



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TEMA:

**“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE AGRIETAMIENTO EN
CROMO COBALTO Y CROMO NÍQUEL A DIFERENTES
FUERZAS DE ARENADO”**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Odontólogo

Autor: Henry Fabricio Mejía Mosquera

Tutora: Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

Riobamba – Ecuador

2020

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de sustentación del proyecto de investigación de título: “Comparación del nivel de agrietamiento en cromo cobalto y cromo níquel a diferentes fuerzas de arenado”, presentado por Henry Fabricio Mejía Mosquera y dirigida por el Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH; para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Cristian Sigcho

Tutor



.....
Firma

Dra. Natalia Gavilanes

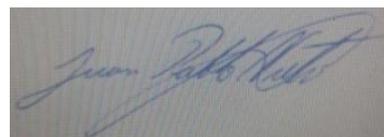
Miembro del Tribunal



.....
Firma

Dr. Juan Pablo Nieto

Miembro del Tribunal



.....
Firma

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito docente-tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero CERTIFICA, que el señor Henry Fabricio Mejía Mosquera con C.I: 0603344110, se encuentra apto para la presentación del proyecto de investigación: “Comparación del nivel de agrietamiento en cromo cobalto y cromo níquel a diferentes fuerzas de arenado” y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, el 12 de septiembre en la ciudad de Riobamba en el año 2020.

Atentamente,

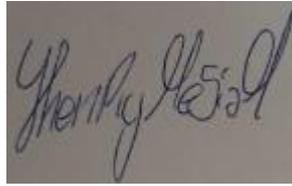


Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

DOCENTE – TUTOR DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

AUTORÍA

Yo, Henry Fabricio Mejía Mosquera, portador de la cedula de ciudadanía número 0603344110, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de esta. De igual manera, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Henry Fabricio Mejía Mosquera

C.I. 0603344110

ESTUDIANTE UNACH

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi querida Universidad Nacional de Chimborazo que ha sido el lugar donde me he formado durante 5 años, a mis profesores que han compartido todos sus conocimientos y han sido los responsables de culminar mi carrera universitaria con éxito. A mi tutor Dr. Cristian Sigcho que desde un inicio nunca se negó apoyarme en este proyecto de investigación, siempre tuvo palabras de aliento, paciencia, motivación y apoyo para la realización de mi trabajo y al TPD Ender Zambrano Rondón que estuvo presto a resolver cualquier duda o consulta con una gran sonrisa siempre.

Henry Fabricio Mejía Mosquera

DEDICATORIA

Llegar a cumplir una meta es gracias a un trabajo en equipo por ende mi proyecto de investigación va dedicado a las personas que siempre confiaron en mí. En primer lugar, a la Dolorosa del Colegio, quien desde muy infante su guía espiritual siempre ha estado presente. A mis padres Jorge y Gloria que me inculcaron valores de respeto, solidaridad y cariño, nunca me dejaron solo por más duro que sea el camino, este triunfo es totalmente de ellos. A mi hermano Jorge Luis quien es mi mejor amigo y que nunca dudo en apoyarme en cualquiera que sea mi decisión, él siempre me extendió su mano y solucionó cualquier problema con tal de verme feliz. Por último, agradecerle a la vida por ponