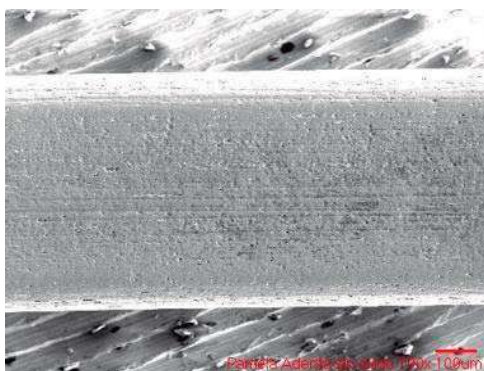


Element	Series	unn.C	Norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Titanium	K-series	43.61875	45.01175	50.08583	1.279161
Nickel	K-series	53.28651	54.98825	49.91417	1.645126
	Total:	96.90525	100	100	

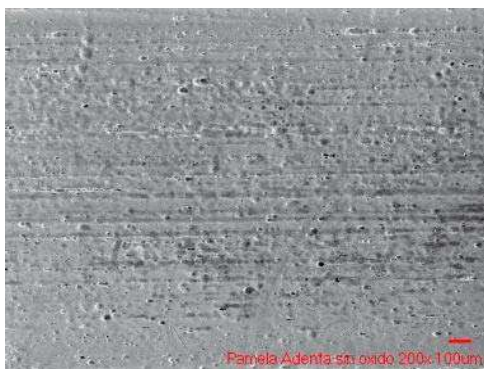


Adenta resultados. En el Espectro B se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla B se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.98 % wt, y el titanio el 45.01 % wt.

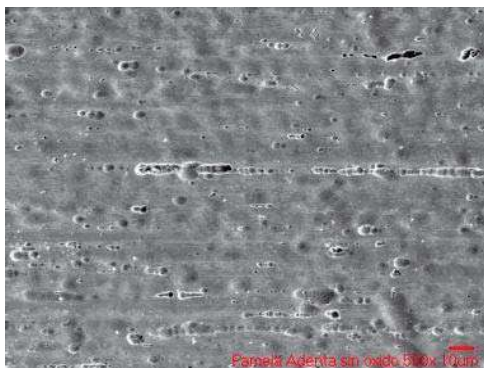
IMÁGENES ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE NO. 2



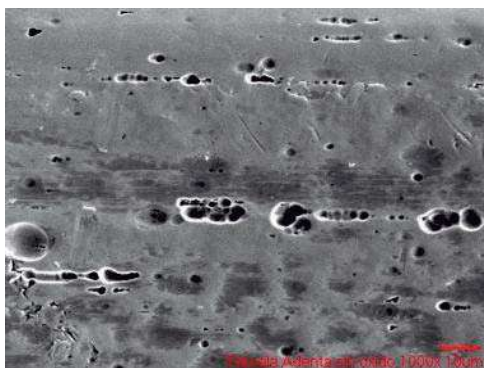
3A



3B



3C



3D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

3A) 100X, **3B)** 200X, **3C)** 500X, **3D)** 1000X.

En estas imágenes encontramos un deterioro de la superficie del arco después de estar 2 meses en boca.

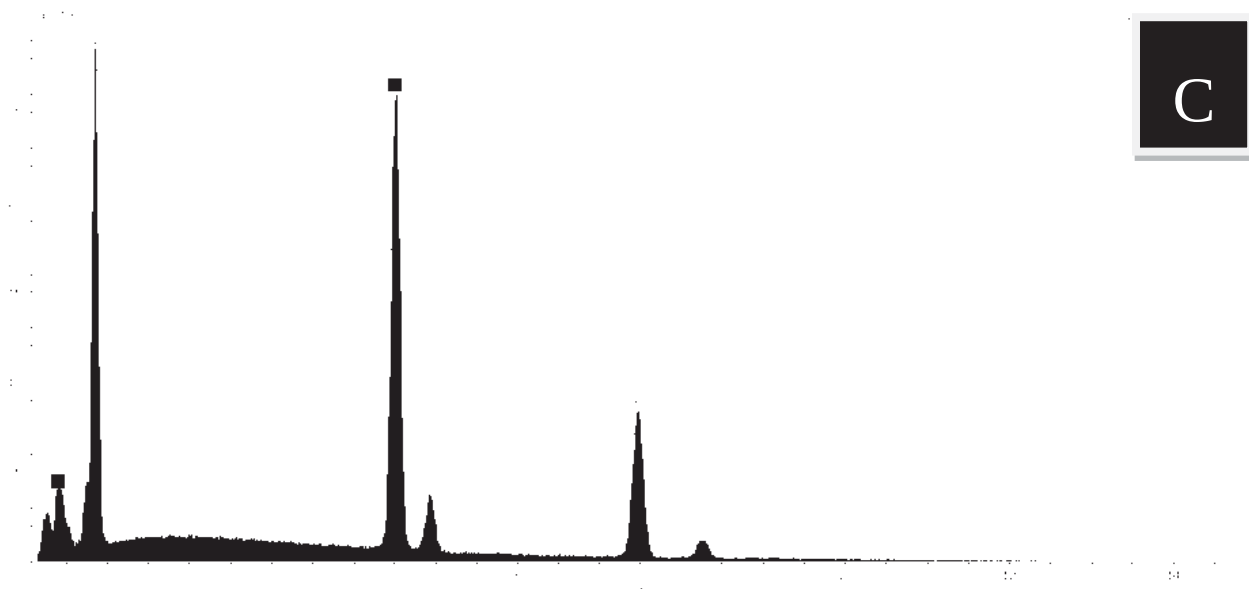
Mientras mas magnificaciones se den en la imagen mayormente se ven los defectos ocasionados por la corrosión.

Se presenta una superficie erosionada con porosidades pero estas se encuentran delimitadas y con muy poca extensión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 2**

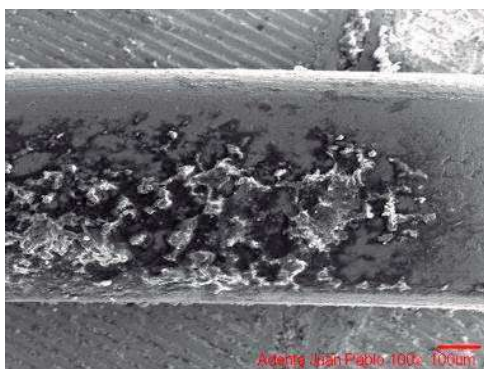


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Titanium	K-series	43.4177	45.191199	50.26702144	1.27337992
Nickel	K-series	52.65786	54.808801	49.73297856	1.62601295
	Sum:	96.07556	100	100	

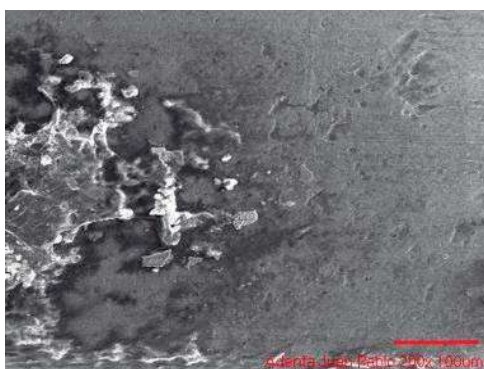


Adenta resultado. En el Espectro C se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla C se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.80 % wt, y el titanio el 45.19 % wt.

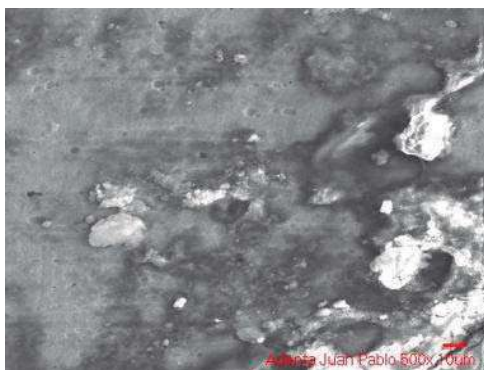
**IMÁGENES ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA,
SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE NO. 3**



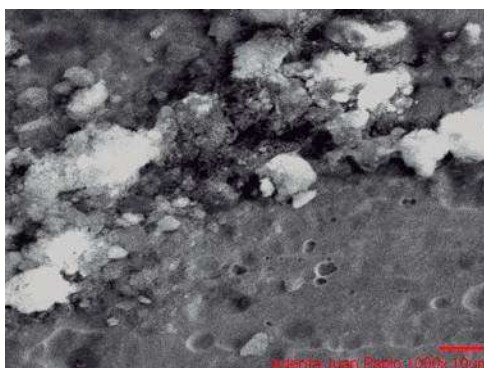
4A



4B



4C



4D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

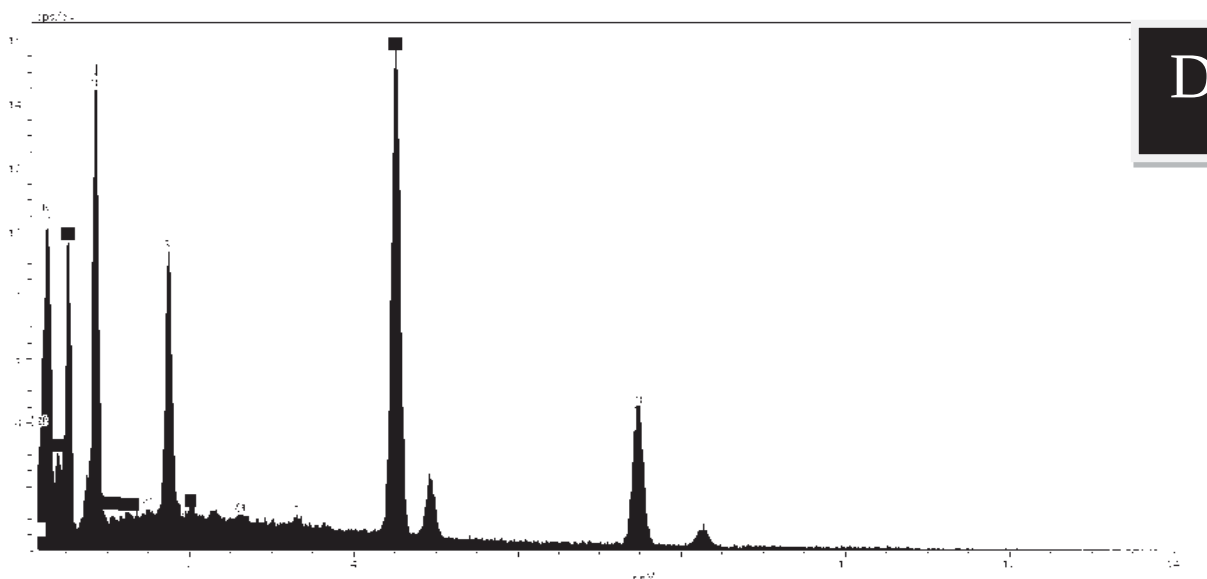
4A) 100X, **4B)** 200X, **4C)** 500X, **4D)** 1000X.

En las imágenes se observa como se encuentra el biofilm adherido en la mayor parte de la superficie del arco impidiendo valorar los posibles daños o alteración que sufrió el material por la corrosión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS DE ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 3**



Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Carbon	K-series	4.063213	4.319006291	11.85612907	0.50561922
Oxygen	K-series	16.2796	17.30446283	35.66093021	1.88405782
Silicon	K-series	5.381171	5.719934658	6.715017891	0.24806254
Titanium	K-series	30.84536	32.78718443	22.57814506	0.91189015
Nickel	K-series	36.17894	38.45653423	21.60325262	1.12498682
Phosphorus	K-series	0.233642	0.248350888	0.264368696	0.03384895
Sulfur	K-series	0.144807	0.153922593	0.158268993	0.03009882
Chlorine	K-series	0.136286	0.144865679	0.13472694	0.02952371
Aluminium	K-series	0.061752	0.065639478	0.080211498	0.027854
Magnesium	K-series	0.162917	0.173172718	0.23492114	0.03358742
Sodium	K-series	0.295094	0.313671279	0.449861048	0.04322696
Potassium	K-series	0.294702	0.31325493	0.264166842	0.03398537
	Sum:	94.07749	100	100	

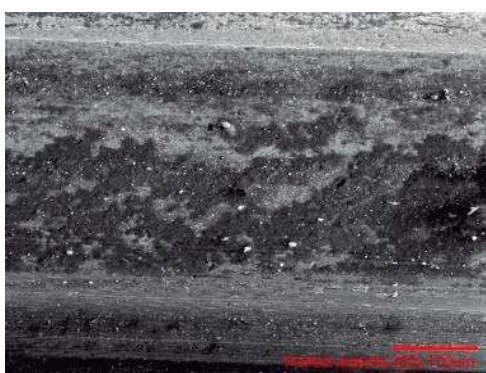


Adenta resultado. En el Espectro D se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla D se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 38.45 % wt, y el titanio el 32.78 % wt.

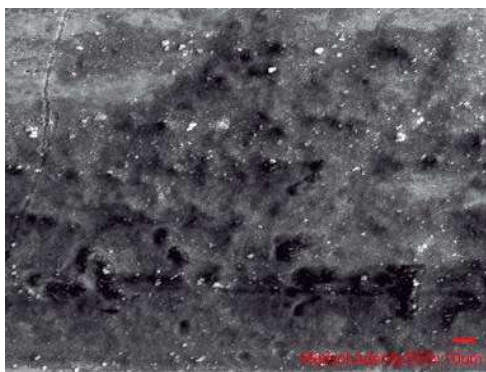
**IMÁGENES ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA,
SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 4**



5A



5B



5C



5D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

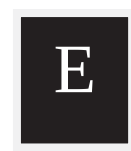
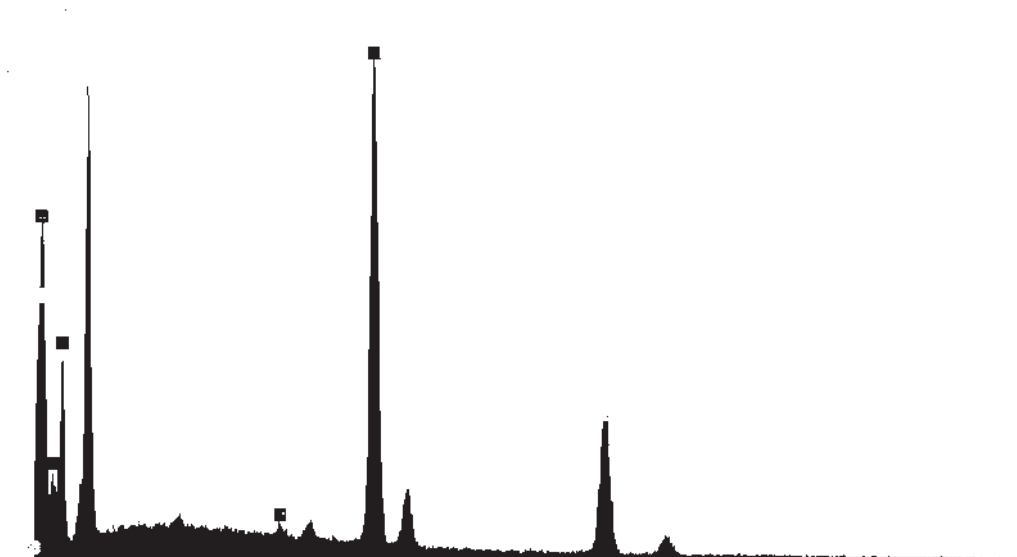
4A) 100X, **4B)** 200X, **4C)** 500X, **4D)** 1000X.

En las imágenes se observa como se encuentra el biofilm adherido en la mayoría del arco impidiendo observar la superficie del arco y sus defectos ocasionados por la corrosión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ADENTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 4**

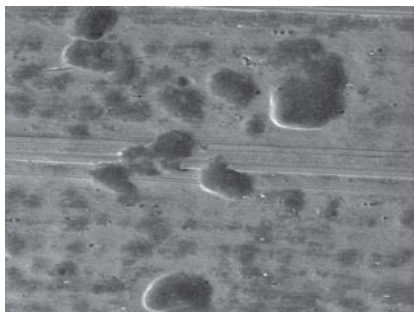


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Carbon	K-series	2.733683	2.992648036	9.161471824	0.3605504
Oxygen	K-series	13.25801	14.51395103	33.35575242	1.57399763
Calcium	K-series	0.687273	0.752379349	0.690270927	0.04538376
Titanium	K-series	34.0905	37.31993104	28.65995236	1.005197
Nickel	K-series	39.93774	43.72108294	27.38989772	1.23926948
Potassium	K-series	0.322302	0.352834565	0.331819583	0.03482689
Phosphorus	K-series	0.287739	0.314996367	0.373938677	0.03589779
Sulfur	K-series	0.029392	0.032176669	0.03689649	0.00103494
Sum:		91.34663	100	100	



Adenta resultado. En el Espectro E se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla E se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 43.72 % wt, y el titanio el 37.31 % wt.

MAPEO ADENTA EN ARCO LIMPIO DESPUÉS DE 2 MESES COLOCADO EN BOCA

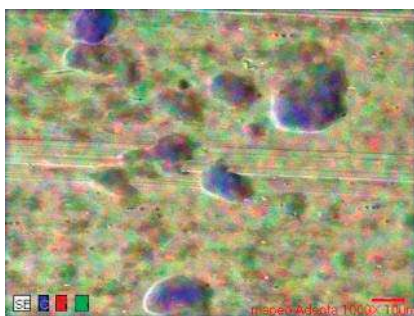


6A

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Las imágenes **6A)**, **6B)**, **6C)**, **6D)**, **6E)**, se tomaron a 1000 X para realizar el mapeo.

En la imagen **6A)** observamos el arco tal cual se ve en el microscopio.



6B

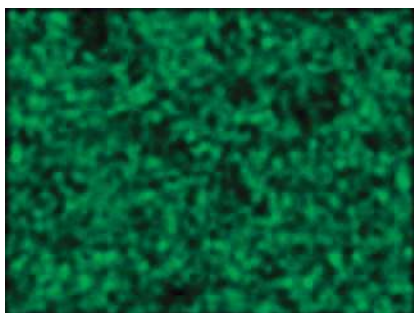
En la imagen **6B)** se realizó el mapeo identificando que tiene Ni (verde), Ti (rojo) y C (azul): se puede observar como se encuentra distribuidos estos tres materiales en la misma imagen.



6C

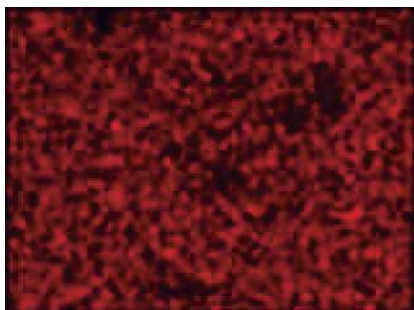
Las imágenes **6C)**, **6D)**, **6E)** muestran los resultados de la distribución de los componentes los cuales son, C, Ni y Ti, respectivamente en forma separada

En la imagen **6C)** se observa como se encuentra distribuido el carbono en toda la superficie del arco y las zonas en donde hay un mayor acumulo de este material.



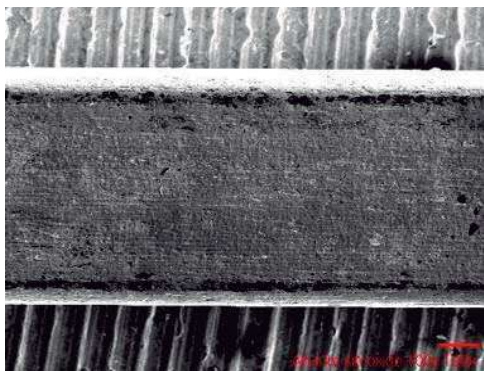
6D

En la imagen **6D)** se observa como se encuentra distribuido el Níquel en toda la superficie del arco. Así mismo el Ti se encuentra distribuido en forma similar como se observa en la figura **6E)**. Estos resultados concuerdan con la distribución o contenido de los materiales principales del material base.



6E

IMÁGENES AH-KIM PECH CONTROL



7A

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Imagen **7A)** control Ah-Kim Pech a 100 X se aprecia todo el ancho del arco, la superficie se puede ver áspera y con cambios en tonos de grises.



7B

Imagen **7B)** control Ah-Kim Pech a 500 X observamos una superficie irregular y con porosidades.



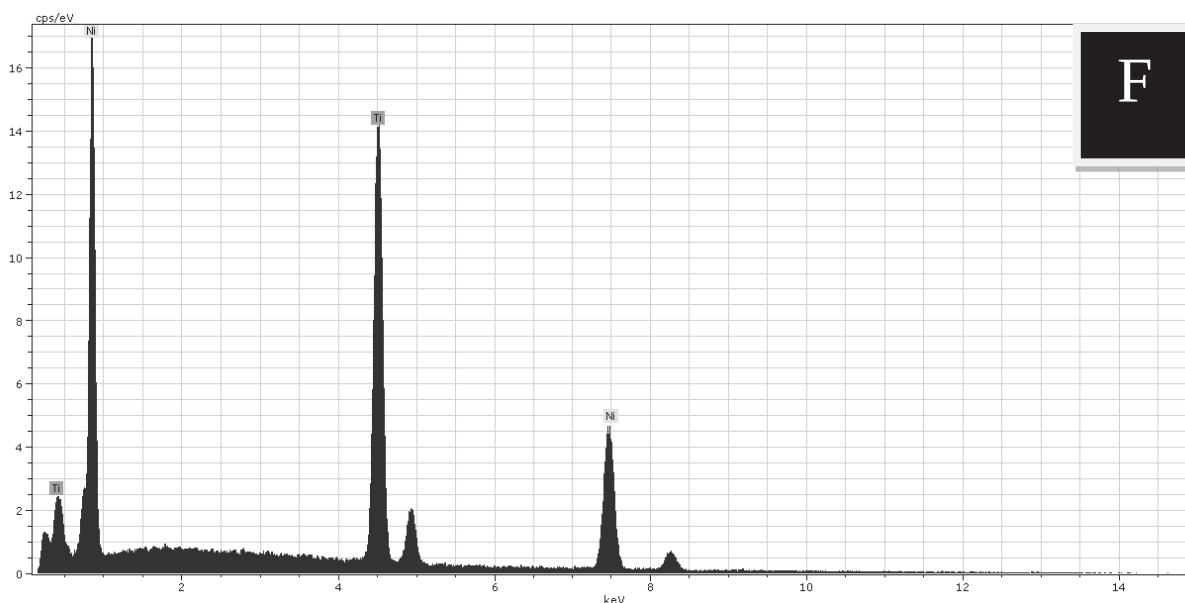
7C

Imagen **7C)** control Ah-Kim Pech a 1000 X observamos mejor los defectos de la superficie.

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS AH-KIM PECH CONTROL

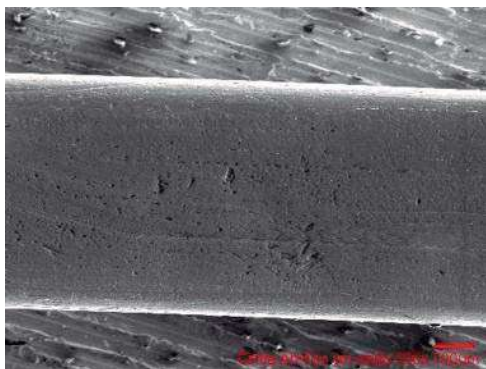


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Titanium	K-series	43.97	45.04	50.11	1.3
Nickel	K-series	53.66	54.96	49.89	1.7
	Total:	97.63	100.00	100.00	

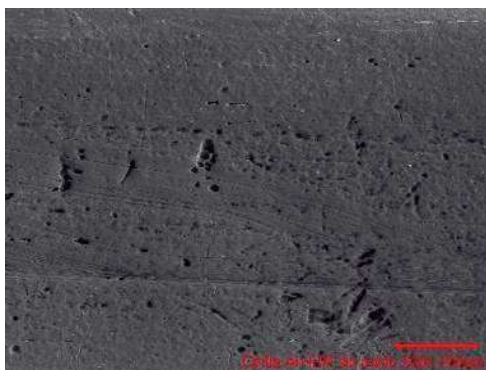


Ah-Kim Pech control. En el Espectro F se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla F se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.96 % wt, y el titanio el 45.04 % wt.

**IMÁGENES AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN
BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 5**



8A



8B



8C



8D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

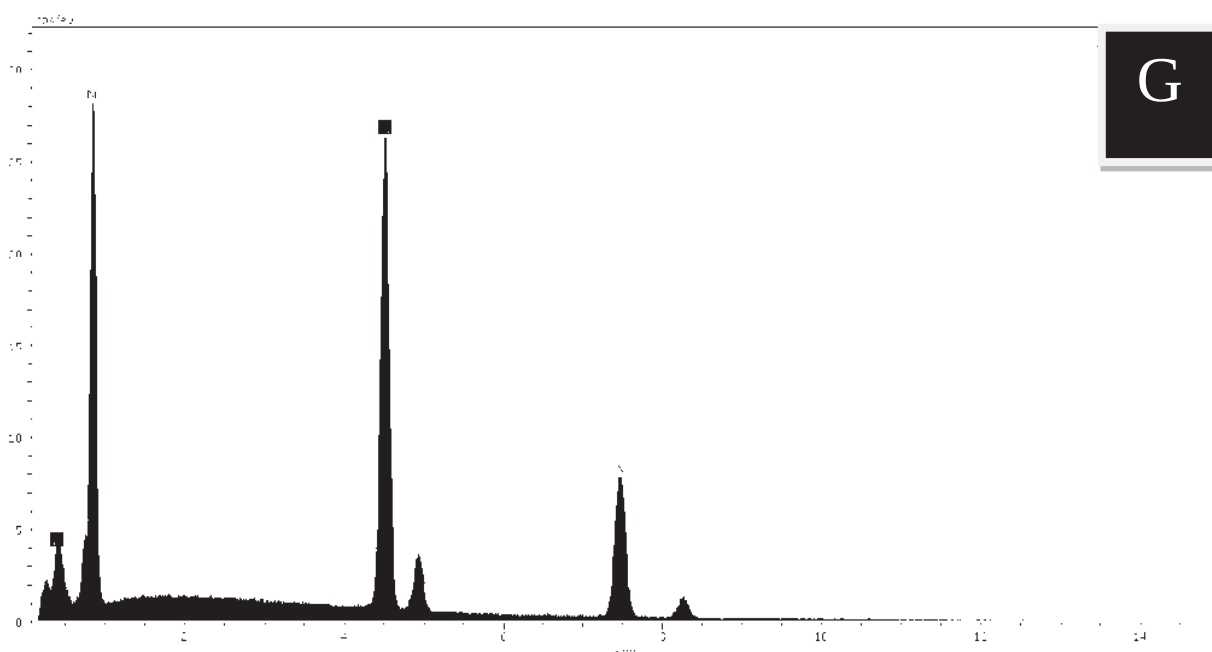
Imagen **8A)** 100X, **8B)** 200X, **8C)** 500X, **8D)** 1000X.

En las imágenes mientras más magnificaciones se les den mayor se observa una superficie erosionada con porosidades muy delimitadas.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 5**



Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Titanium	K-series	44.08222	45.3325204	50.40961811	1.29248698
Nickel	K-series	53.15972	54.6674796	49.59038189	1.64127153
	Sum:	97.24194	100	100	



Ah-Kim Pech resultado. En el Espectro G se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla G se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.66 % wt, y el titanio el 45.33 % wt.

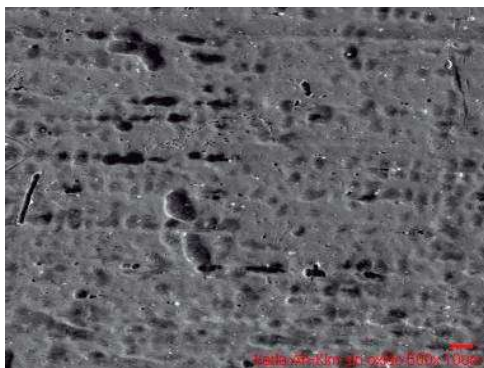
IMÁGENES AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 6



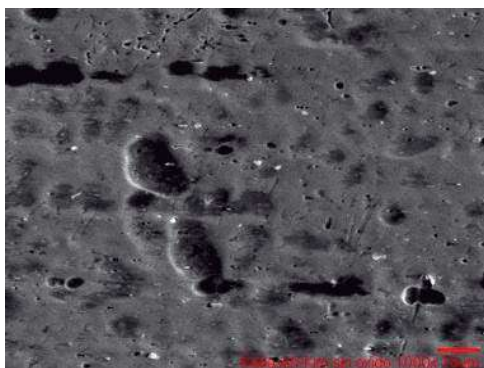
9A



9B



9C



9D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Imágenes **9A)** 100X, **9B)** 200X, **9C)** 500X, **9D)** 1000X.

En estas imágenes encontramos un deterioro de la superficie del arco.

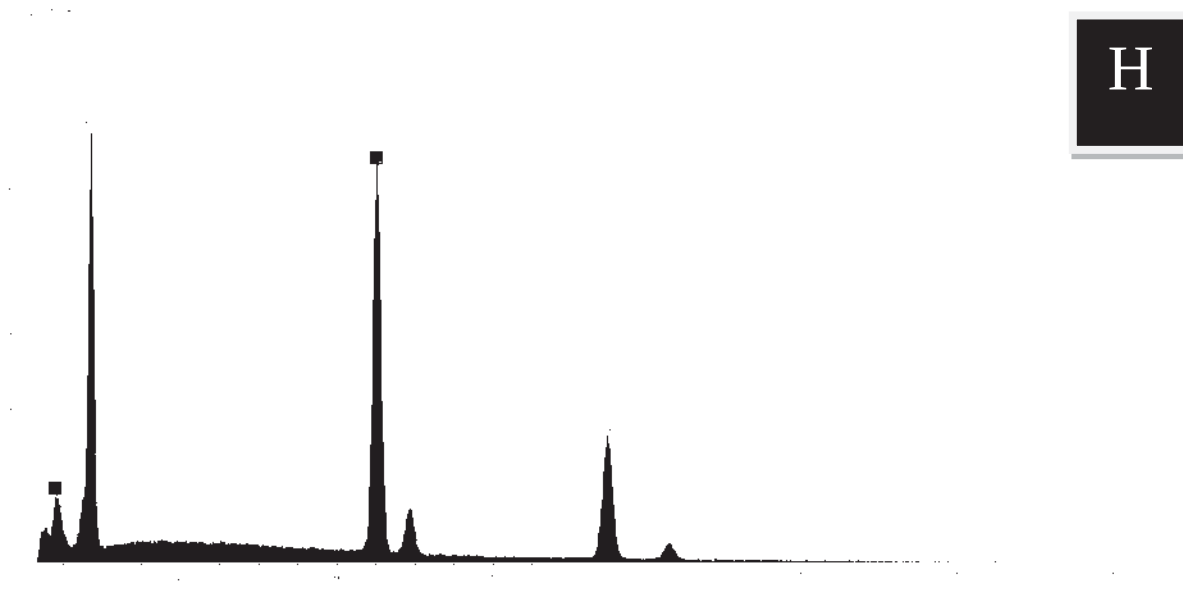
Mientras mas magnificaciones se den en la imagen mayormente se ven los defectos ocasionados por la corrosión.

En el ataque de la corrosión a este arco se observan porosidades en toda su superficie.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 6**

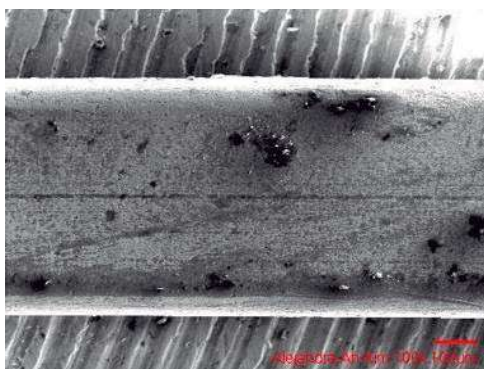


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Titanium	K-series	43.26118	45.15057654	50.22601939	1.26887954
Nickel	K-series	52.55416	54.84942346	49.77398061	1.62285999
	Sum:	95.81533	100	100	



Ah-Kim Pech resultado. En el Espectro H se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla H se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.84 % wt, y el titanio el 45.15 % wt.

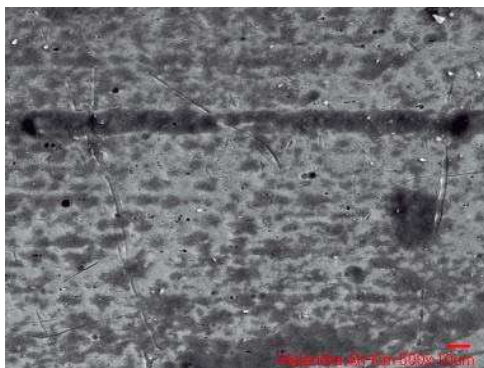
**IMÁGENES AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN
BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 7**



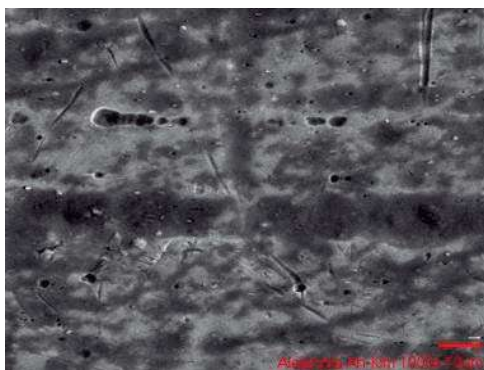
10
A



10
B



10
C



10
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

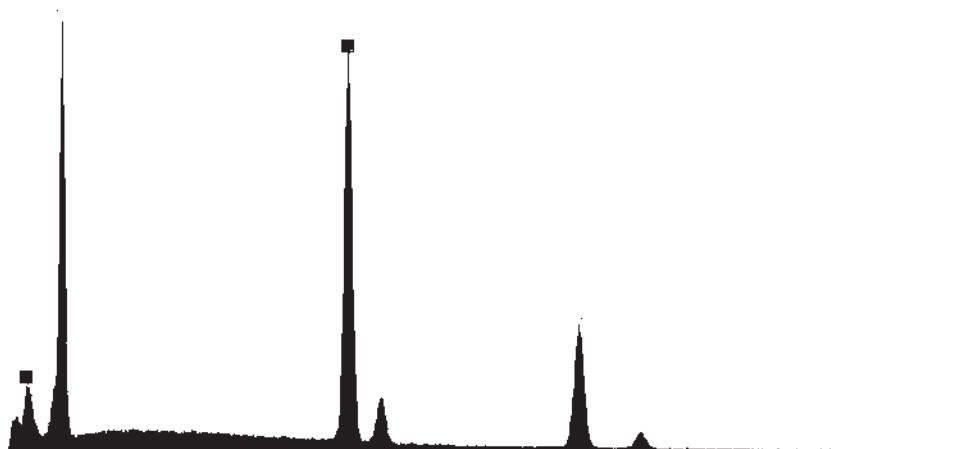
Imágenes **10A)** 100X, **10B)** 200X, **10C)** 500X, **10D)** 1000X.

En las imágenes se observa como se encuentra el biofilm adherido en el arco impidiendo observar completamente la superficie del arco y sus defectos ocasionados por la corrosión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 7**

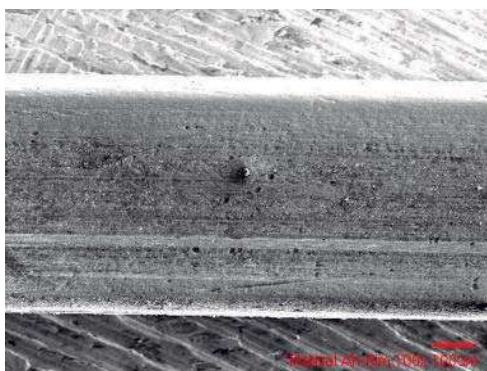


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Oxygen	K-series	6.771926	7.135675382	19.98892593	0.8538796
Sodium	K-series	0.740291	0.780055104	1.520718218	0.07072527
Potassium	K-series	0.414183	0.436431072	0.500283155	0.03762831
Titanium	K-series	39.37986	41.49512717	38.8419512	1.15728098
Nickel	K-series	46.45792	48.95337902	37.38104915	1.43750963
Sulfur	K-series	0.100645	0.106050974	0.148227214	0.02854383
Chlorine	K-series	0.376653	0.396884705	0.501733532	0.03750215
Phosphorus	K-series	0.309777	0.326416609	0.472320091	0.03673247
Silicon	K-series	0.075123	0.079158405	0.126320242	0.02811404
Aluminum	K-series	0.092377	0.097339052	0.161688254	0.0292694
Magnesium	K-series	0.18362	0.193482505	0.356783017	0.03467868
	Sum:	94.90238	100	100	



Ah-Kim Pech resultado. En el Espectro I se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla I se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 48.95 % wt, y el titanio el 41.49 % wt.

**IMÁGENES AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN
BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 8**



11
A



11
B



11
C



11
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

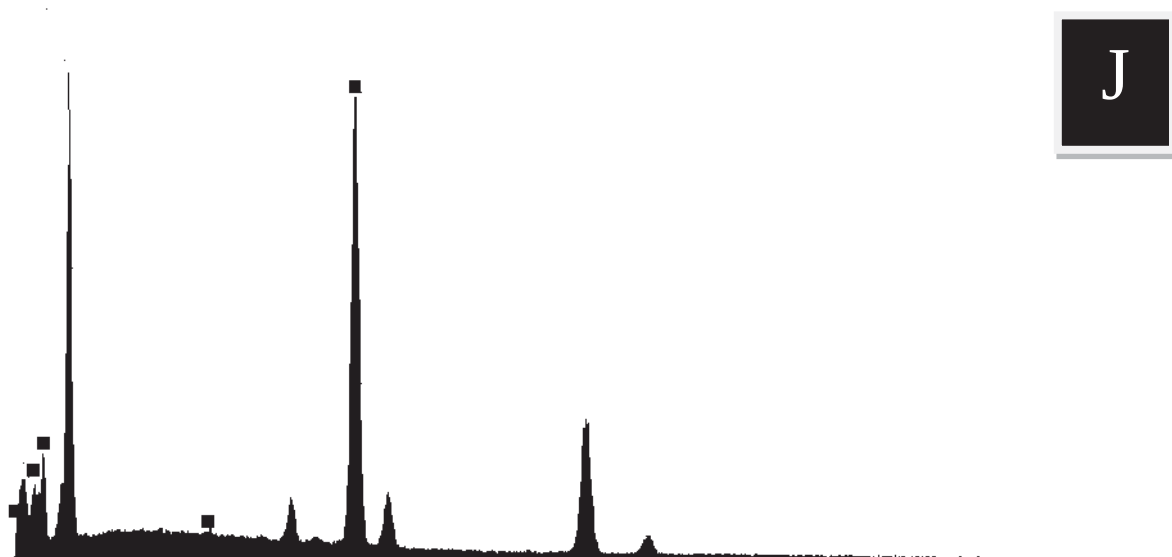
Imágenes **11A)** 100X, **11B)** 200X, **11C)** 500X, **11D)** 1000X.

En las imágenes se observa como se encuentra el biofilm adherido en el arco impidiendo observar completamente la superficie del arco y sus defectos ocasionados por la corrosión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS AH-KIM PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 8**

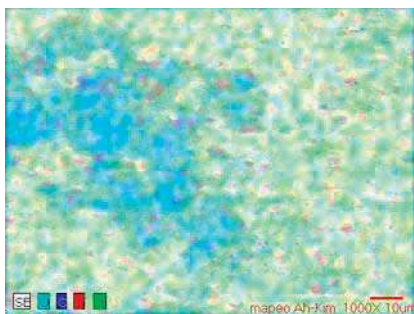


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Carbon	K-series	2.299134	2.377468392	8.31863364	0.3012984
Oxygen	K-series	7.398332	7.650401881	20.09541558	0.90490302
Calcium	K-series	2.135516	2.208275974	2.315600926	0.08833705
Titanium	K-series	38.3286	39.63449832	34.78849588	1.1270541
Nickel	K-series	46.50212	48.08650308	34.43105654	1.43885339
Chlorine	K-series	0.04144	0.042852352	0.050797433	0.00137552
	Sum:	96.70514	100	100	

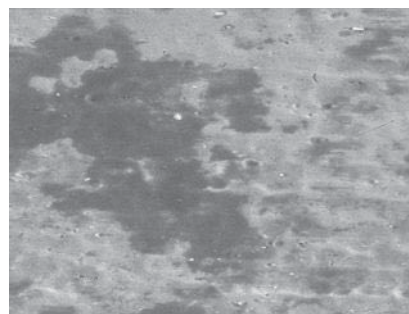


Ah-Kim Pech resultado. En el Espectro J se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla J se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 48.08 % wt, y el titanio el 39.63 % wt.

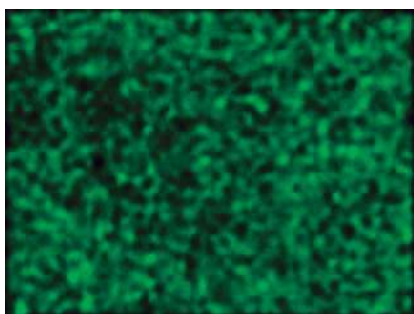
MAPEO AH-KIM PECH EN ARCO LIMPIO DESPUÉS DE 2 MESES COLOCADO EN BOCA



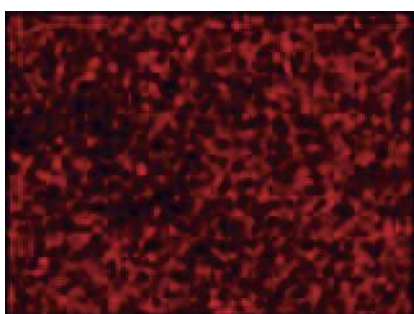
12
B



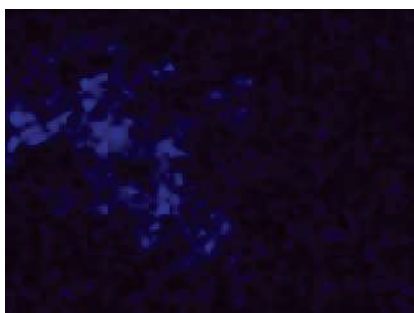
12
A



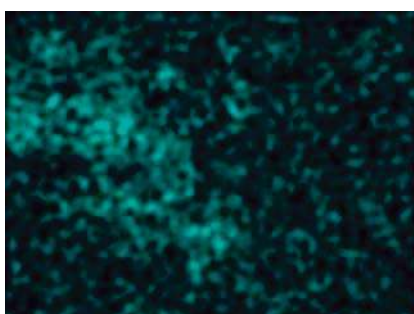
12
C



12
D



12
E



12
F

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Las imágenes **12A)**, **12B)**, **12C)**, **12D)**, **12E)**, **12F)** se tomaron a 1000 X para realizar el mapeo.

En la imagen **12A)** observamos el arco tal cual se ve en el microscopio.

En la imagen **12B)** se realizó el mapeo identificando que tiene Ni (verde), Ti (rojo), C (azul), O (azul claro) y se puede ver como se encuentra distribuidos estos cuatro materiales en toda la imagen.

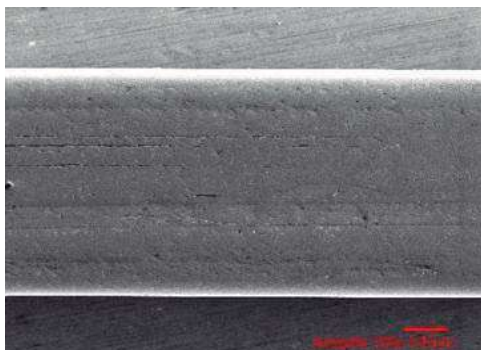
En la imagen **12C)** se observa como se encuentra distribuido el Níquel en toda la superficie del arco.

En la imagen **12D)** se observa como se encuentra distribuido el Titanio en toda la superficie del arco.

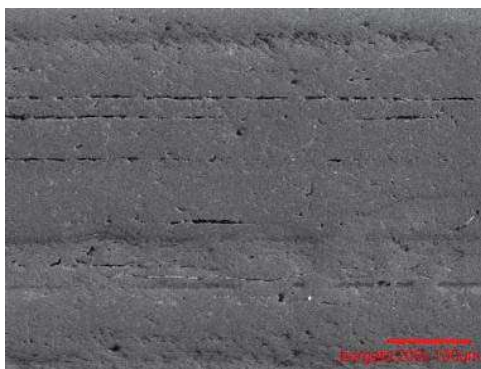
En la imagen **12E)** se observa como se encuentra distribuido el carbono en toda la superficie del arco y las zonas en donde hay un mayor acumulo de este material.

En la imagen **12F)** se observa como se encuentra distribuido el carbono en toda la superficie del arco y las zonas en donde hay un mayor acumulo de este material.

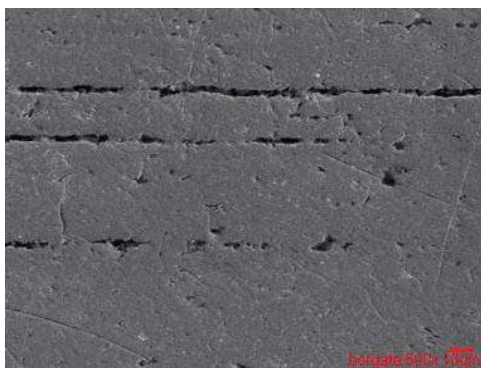
IMÁGENES BORGATTA CONTROL



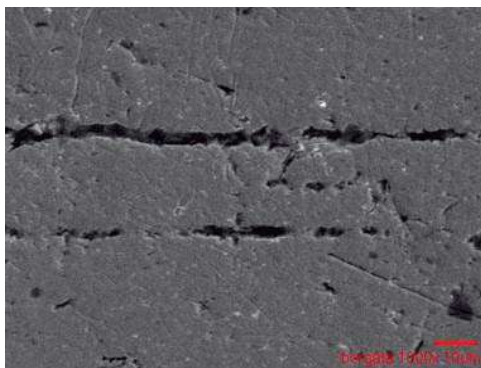
13
A



13
B



13
C



13
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Imagen **13A)** Imagen control Borgatta a 100 X se aprecia todo el ancho del arco, la superficie se puede ver áspera, encontrando varios rayones continuos en la longitud del arco.

Imagen **13B)** Imagen control Borgatta a 200 X se observan los mismos rayones pudiendo observar un poco más porosidades en la parte superior como inferior.

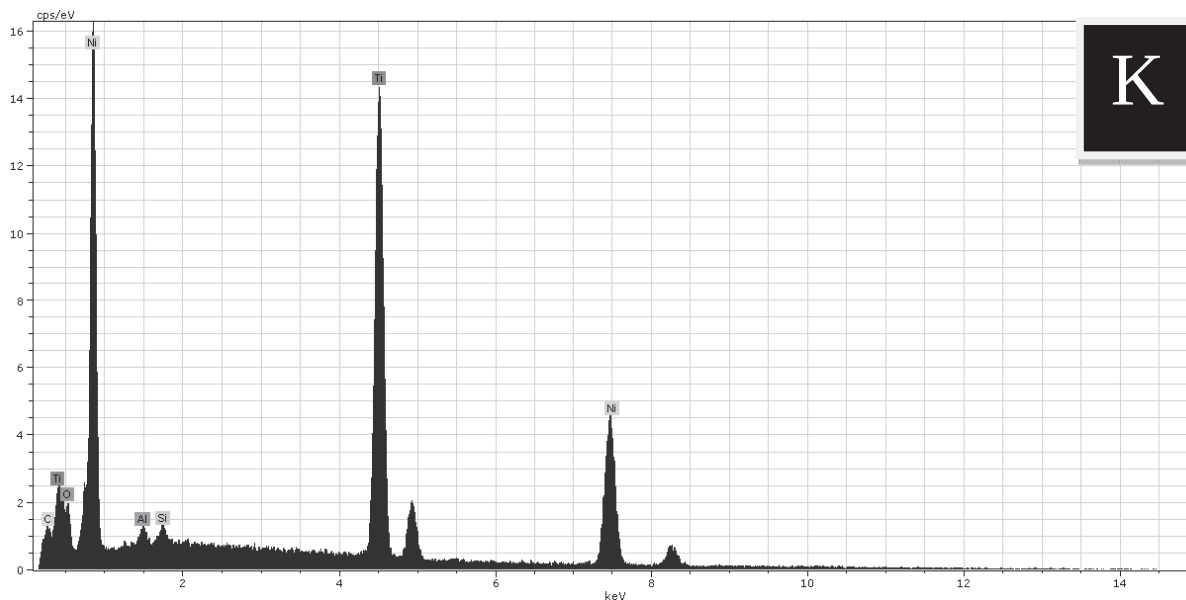
Imagen **13C)** Imagen control Borgatta a 500 X los rayones ya son fisuras muy marcadas y observamos una superficie irregular.

Imagen **13D)** Imagen control Borgatta a 1000 X observamos la fisura que es muy grande y marcada.

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS BORGATTA CONTROL

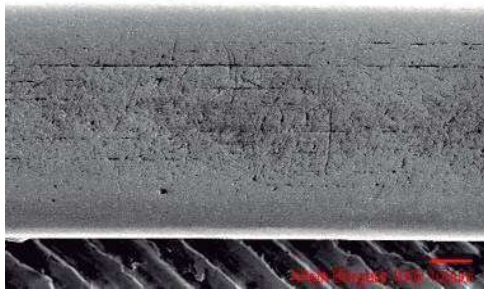


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Carbon	K-series	1.77	1.74	6.61	0.3
Oxygen	K-series	4.29	4.24	12.06	6.7
Silicon	K-series	0.68	0.67	1.08	0.1
Titanium	K-series	41.71	41.20	39.16	1.2
Nickel	K-series	52.05	51.42	39.86	1.7
Aluminio	K-series	0.74	0.73	1.23	0.1
Total:		101.24	100.00	100.00	



Borgatta control. En el Espectro K se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como otros materiales de relleno Al y Si. En los resultados del análisis químico de la tabla K se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 51.42 % wt, y el titanio el 41.20 % wt.

IMÁGENES BORGATTA PECH DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 9



14
A

14
B

14
C

14
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Imágenes **14A)** 100X, **14B)** 200X, **14C)** 500X, **14D)** 1000X.

En estas imágenes encontramos un deterioro de la superficie del arco después de estar 2 meses en boca.

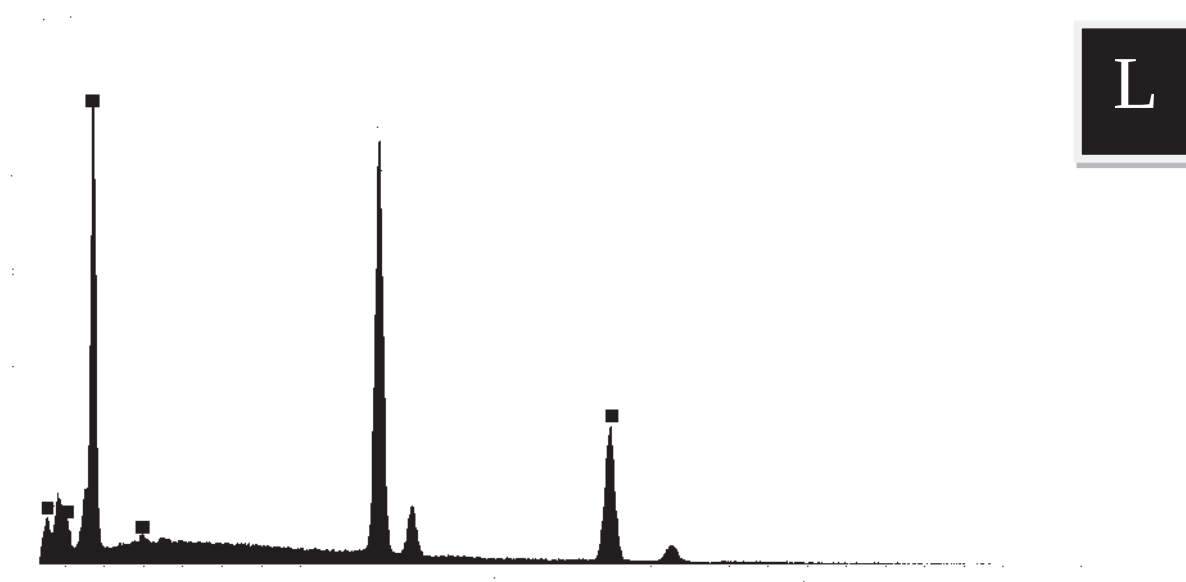
Se puede observar como hay un gran deterioro de la superficie del arco.

También encontramos fisuras horizontales y verticales las cuales hacen más propenso a que el arco sufra una fractura.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 9**

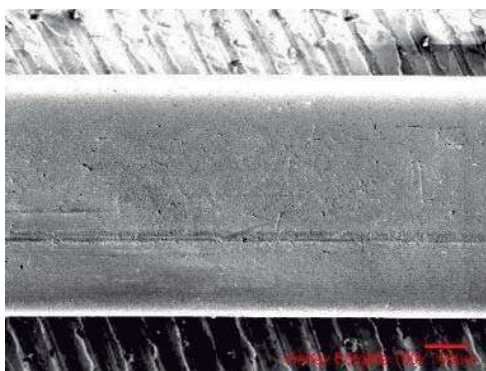


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Carbon	K-series	1.625384	1.647260055	6.507297366	0.22680109
Oxygen	K-series	2.677825	2.713865259	8.048264436	0.37752674
Titanium	K-series	41.77891	42.34120775	41.95915797	1.2262603
Nickel	K-series	52.16565	52.8677355	42.7384816	1.61104762
Silicon	K-series	0.132053	0.133829893	0.226093781	0.0304739
Aluminum	K-series	0.292169	0.296101546	0.520704838	0.03850321
	Sum:	98.67199	100	100	



Borgatta resultado. En el Espectro L se observan los picos de los componentes principales del material, Ni, Ti, también otros materiales Al, Si, C. En los resultados del análisis químico de la tabla L se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 52.86 % wt, y el titanio el 42.34 % wt.

**IMÁGENES BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA
Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 10**



15
A



15
B



15
C



15
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

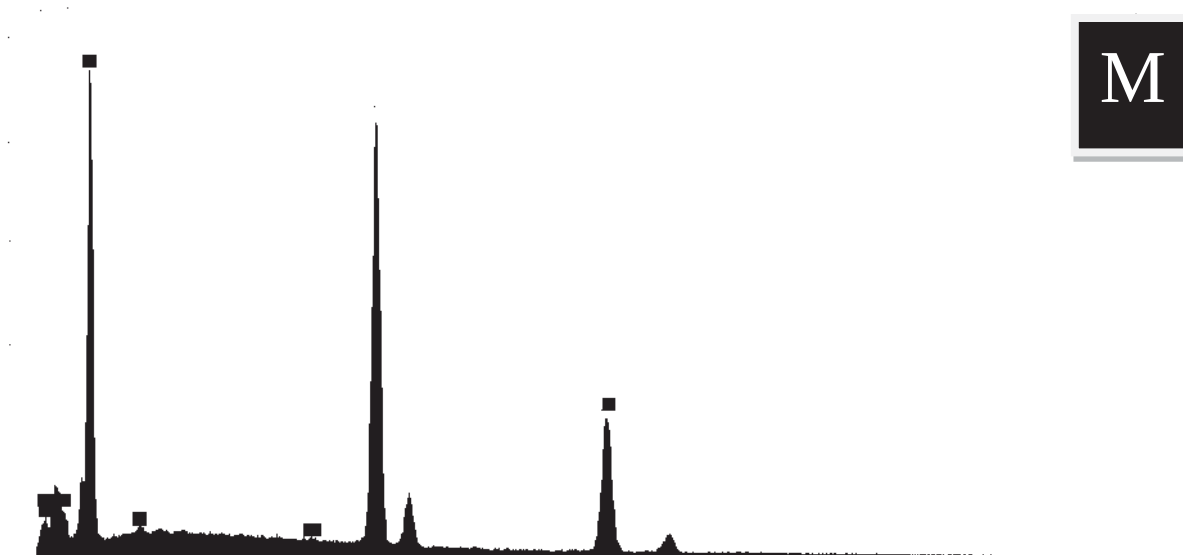
Imágenes **15A)** 100X, **15B)** 200X, **15C)** 500X, **15D)** 1000X.

En estas imágenes observamos una línea continua en toda la longitud del arco que puede ser por defectos de fabricación, la superficie no se observa tan erosionada presentando unas pequeñas porosidades.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 10**

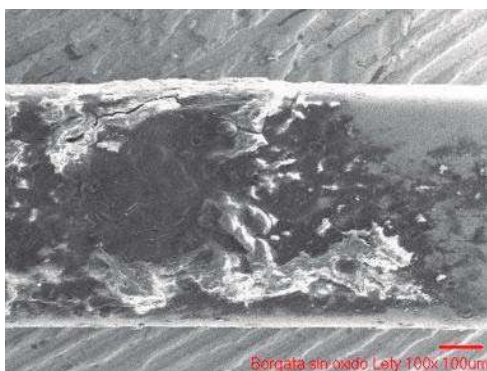


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Carbon	K-series	1.040696	1.054282245	4.24609102	0.16018508
Oxygen	K-series	2.624198	2.658456187	8.037803802	0.37007423
Titanium	K-series	41.97576	42.52373446	42.96243208	1.23192011
Nickel	K-series	52.54496	53.23091758	43.87188278	1.62258035
Silicon	K-series	0.128357	0.130033048	0.223966561	0.03032072
Aluminum	K-series	0.264053	0.267500425	0.47958914	0.03720377
Phosphorus	K-series	0.042287	0.042839487	0.066905517	0.00160159
Calcium	K-series	0.091048	0.092236568	0.111329098	0.02770038
	Sum:	98.71136	100	100	

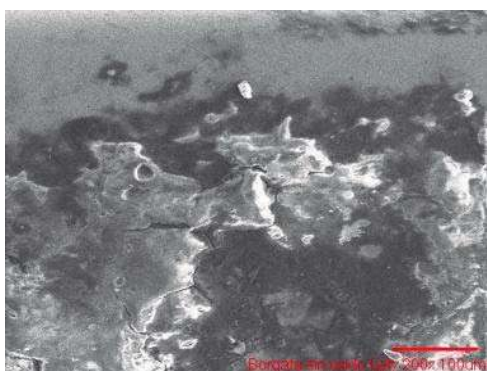


Borgatta resultado. En el Espectro M se observan los picos de los componentes principales del material, Ni, Ti, también otros materiales Al, Si, C, P, Ca. En los resultados del análisis químico de la tabla M se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 53.23 % wt, y el titanio el 42.52 % wt.

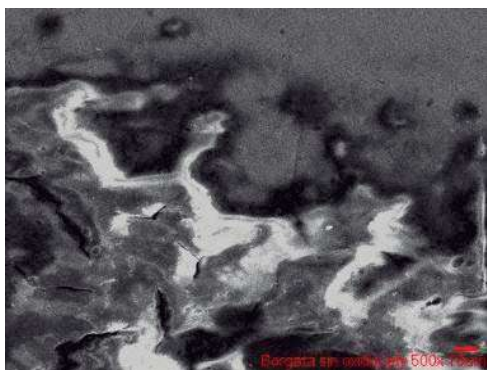
**IMÁGENES BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA,
SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 11**



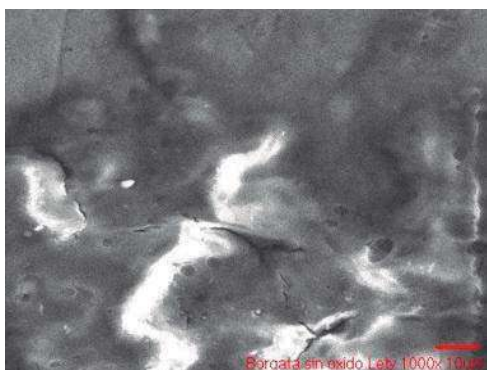
16
A



16
B



16
C



16
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

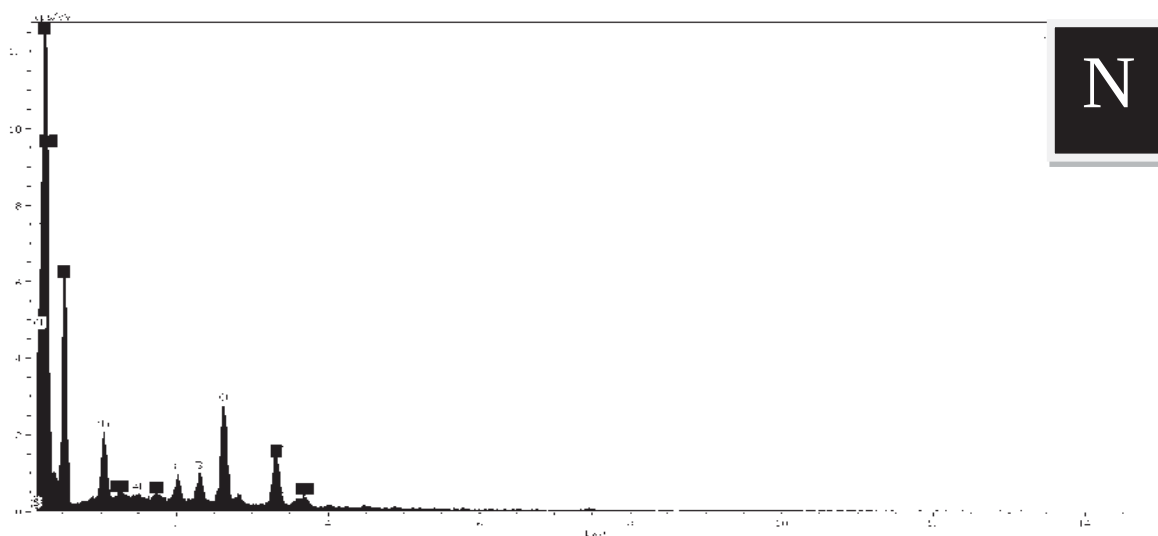
Imágenes **16A)** 100X, **16B)** 200X, **16C)** 500X, **16D)** 1000X.

En las imágenes se observa como se encuentra el biofilm adherido en el arco impidiendo observar completamente la superficie del arco y sus defectos ocasionados por la corrosión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 11**

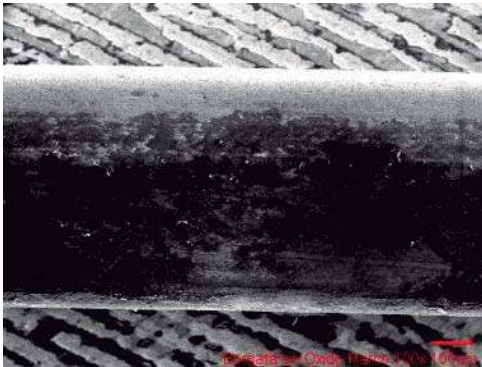


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Carbon	K-series	26.51	26.51	34.67	8.5
Oxygen	K-series	59.28	59.28	58.20	18.4
Sodium	K-series	3.26	3.26	2.23	0.2
Sulfur	K-series	1.04	1.04	0.51	0.1
Chlorine	K-series	4.58	4.58	2.03	0.2
Potassium	K-series	3.12	3.12	1.25	0.1
Calcium	K-series	0.70	0.70	0.27	0.0
Phosphorus	K-series	0.85	0.85	0.43	0.1
Silicon	K-series	0.20	0.20	0.11	0.0
Aluminum	K-series	0.16	0.16	0.09	0.0
Magnesium	K-series	0.31	0.31	0.20	0.0
	Total:	100.00	100.00	100.00	

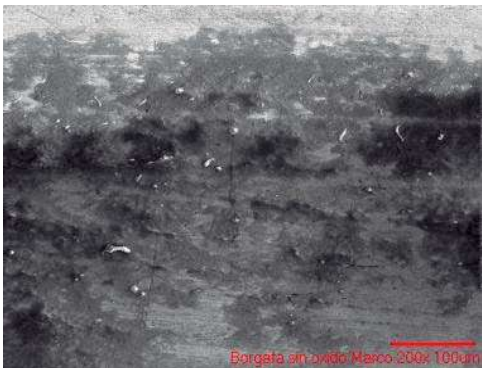


Borgatta resultado. En el Espectro N se observan los picos de los componentes principales del material dentro de los cuales el Ni y Ti no aparecen por la placa de biofilm. En los resultados del análisis químico de la tabla N se corrobora que la capa de biofilm es tan densa que el rayo no pudo llegar a la superficie del arco y dar los porcentajes de Ni y Ti.

**IMÁGENES BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN
BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 12**



17
A



17
B



17
C



17
D

Imágenes obtenidas en el
microscopio electrónico de
barrido:

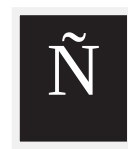
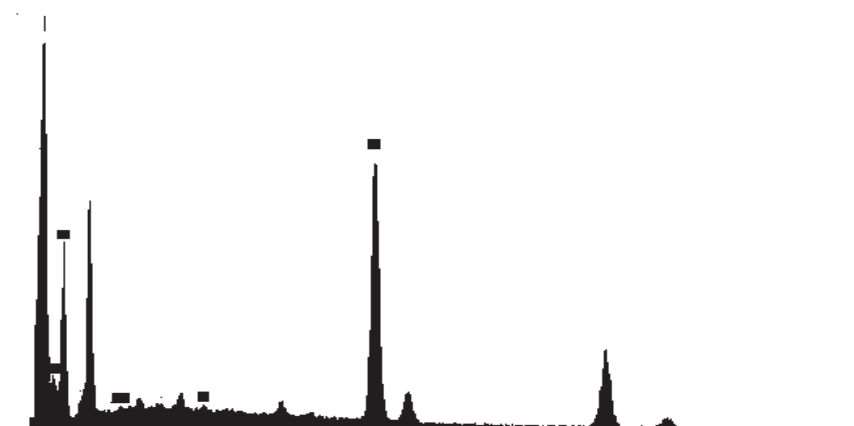
Imágenes **17A)** 100X, **17B)** 200X,
17C) 500X, **17D)** 1000X.

En estas imágenes más que una
capa de biofilm observamos como
si estuviera cubierto el arco de
una capa de hollín y nos impide
observar la superficie del arco.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS BORGATTA DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 12**

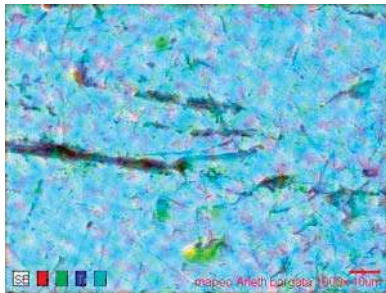


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Carbon	K-series	7.35	8.33	20.20	0.9
Oxygen	K-series	19.83	22.49	40.91	2.3
Potassium	K-series	0.72	0.82	0.61	0.0
Titanium	K-series	27.74	31.46	19.12	0.8
Nickel	K-series	31.08	35.25	17.48	1.0
Sulfur	K-series	0.14	0.16	0.14	0.0
Phosphorus	K-series	0.57	0.64	0.60	0.0
Silicon	K-series	0.20	0.22	0.23	0.0
Aluminium	K-series	0.35	0.40	0.43	0.0
Magnesium	K-series	0.20	0.23	0.27	0.0
	Total:	88.17	100.00	100.00	

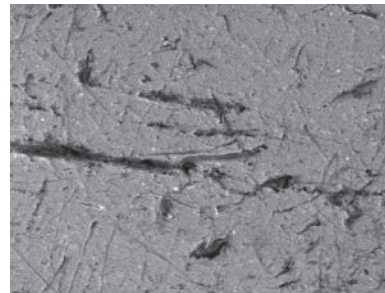


Borgatta resultado. En el Espectro Ñ se observan los picos de los componentes principales del material, Ni, Ti, también otros materiales. En los resultados del análisis químico de la tabla Ñ se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 35.25 % wt, y el titanio el 31.46 % wt.

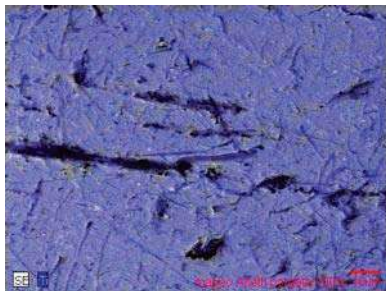
MAPEO BORGATTA EN ARCO LIMPIO DESPUÉS DE 2 MESES COLOCADO EN BOCA



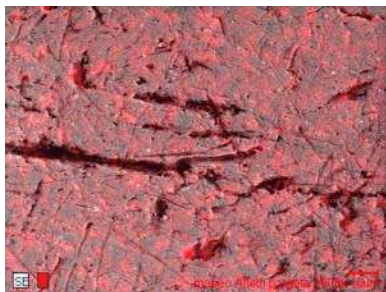
18
B



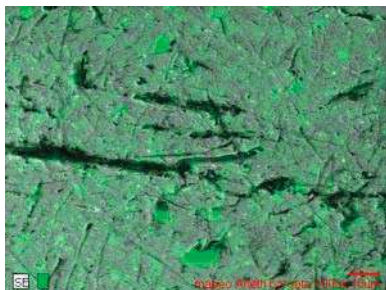
18
A



18
C



18
D



18
E



18
F

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Las imágenes **18A)**, **18B)**, **18C)**, **18D)**, **18E)**, **18F)** se tomaron a 1000 X para realizar el mapeo.

En la imagen **18A)** observamos el arco tal cual se ve en el microscopio.

En la imagen **18B)** se realizó el mapeo identificando que tiene Ni, Ti, Al, Si y se puede ver como se encuentra distribuidos estos cuatro materiales en toda la imagen.

En la imagen **18C)** se observa como se encuentra distribuido el Titanio en toda la superficie del arco.

En la imagen **18D)** se observa como se encuentra distribuido el Silicio en toda la superficie del arco.

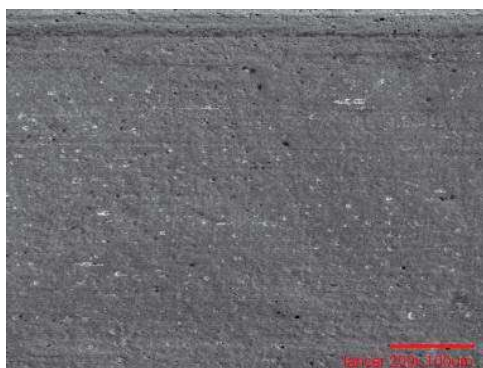
En la imagen **18E)** se observa como se encuentra distribuido el Aluminio en toda la superficie del arco y las zonas en donde hay un mayor acumulo de este material.

En la imagen **18F)** se observa como se encuentra distribuido el Níquel en toda la superficie del arco.

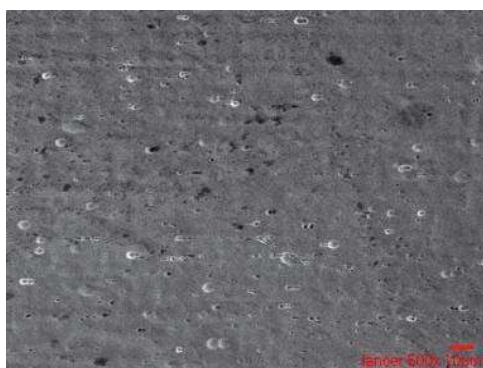
IMÁGENES LANCER CONTROL



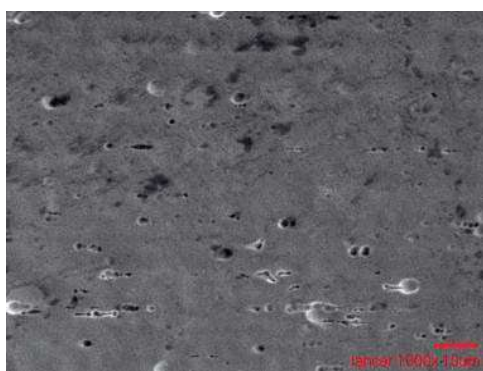
19
A



19
B



19
C



19
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Imagen **19A)** control Lancer a 100 X se aprecia todo el ancho del arco, la superficie se puede ver áspera y con cambios en tonos de grises.

Imagen **19B)** control Lancer 200 X se observa en la superficie puntos blancos y el cambio de tonos de grises.

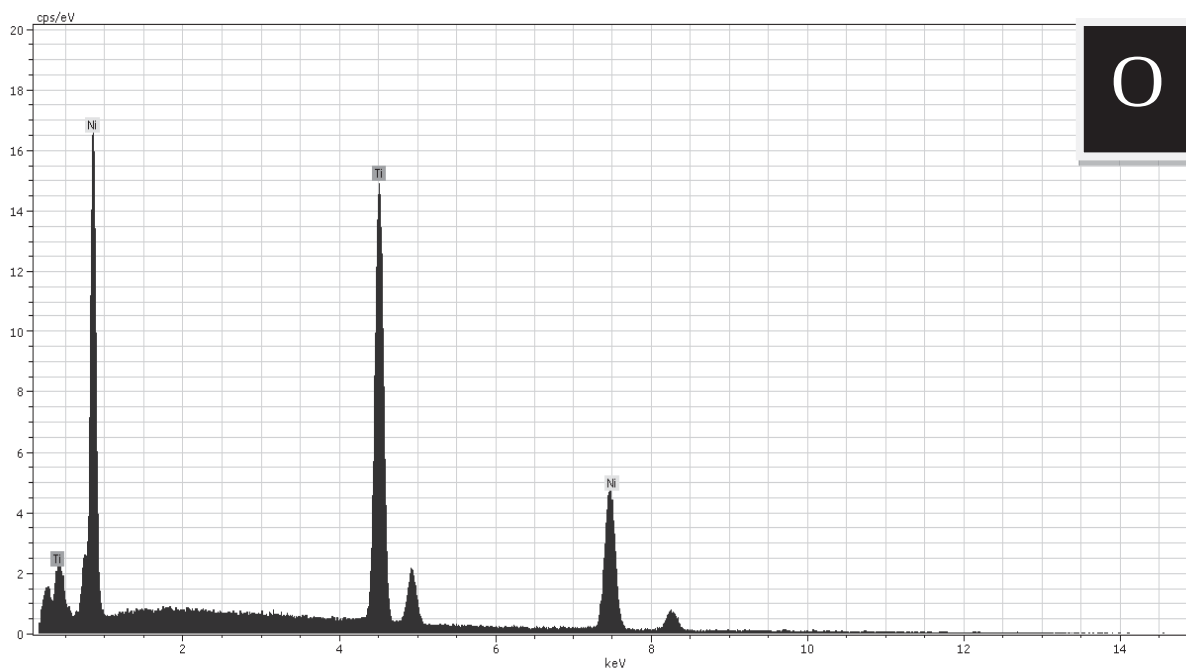
Imagen **19C)** control Lancer a 500 X observamos una superficie irregular y con pocas porosidades.

Imagen **19D)** control Lancer a 1000 X observamos mejor los defectos de la superficie.

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS LANCER CONTROL

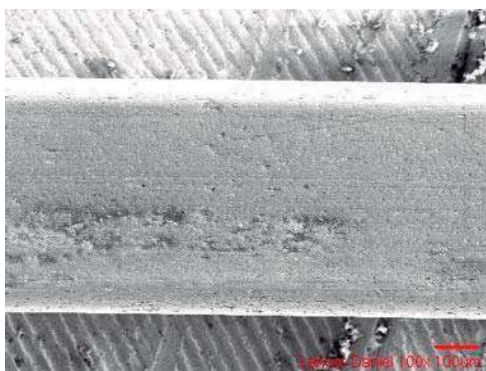


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Titanium	K-series	43.94	44.93	50.00	1.3
Nickel	K-series	53.86	55.07	50.00	1.7
	Total:	97.80	100.00	100.00	



Lancer control. En el Espectro O se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla O se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 55.07 % wt, y el titanio el 44.93 % wt.

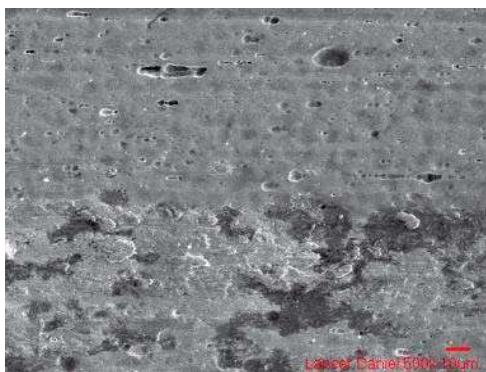
**IMÁGENES LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y
LIMPIO EN EL PACIENTE No. 13**



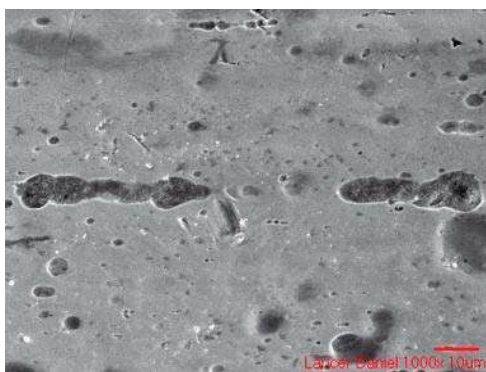
20
A



20
B



20
C



20
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

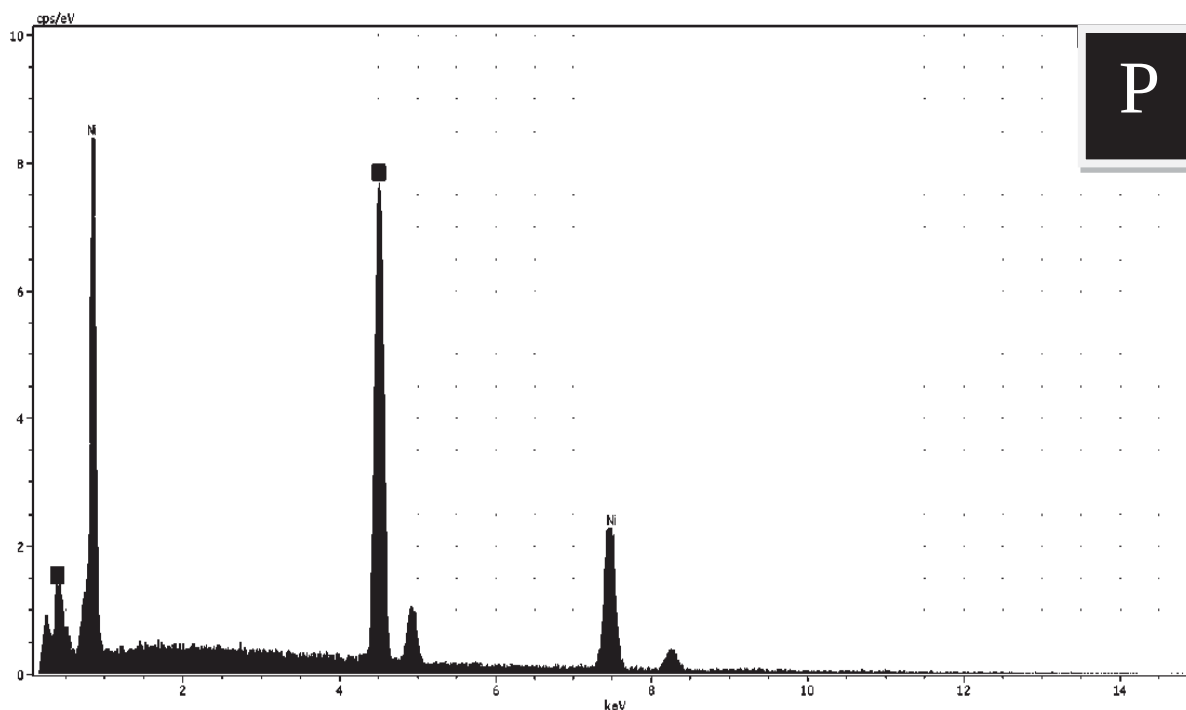
Imágenes **20A)** 100X, **20B)** 200X, **20C)** 500X, **20D)** 1000X.

En estas imágenes observamos en la parte superior del arco una superficie rugosa pero continua, y en su parte inferior una superficie donde se pierde la continuidad viéndose mayores defectos a causa de la corrosión.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 13**

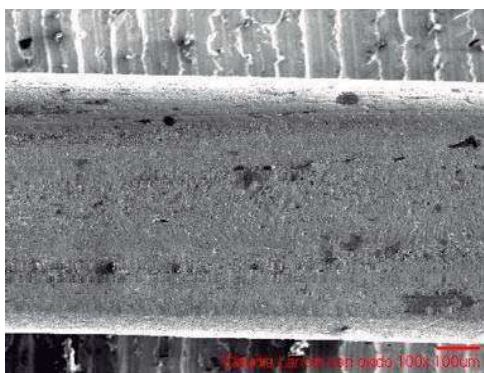


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Titanium	K-series	43.92648	45.59336059	50.67259312	1.28800883
Nickel	K-series	52.41755	54.40663941	49.32740688	1.6187064
	Sum:	96.34402	100	100	



Lancer resultado. En el Espectro P se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla P se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.40 % wt, y el titanio el 45.59 % wt.

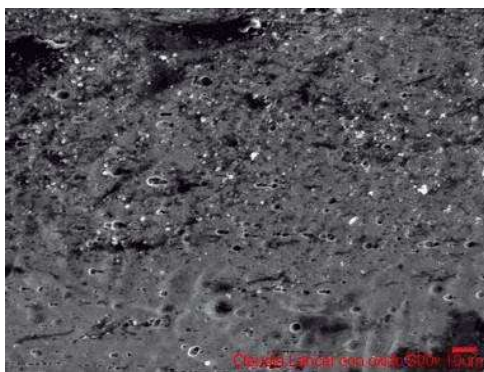
**IMÁGENES LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y
LIMPIO EN EL PACIENTE No. 14**



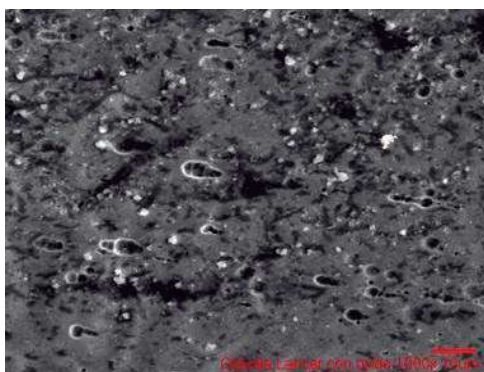
21
A



21
B



21
C



21
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

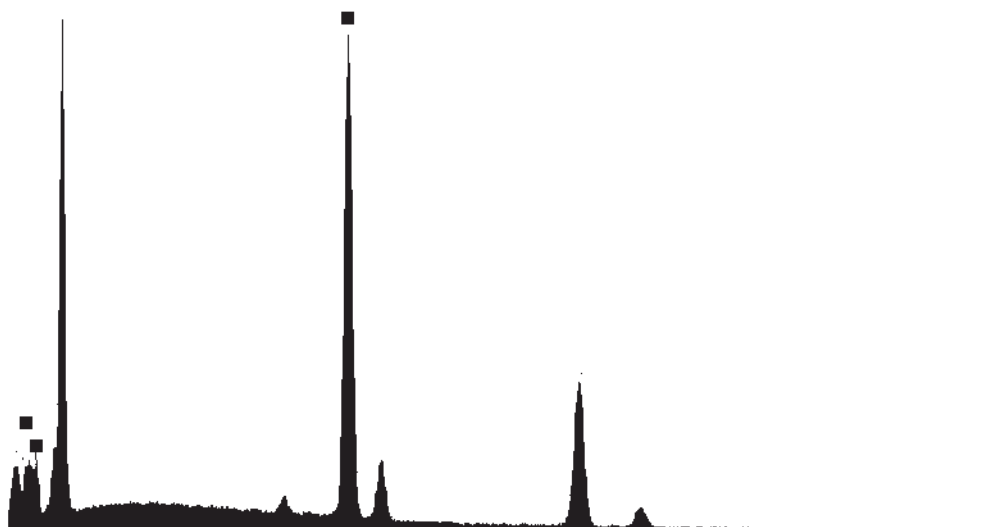
Imágenes **21A)** 100X, **21B)** 200X, **21C)** 500X, **21D)** 1000X.

A pesar de que el arco se limpio se puede observar como se adhirió el biofilm, también observamos una superficie muy irregular con porosidades en todo el arco.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 14**

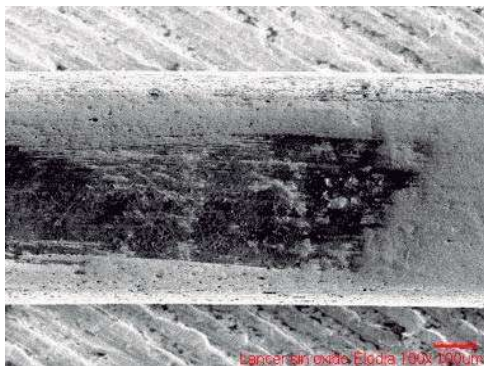


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Carbon	K-series	2.227673	2.288550251	8.478143472	0.29090194
Oxygen	K-series	4.801144	4.932348236	13.71732666	0.61298569
Calcium	K-series	0.809861	0.831992936	0.923704488	0.04901959
Titanium	K-series	40.79269	41.9074663	38.94544905	1.19790383
Nickel	K-series	48.70855	50.03964228	37.93537632	1.50593783
	Sum:	97.33992	100	100	

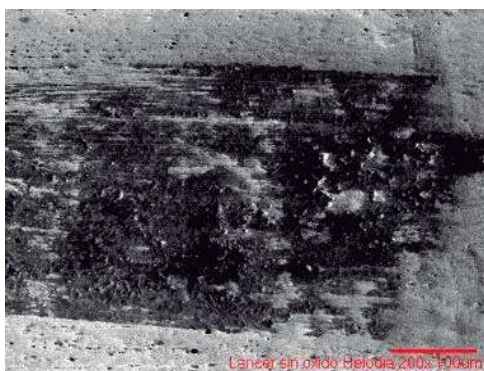


Lancer resultado. En el Espectro Q se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla Q se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 50.03 % wt, y el titanio el 41.90 % wt. (A pesar de limpiarse se encontró calcio, carbono y oxígeno)

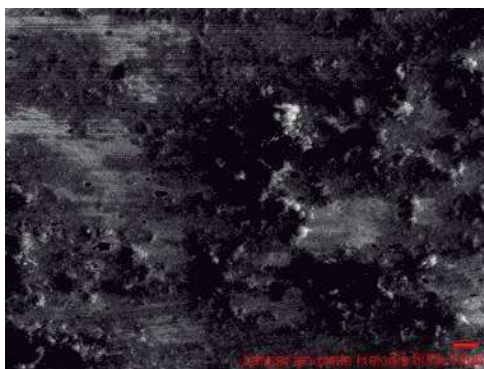
**IMÁGENES LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA,
SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 15**



22
A



22
B



22
C



22
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

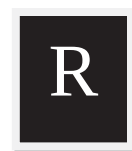
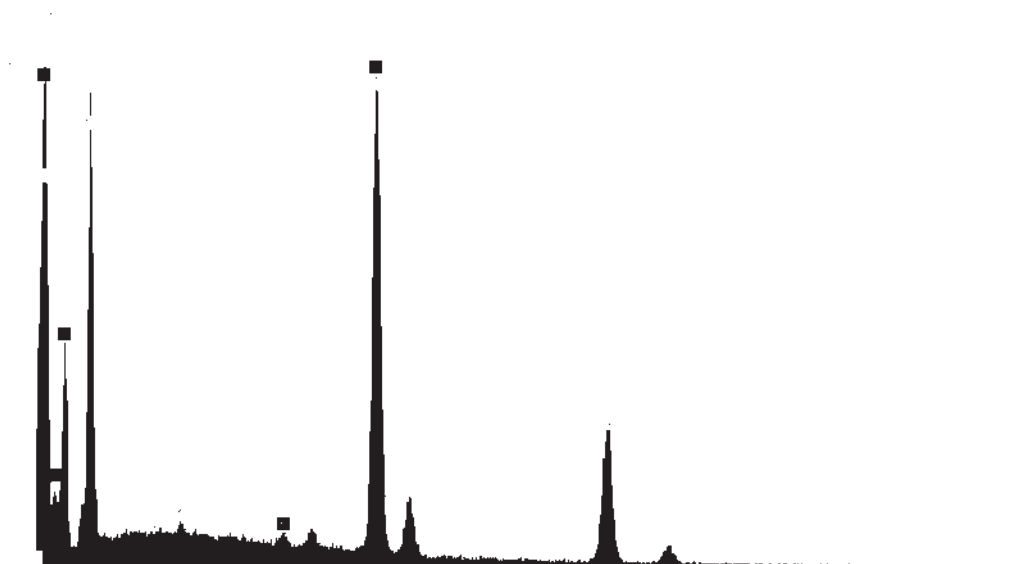
Imágenes **22A)** 100X, **22B)** 200X, **22C)** 500X, **22D)** 1000X.

En estas imágenes observamos el cambio de tonos de grises indicándonos la corrosión y el biofilm que se encuentra adherido al arco, la superficie es muy irregular y muy erosionada.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 15**

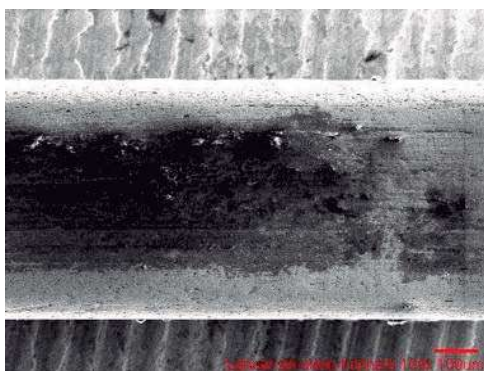


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Carbon	K-series	4.42	4.99	13.81	0.6
Oxygen	K-series	16.01	18.04	37.52	1.9
Calcium	K- series	0.64	0.72	0.60	0.0
Titanium	K- series	31.66	35.67	24.79	0.9
Nickel	K- series	35.41	39.90	22.62	1.1
Potassium	K-series	0.27	0.31	0.26	0.0
Sulfur	K-series	0.10	0.11	0.11	0.0
Phosphorus	K-series	0.24	0.27	0.29	0.0
	Total:	88.75	100.00	100.00	



Lancer resultado. En el Espectro R se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla R se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 39.90 % wt, y el titanio el 35.67 % wt.

**IMÁGENES LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA,
SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 16**



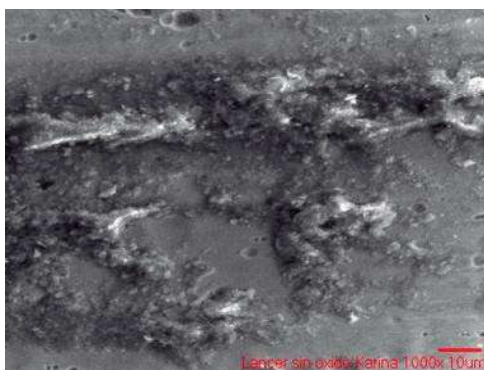
23
A



23
B



23
C



23
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

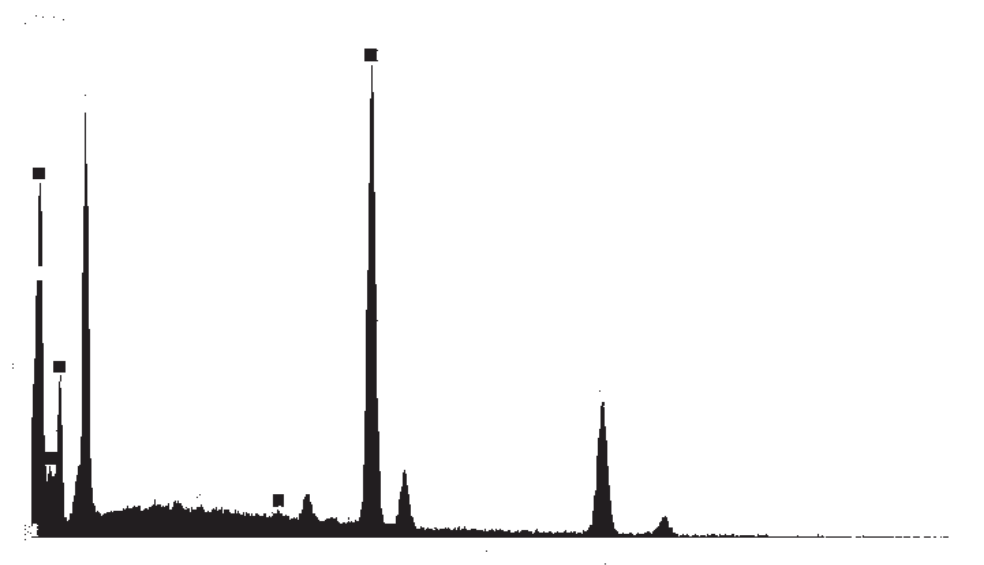
Imágenes **23A)** 100X, **23B)** 200X, **23C)** 500X, **23D)** 1000X.

En estas imágenes observamos el cambio de tonos de grises indicándonos la corrosión y el biofilm que se encuentra adherido al arco, la superficie es muy irregular y muy erosionada.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS LANCER DESPUÉS DE 2 MESES DE
COLOCADOS EN BOCA SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 16**

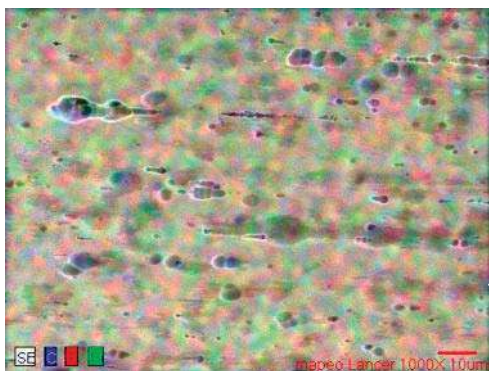


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Carbon	K-series	3.16	3.47	10.67	0.4
Oxygen	K-series	12.27	13.49	31.10	1.5
Calcium	K-series	1.24	1.36	1.26	0.1
Titanium	K-series	34.17	37.57	28.95	1.0
Nickel	K-series	39.60	43.54	27.37	1.2
Potassium	K-series	0.10	0.11	0.11	0.0
Phosphorus	K-series	0.18	0.20	0.23	0.0
Sulfur	K-series	0.07	0.08	0.09	0.0
Silicon	K-series	0.16	0.17	0.23	0.0
	Total:	90.95	100.00	100.00	

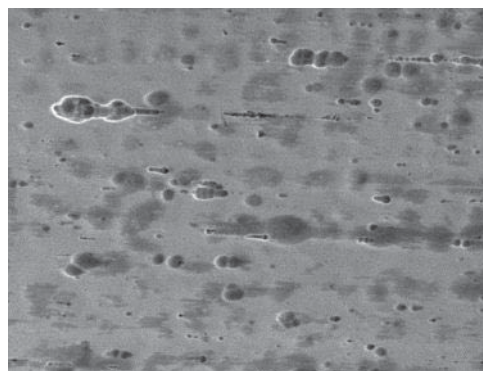


Lancer resultado. En el Espectro S se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla S se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 43.54 % wt, y el titanio el 37.57 % wt.

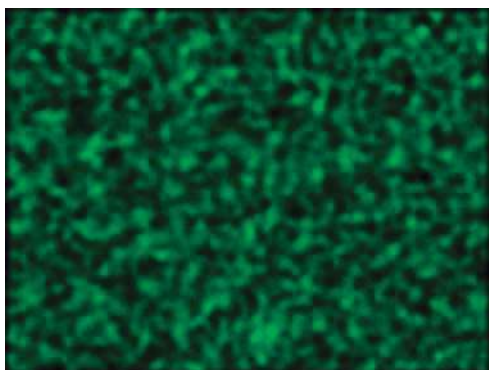
MAPEO LANCER EN ARCO LIMPIO DESPUÉS DE 2 MESES COLOCADO EN BOCA



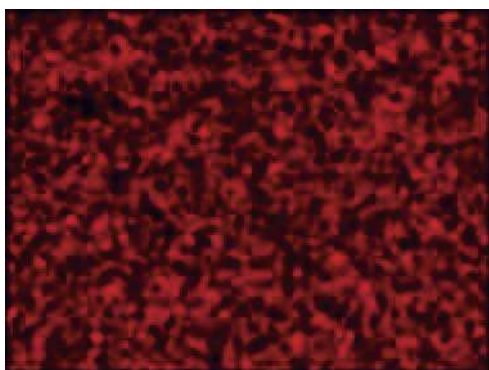
24
B



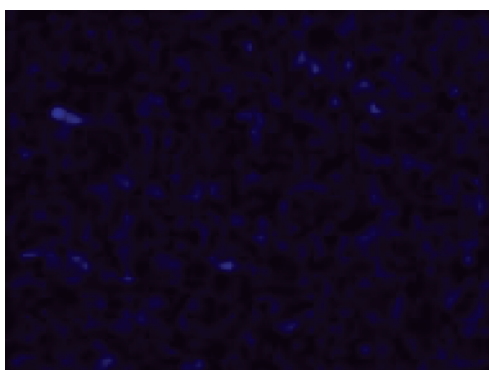
24
A



24
C



24
D



24
E

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Las imágenes **24A)**, **24B)**, **24C)**, **24D)**, **24E)**, se tomaron a 1000 X para realizar el mapeo.

En la imagen **24A)** observamos el arco tal cual se ve en el microscopio.

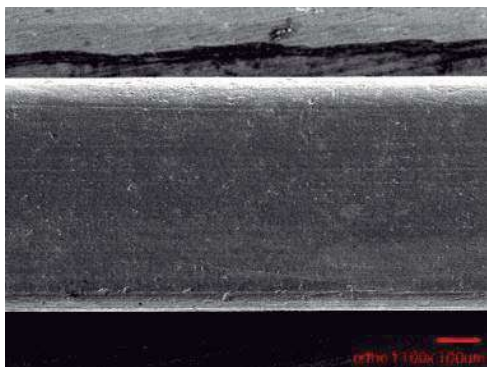
En la imagen **24B)** se realizó el mapeo identificando que tiene Ni, Ti, C, y se puede ver como se encuentra distribuidos estos cuatro materiales en toda la imagen.

En la imagen **24C)** se observa como se encuentra distribuido el Níquel en toda la superficie del arco.

En la imagen **24D)** se observa como se encuentra distribuido el Titanio en toda la superficie del arco.

En la imagen **24E)** se observa como se encuentra distribuido el Carbono en toda la superficie del arco.

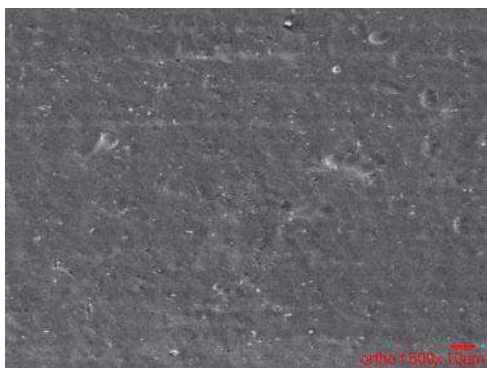
IMÁGENES ORTHO TECHNOLOGY CONTROL



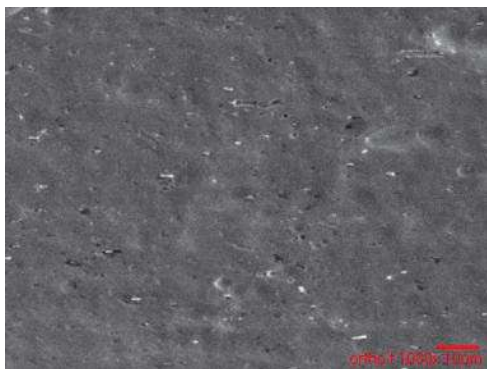
25
A



25
B



25
C



25
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

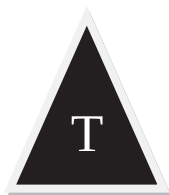
Imagen **25A)** control Ortho Technology a 100 X se aprecia todo el ancho del arco, la superficie se puede observar que es continua.

Imagen **25B)** control Ortho Technology 200 X la superficie se puede observar que es continua.

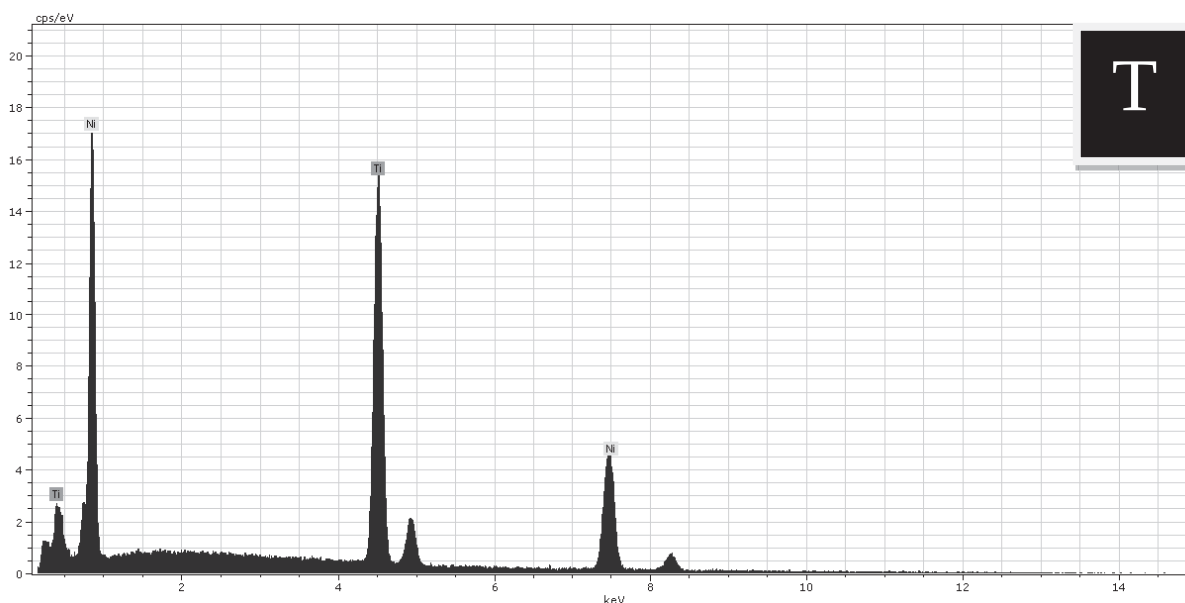
Imagen **25C)** control Ortho Technology a 500 X observamos como la superficie presenta pocas irregularidades.

Imagen **25D)** control Lancer a 1000 X observamos una superficie continua y muy poco irregular.

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ORTHO TECHNOLOGY CONTROL

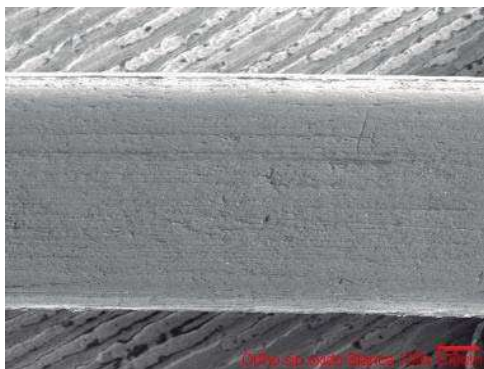


Element	Series	unn.C	norm. C	Atom. C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Titanium	K-series	44.08	45.37	50.45	1.3
Nickel	K-series	53.08	54.63	49.55	1.7
	Total:	97.17	100.00	100.00	



Ortho Technology control. En el Espectro T se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla T se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.63 % wt, y el titanio el 45.37 % wt.

**IMÁGENES ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS
EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 17**



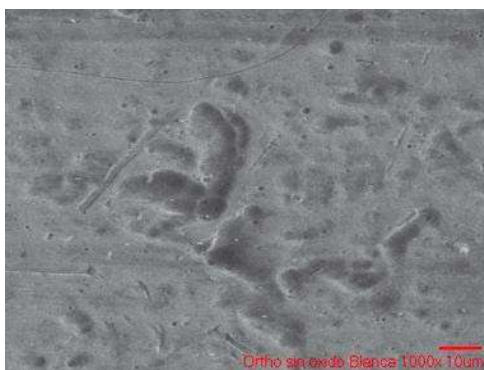
26
A



26
B



26
C



26
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

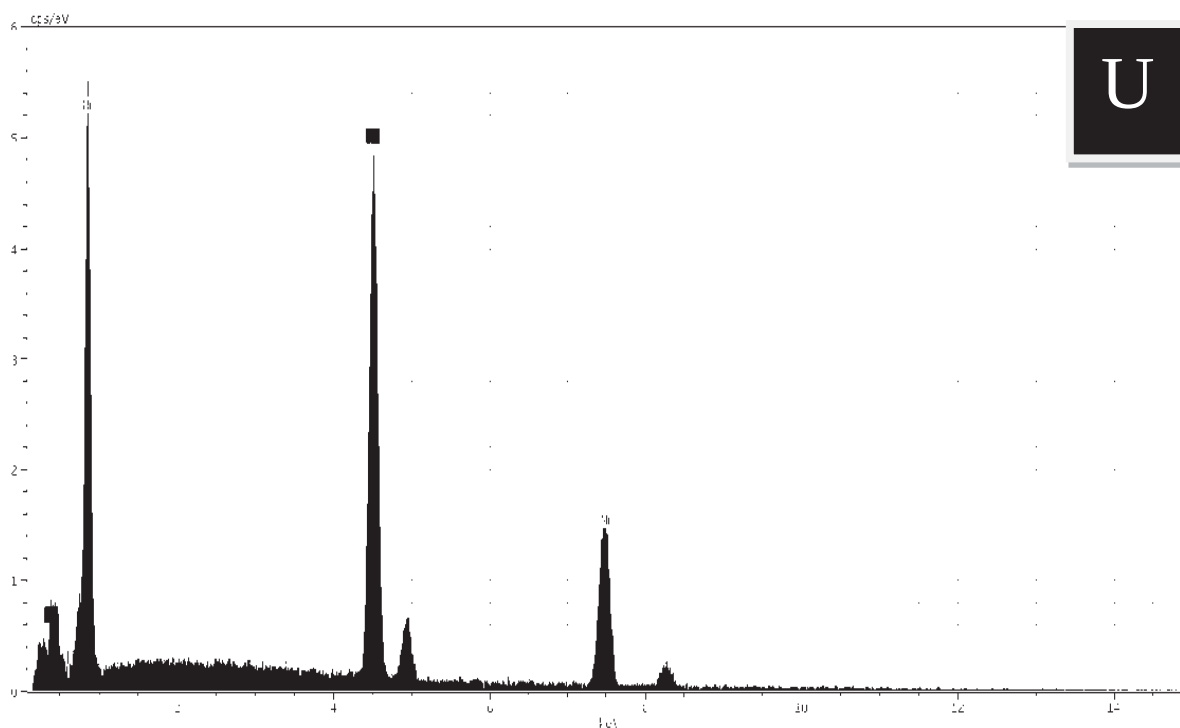
Imágenes **26A)** 100X, **26B)** 200X, **26C)** 500X, **26D)** 1000X.

En estas imágenes encontramos una superficie deteriorada y erosionada con porosidades en todo el arco.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2
MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 17**

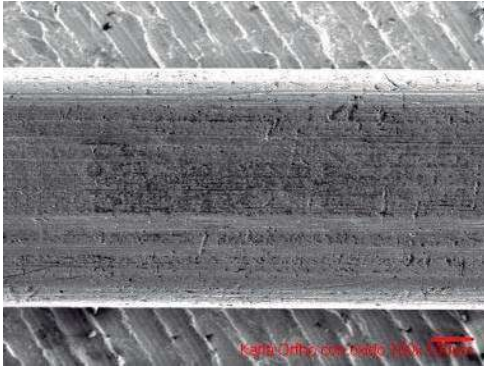


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Titanium	K-series	43.16	44.78	49.85	1.3
Nickel	K-series	53.22	55.22	50.15	1.6
	Total:	96.39	100.00	100.00	

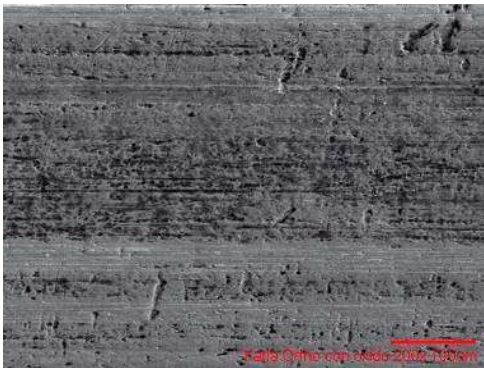


Ortho Technology resultado. En el Espectro U se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla U se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 55.22 % wt, y el titanio el 44.78 % wt.

**IMÁGENES ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS
EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 18**



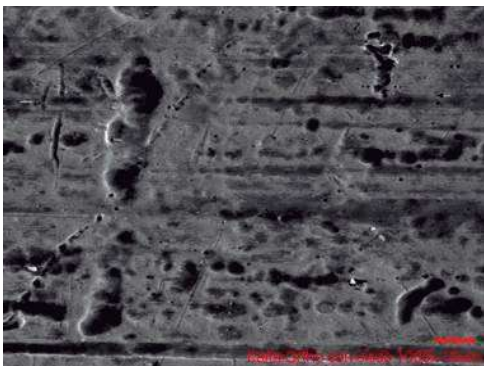
27
A



27
B



27
C



27
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

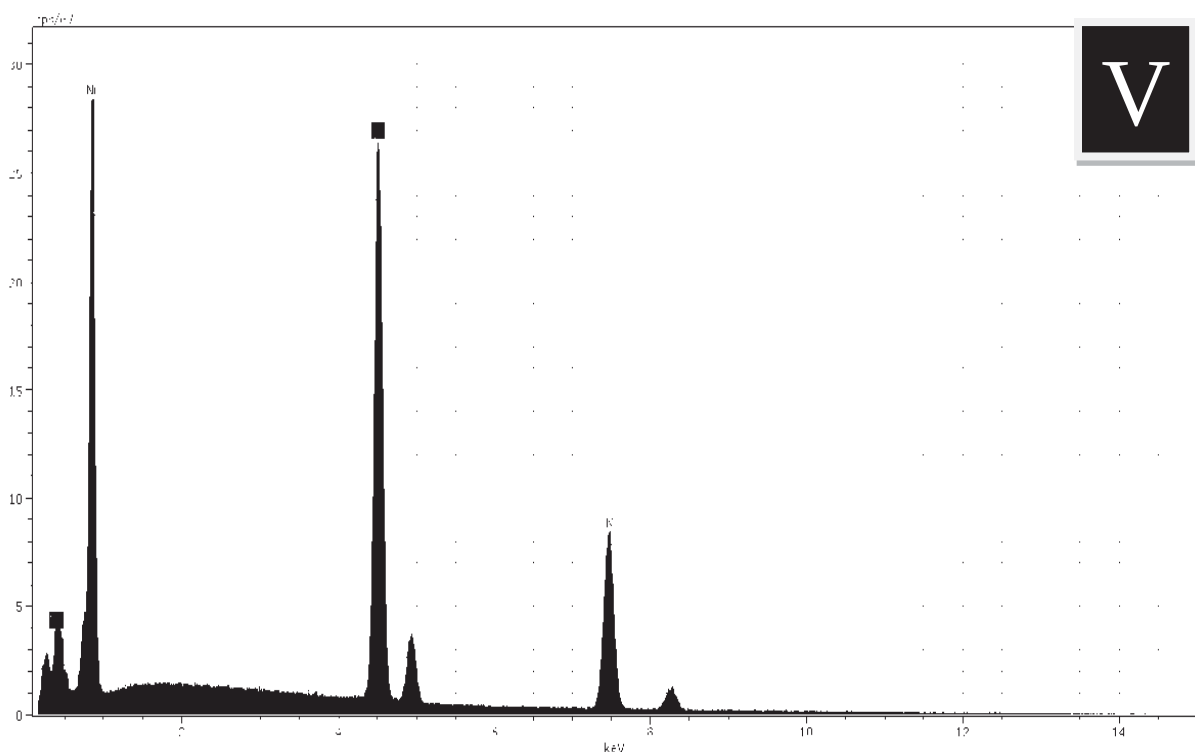
Imágenes **26A)** 100X, **26B)** 200X, **26C)** 500X, **26D)** 1000X.

En estas imágenes observamos el cambio de tonos de grises en todo el arco, una superficie erosionada, con porosidades y con rayones continuos en toda la longitud del arco.

**ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2
MESES DE COLOCADOS EN BOCA Y LIMPIO EN EL PACIENTE No. 18**

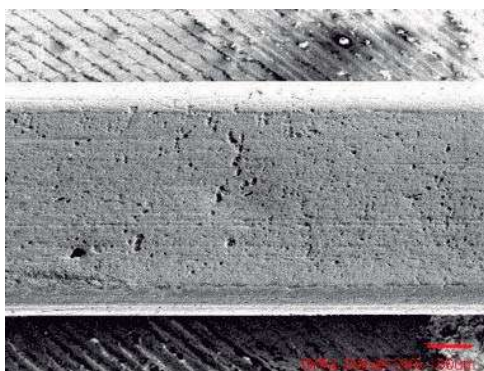


Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Titanium	K-series	43.33144	45.13637736	50.21168497	1.27089994
Nickel	K-series	52.66971	54.86362264	49.78831503	1.62637327
	Sum:	96.00116	100	100	



Ortho Technology resultado. En el Espectro V se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla V se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 54.86 % wt, y el titanio el 45.13 % wt.

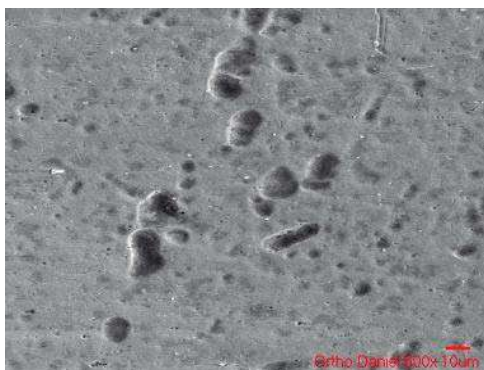
**IMÁGENES ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS
EN BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 19**



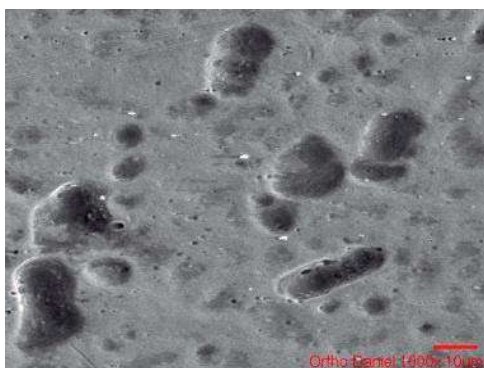
28
A



28
B



28
C



28
D

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

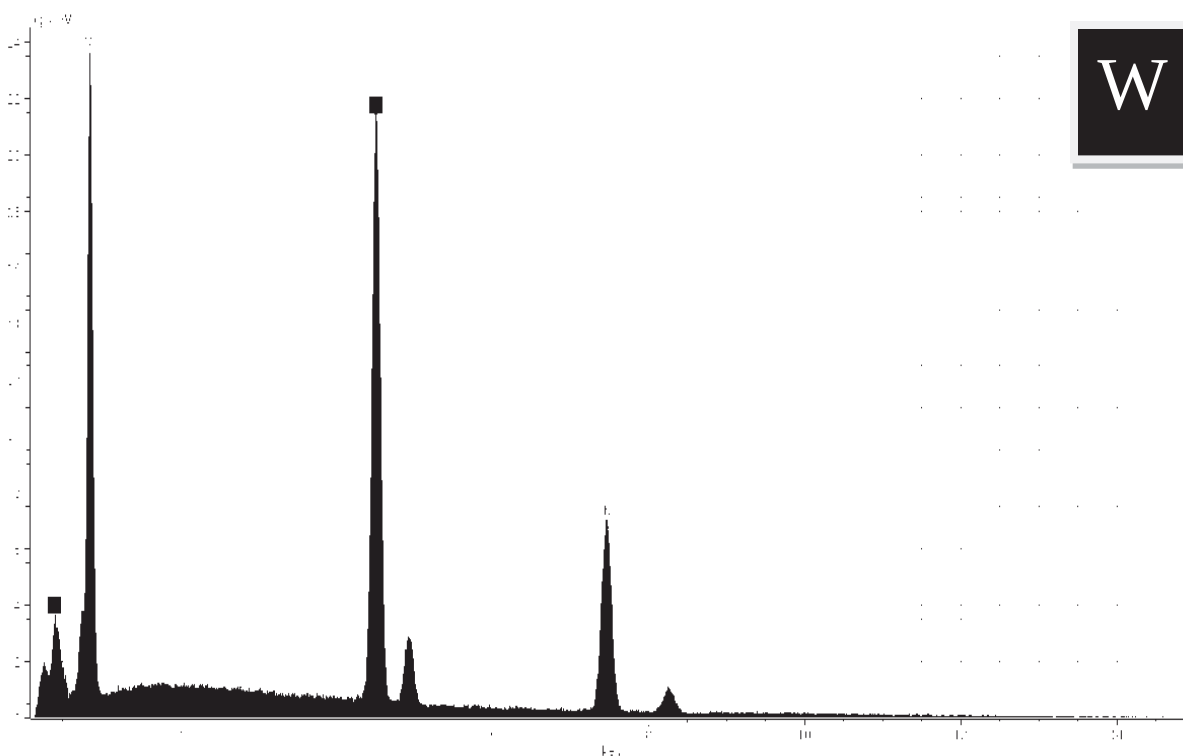
Imágenes **28A)** 100X, **28B)** 200X, **28C)** 500X, **28D)** 1000X.

En estas imágenes observamos una superficie erosionada, con porosidades pero a pesar de que no se limpio no presenta adherencia de biofilm.

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS DE ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 19



Element	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in %
Titanium	K-series	43.62814	44.8950437	49.96792752	1.27943072
Nickel	K-series	53.54993	55.1049563	50.03207248	1.65313562
	Sum:	97.17807	100	100	



Ortho Technology resultado. En el Espectro W se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti. En los resultados del análisis químico de la tabla W se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 55.10 % wt, y el titanio el 44.89 % wt.

**IMÁGENES ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS
EN BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 20**

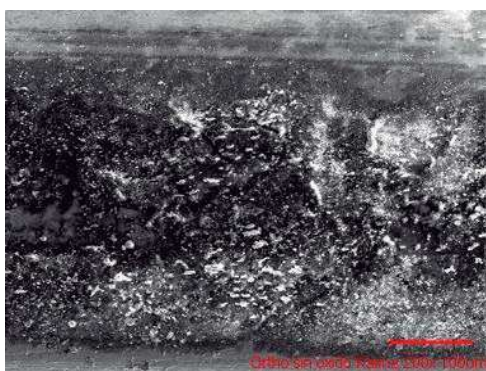


29
A

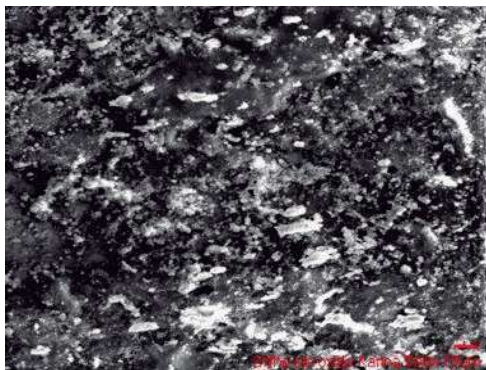
Imágenes obtenidas en el
microscopio electrónico de
barrido:

Imágenes **29A)** 100X, **29B)** 200X,
29C) 500X, **29D)** 1000X.

En estas imágenes observamos el
cambio de tonos de grises con
una adherencia importante de
biofilm una superficie muy
irregular.



29
B



29
C

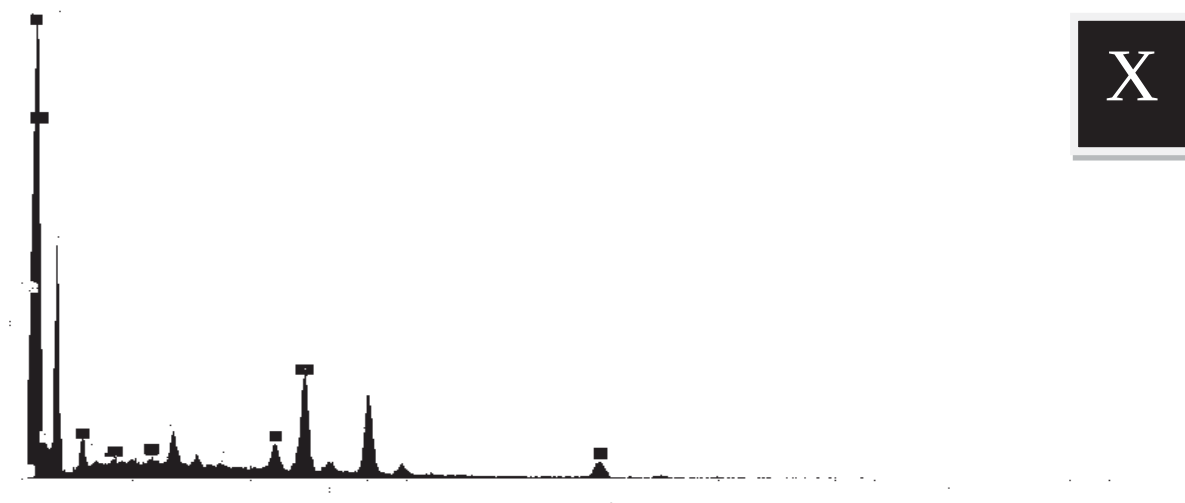


29
D

ESPECTRO Y MICROANÁLISIS ORTHO TECHNOLOGY DESPUÉS DE 2 MESES DE COLOCADOS EN BOCA, SIN LIMPIAR EN EL PACIENTE No. 20

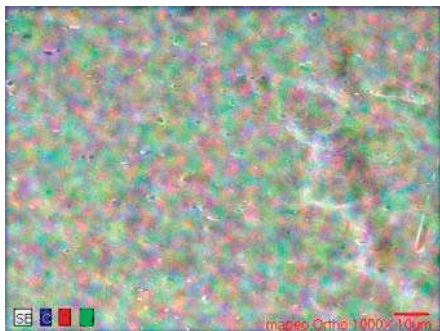


Element	Series	unn.C	norm.C	Atom.C	Error
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[%]
Carbon	K-series	14.27	17.43	28.23	1.7
Oxygen	K-series	37.82	46.19	56.16	4.4
Phosphorus	K-series	1.16	1.42	0.89	0.1
Potassium	K-series	1.53	1.87	0.93	0.1
Calcium	K-series	7.56	9.24	4.48	0.2
Titanium	K-series	10.10	12.34	5.01	0.3
Nickel	K-series	8.35	10.20	3.38	0.3
Sulfur	K-series	0.35	0.43	0.26	0.0
Silicon	K-series	0.13	0.16	0.11	0.0
Aluminium	K-series	0.06	0.07	0.05	0.0
Magnesium	K-series	0.17	0.21	0.16	0.0
Sodium	K-series	0.22	0.27	0.23	0.0
Chlorine	K-series	0.15	0.18	0.10	0.0
	Total:	81.87	100.00	100.00	

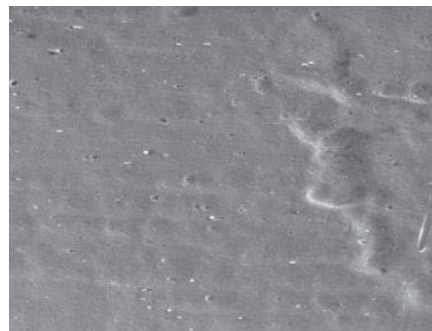


Ortho Technology resultado. En el Espectro X se observan los picos de los componentes principales del material, Ni y Ti, así como material orgánico. En los resultados del análisis químico de la tabla X se corrobora los contenidos de los elementos que conforman el arco, de los cuales el níquel representa el 10.20 % wt, y el titanio el 12.34 % wt.

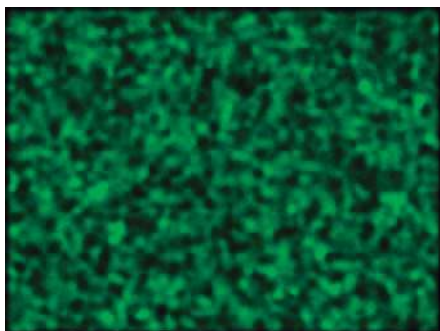
MAPEO ORTHO TECHNOLOGY EN ARCO LIMPIO DESPUÉS DE 2 MESES COLOCADO EN BOCA



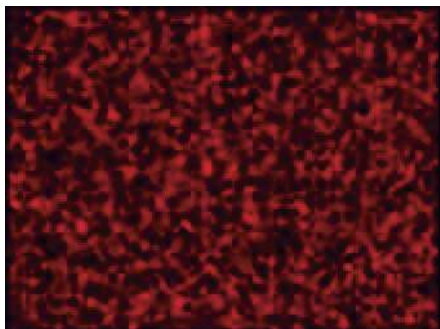
30
B



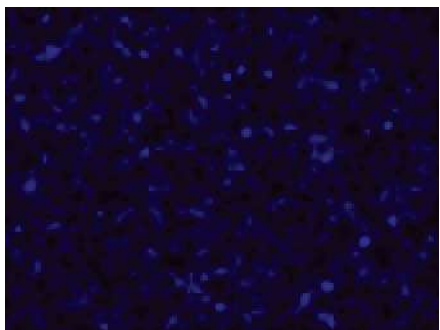
30
A



30
C



30
D



30
E

Imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido:

Las imágenes **30A)**, **30B)**, **30C)**, **30D)**, 30E, se tomaron a 1000 X para realizar el mapeo.

En la imagen **30A)** observamos el arco tal cual se ve en el microscopio.

En la imagen **30B)** se realizó el mapeo identificando que tiene Ni, Ti, C, y se puede ver como se encuentra distribuidos estos cuatro materiales en toda la imagen.

En la imagen **30C)** se observa como se encuentra distribuido el Níquel en toda la superficie del arco.

En la imagen **30D)** se observa como se encuentra distribuido el Titanio en toda la superficie del arco.

En la imagen **30E)** se observa como se encuentra distribuido el Carbono en toda la superficie del arco.

Análisis estadístico.

Tabla 1. Resultados del análisis estadístico por distribución t por comparación de medias, respecto a la liberación de iones Titanio, comparando las 5 marcas.

		t	VALOR DE p
Par 1	ADENTA - AH-KIM PECH	-.775	.580
Par 2	ADENTA - BORGATTA	1734.409	.000
Par 3	ADENTA - LANCER	.699	.612
Par 4	ADENTA - ORTHO TECHNOLOGY	1.620	.352
Par 5	AH-KIM PECH - BORGATTA	15.415	.041
Par 6	AH-KIM PECH - LANCER	.851	.551
Par 7	AH-KIM PECH - ORTHO TECHNOLOGY	1.053	.484
Par 8	BORGATTA - LANCER	-.681	.619
Par 9	BORGATTA - ORTHO TECHNOLOGY	-29.056	.022
Par 10	LANCER - ORTHO TECHNOLOGY	-.598	.657

Valores $p < 0.05$ Significativos

Valores $p > 0.05$ No Significativos

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico por distribución t por comparación de medias, respecto a la liberación de iones Níquel, comparando las 5 marcas.

		t	VALOR DE p
Par 1	ADENTA - AH-KIM PECH	.775	.580
Par 2	ADENTA - BORGATTA	6.816	.093
Par 3	ADENTA - LANCER	1.278	.423
Par 4	ADENTA - ORTHO TECHNOLOGY	-1.620	.352
Par 5	AH-KIM PECH - BORGATTA	18.861	.034
Par 6	AH-KIM PECH - LANCER	1.115	.466
Par 7	AH-KIM PECH - ORTHO TECHNOLOGY	-1.053	.484
Par 8	BORGATTA - LANCER	.349	.786
Par 9	BORGATTA - ORTHO TECHNOLOGY	-5.538	.114
Par 10	LANCER - ORTHO TECHNOLOGY	-1.406	.394

Valores $p < 0.05$ Significativos

Valores $p > 0.05$ No Significativos

9. DISCUSIÓN.

La importancia del estudio de la superficie de los materiales utilizados en las diferentes áreas de la salud es de gran importancia, conocer cómo reaccionan los materiales en contacto con los diferentes fluidos y tejidos de un organismo, es de suma importancia a considerar los periodos de tiempo que éstos deberán permanecer expuestos y en interacción con el medio biológico.

Se ha descrito ampliamente en la literatura la importancia de la biocompatibilidad de los materiales que se utilizarán en los diferentes tratamientos. Hay numerosos reportes acerca de la toxicidad de algunos de los elementos utilizados en la elaboración de aditamentos y alambres empleados en los tratamientos de ortodoncia, otros estudios en los cuales se ha evaluado la cantidad de níquel y demás elementos que desprenden los materiales utilizados en ortodoncia. Sin embargo, la mayor parte de estos trabajos se realizan *in vitro*, por lo cual es difícil extrapolar los resultados y llegar a conclusiones definitivas en cuanto a la magnitud de los efectos adversos que se pudieran hallar en la cavidad oral. Una alternativa es la realización de estudios *in vivo*, siguiendo protocolos que cumplan con las normas éticas y científicas. Los estudios de recuperación de aditamentos y arcos son una opción viable, no interfieren con los tratamientos, ya que en la mayoría de los tratamientos los aditamentos y arcos pasan por una fase activa y después "idealmente" deben ser desechados, por lo cual no se incurre en gastos y consideraciones éticas.

Durante el presente estudio se dejó un arco de cada marca como control (Adenta, Ah-Kim Pech, Borgatta, Lancer, Ortho Technology), los cuales se llevaron al microscopio electrónico de barrido para obtener imágenes a 100x, 200x, 500x y 1000x, donde se analizó las características de superficie, además de realizar un espectro y análisis químico para conocer la composición de la aleación de cada uno de los arcos. Una vez Obtenidas las imágenes se logró observar que Adenta, Lancer y Ortho Technology presentaron una superficie mas regular y con pocos defectos, por otra parte, Ah-Kim Pech presentó muchas tonalidades de grises, lo cual significa

que es una superficie muy irregular, Borgatta por su parte, presentó una superficie muy deteriorada, presentando una fisura continua en toda la longitud del arco lo cual predispone a que el arco se fracture cuando este dentro de la boca.

Con respecto al espectro y análisis químico ningún arco presenta el porcentaje de la aleación como lo indica la patente (Titanio 45%, Níquel 55%). El arco que mas se acercó a estas cifras es Adenta (Ti 44.99 %, Ni 55.01 %) siguiendo Ah-Kim Pech (Ti 45.04 %, Ni 54.96 %), Lancer (Ti 44.93 %, Ni 55.07 %), Ortho Technology (Ti 45.37 %, Ni 54.63) y por último Borgatta (Ti 41.20 %, Ni 51.42 %). El arco Borgatta presentó otros elementos en su aleación (Al, Si) lo cual, se puede tomar como impurezas en la aleación o como material de relleno para hacer mas económico el costo del arco.

Al analizar los resultados de los espectros, análisis químicos y de las imágenes de cada uno de los arcos, podemos mencionar que el arco-control que mejores resultados reflejó, tanto en su superficie como en los porcentajes de la aleación fue el arco Adenta, seguido por Lancer, Ortho Technology, Ah-Kim Pech y por ultimo Borgatta.

Los arcos se colocaron en 20 pacientes que tuvieran aparatología sloth 0.022 seleccionados aleatoriamente y que mantuvieran por 2 meses en boca el arco, de estos 20 arcos 10 se limpiaron (siendo 2 de cada marca). Se llevaron al microscopio electrónico de barrido para observar como la corrosión afectaba la superficie y como influía en los análisis químicos. Los datos obtenidos nos indicaron que todos los arcos presentaron corrosión y pérdida en los porcentajes de la aleación, y algunos arcos presentaron oxidación. Las marcas Lancer y Borgatta a pesar de que tuvieron el mismo procedimiento de limpieza presentaron biofilm lo cual nos indica que presenta una superficie en la cual es mas fácil la adherencia de este material, así como también presentaron carbono y oxígeno indicándonos que se esta presentando el proceso de oxidación.

Los otros 2 arcos de cada marca que no se limpiaron se analizaron en el microscopio electrónico de barrido para ver como se adhería el biofilm al arco y como afecta este la superficie. Los datos obtenidos nos indican que todos los arcos tenían

biofilm adherido algunos en toda la superficie y otros en parte del arco, la marca que presento menor adherencia al biofilm es Ortho Technology ya que nada mas un arco resulto con placa de biofilm y el otro resulto sin biofilm, le siguió Adenta presentando sobre la superficie una placa de biofilm adherido el cual aumenta el tamaño del arco, continuando Ah-Kim Pech, Borgatta y Lancer.

El espectro y microanálisis nos permite obtener la composición química cualitativa del material de la aleación de cada uno de los arcos. A los arcos después de estar 2 meses en boca y limpiarlos se les realizo un mapeo que a diferencia del espectro y microanálisis nos muestra como esta distribuido el material en todo el arco. Con respecto a los mapeos de cada marca, todos los arcos presentaron una distribución uniforme con respecto a los componentes de la aleación.

Los hallazgos de esta investigación son similares a los reportados en la literatura (Méndez G.M y col. 2009, Rodríguez García Luís H y col. 2007 y Her-Hsiung Huanga 2005, N.P. Hunt y col. 1999). En este trabajo se presentaron las características de los arcos con tiempos de 2 meses en boca, presentando un deterioro superficial significativo. Las características topográficas de los arcos analizados (Adenta, Ah-Kim Pech, Borgatta, Lancer, Ortho Technology) reflejaron aspereza en la superficie tanto en los controles como en las muestras de los arcos recuperados.

Se realizó el análisis estadístico por muestras pareadas, para observar que marca comercial presentaba una mayor liberación de iones Níquel y Titanio. Los resultados indicaron que Borgatta presentó una liberación de iones Níquel más elevado con respecto al arco Ah-Kim Pech a una significancia de $p = 0.034$. Con respecto a la liberación de iones Titanio los datos más significativos fueron en Adenta contra Borgatta $p = 0.0001$, Ah-Kim Pech contra Borgatta a una $p = 0.041$ y por último Borgatta contra Ortho Technology presentando una $p = 0.022$.

10. CONCLUSIONES

- Mediante microscopia electrónica de barrido se logró valorar la superficie de las 5 diferentes marcas de arcos (Adenta, Ah-Kim Pech, Borgatta, Lancer, Ortho Technology), tal cual se ofrecen a la venta. De estas 5 marcas las que presentaron una superficie más regular y homogénea fueron: Adenta, Ortho Technology y Lancer (figuras 1, 19 y 25). Los arcos que presentaron una superficie más irregular y no tan homogénea fueron Ah-Kim Pech y Borgatta (figuras 7 y 13).

- A los arcos se les realizó un microanálisis químico antes de colocarlos en boca para comparar la composición química de cada marca con la patente que es 45% Ti, 55% Ni. La marca que más se acerca a esta patente es Adenta (Ti 44.99 %, Ni 55.01 %), siguiendo Ah-Kim Pech (Ti 45.04 %, Ni 54.96 %), Lancer (Ti 44.93 %, Ni 55.07 %), Ortho Technology (Ti 45.37 %, Ni 54.63) y por último Borgatta (Ti 41.20 %, Ni 51.42 %). Después de estar 2 meses los arcos en boca, en algunos de los arcos estudiados se observó la pérdida de elementos constitutivos de la aleación, lo cual es atribuido al proceso de corrosión, por lo cual, al comparar las cantidades de los dos elementos principales (45% Ti, 55% Ni), observamos que Borgatta presentó una liberación de iones Níquel más elevado con respecto al arco Ah-Kim Pech a una significancia de $p = 0.034$. y con respecto a la liberación de iones Titanio los datos más significativos fueron en Adenta contra Borgatta $p = 0.0001$, Ah-Kim Pech contra Borgatta a una $p = 0.041$, por último Borgatta contra Ortho Technology presentando una $p = 0.022$. Es importante que los arcos que se utilizan en ortodoncia cumplan con las propiedades elásticas, mecánicas y sobre todo que cumplan con el principio de biocompatibilidad, de esta forma pueden ser considerados como un material seguro para su uso en el ser humano.

- A los arcos después de estar 2 meses en boca se les realizó un mapeo, el cual es un análisis cualitativo que nos indica la distribución de todos los elementos químicos que conforman el arco. Una vez realizados los mapeos de las 5 marcas, se observó una distribución homogénea de todos los elementos que conforman dichos arcos.

11. REFERENCIAS

1. - MATASA CG, A LITTLE CHEMISTRY CAN HELP METALO-ORTHODONTICS!, THE ORTHODONTICS MATERIALS INSIDER, 2000; 13(4); 1-6.
2. MATASA CG, ASBELL M, METALOGRAPHY AND YOU II SURFACE ANALYZE, THE ORTHODONTICS MATERIALS INSIDER, 1998; 11(4); 1-8
3. MATASA CG, ATTACHMENT CORROSION AND ITS TESTING, J.CLIN ORTHOD, 1995; 29(1): 16-23.
4. ANDEREZ J.M. "CORROSIÓN", PUBLICACIONES UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 1996; 20(1):15-17.
5. Kim H, Johnson JW, Corrosion of stainless steel, nickel-titanium, coated nickel –titanium orthodontic wires, Angle Orthodontist, 1999; 69(1): 39-44
6. Brantley AW, Eliades T, Orthodontic Materials, 1^a ed. New York: Thieme Stuttgart; 2001.
7. ÁLVAREZ M, GARCES JA, CASTELLANOS J, PATOLOGÍA DERMATOLÓGICA EN ATENCIÓN PRIMARIA, EL MEDICO, 2001:80-88
8. BERRIOS M, LOPEZ JC, SALINAS PJ, HIPERSENSIBILIDAD TIPO IV AL NIQUEL Y SU RELACIÓN CON RESTAURACIONES METALICAS EN LA CAVIDAD ORAL, ACTA ODONTOLOGICA VENEZOLANA, 2009, 47(1): 1-10
9. KOLOKITHA OEG, CHATZIS E, ALLERGIC REACTIONS TO NICKEL-CONTAINING ORTHODONTIC APPLIANCES: CLINICAL SIGNS AND TREATMENT ALTERNATIVES, WORLD JOURNAL OF ORTHODONTICS, 2008; 9(4): 399-406.
10. ABDEL A, RAMADAN F, EFECT OF NICKEL AND CHROMIUM ON GINGIVAL TISSUES DURING ORTHODONTIC TREATMENT: A LONGITUDINAL STUDY, WORLD JOURNAL OF ORTHODONTICS, 2004; 5(3): 230-35.

- 11.KUTHA M, PAVLIN D, SLAJ M, VARGAS S, LAPTER-VARGA M, SLAJ M, EFFECTS ON THE RELEASE OF METAL IONS FROM ORTHODONTIC APPLIANCE, *ANGLE ORTHODONTIST*, 2009; 79(1): 102-10
- 12.HARZER W, SCHRÖTER A, GEDRANGE T, MUSCHTER F, SENSITIVITY OF TITANIUM BRACKETS TO THE CORROSIVE INFLUENCE OF FLUORIDE-CONTAINING TOOTHPASTE AND TEA, *ANGEL ORTHODONTIST*, 2001; 71(4): 318-23.
- 13.ELIADES T, PRATSINIS H, KLETSAS D, ELIADES G, MAKOU M, CHARACTERIZATION AND CYTOTOXICITY OF IONS RELEASED FROM STAINLESS STEEL AND NICKEL-TITANIUM ORTHODONTIC ALLOYS, *AMERICAN JOURNAL ORTHODONTIST DENTOFACIAL ORTHOPEDIC*, 2004; 125(1): 24-29.
- 14.RODRÍGUEZ LH., ALCÁNTAR JL, MARCUSCHAMER MA, EVALUACION MICROSCOPICA DE LA SUPERFICIE DE ALAMBRES ORTODONCICOS EXPUESTOS A DIFERENTES PERIODOS EN EL MEDIO BUCAL, *ORTODONCIA ACTUAL*, 2007; 3(11): 28-33.
- 15.Méndez G.M., Vargas P.M de la L., Mejía G. I. CARACTERIZACION METALOGRAFICA DE ALAMBRES TERMOACTIVADOS Ni-Ti DE MARCAS COMERCIALES PARA APLICACIONES ORTODONTICAS. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria "Ortodoncia.ws edición electrónica Marzo 2009. Obtenible en: www.ortodoncia.ws. Consultada,.../.../...*
- 16.HUNT NP, CUNNINGHAM SJ, GOLDEN CG, SHERIFF M, AN INVESTIGATION INTO THE EFFECTS OF POLISHING ON SURFACE HARDNESS AND CORROSIÓN OF ORTHODONTIC ARCHWIRES, *THE ANGLE ORTHODONTIST*, 1999; 69(5): 433-40.
- 17.HUANG HH, VARIATION IN CORROSION RESISTANCE OF NICKEL-TITANIUM WIRES FROM DIFFERENT MANUFACTURERS, *ANGLE ORTHODONTIST*, 2005; 75(4): 661-65.

18. ELIADES T, ATHANASIOU E, *IN VIVO* AGING OF ORTHODONTIC ALLOYS: IMPLICATIONS FOR CORROSIÓN POTENTIAL, NICKEL RELÉASE, AND BIOCOMPATIBILITY, *ANGLE ORTHODONTIST* 2002;72 (3):222-237
19. MATOS R, MACEDO L, NICKEL, CHROMIUM AND IRON LEVELS IN THE SALIVAL OF PATIENTS WITH SIMULATED FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES, *ANGLE ORTHODONTIST*, 2008; 78(2); 345-50.
20. SCHIFF N, BOINET M, MORGON L, LISSAC M, DALARD F, GROSGOGEAT B, GALVANIC CORROSION BETWEEN ORTHODONTIC WIRES AND BRACKETS IN FLUORIDE MOUTHWASHES, *EUR J ORTHOD*, 2006; 28(3): 298-304.
21. SIARGOS B; BRADLEY TG; DARABARA M; PAPADIMITRIOU G; ZINELIS S, GALVANIC CORROSION OF METAL INJECTION MOLDED (MIM) AND CONVENTIONAL BRACKETS WITH NICKEL-TITANIUM AND COPPER-NICKEL-TITANIUM ARCHWIRES, *ANGLE ORTHODONTIST*, 2007,77(2):355-360.
22. LIJIMA M; ENDO K; YUASA T; OHNO H; HAYASHI K; KAKIZAKI M; MIZOGUCHI I, GALVANIC CORROSION BEHAVIOR OF ORTHODONTIC ARCHWIRE ALLOYS COUPLED TO BRACKET ALLOYS, *ANGLE ORTHODONTIST*, 2006; 76(4): 705-11.

11. ANEXOS.

Se agradece el apoyo, cooperación y colaboración en todo momento al Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la U.M.S.N.H, sobre todo al D.C José Lemus Ruiz Profesor Investigador titular C tiempo completo y director de dicho Instituto antes mencionado. Así como al Ingeniero Francisco solorio Gonzales encargado del Microscopio Electrónico de Barrido.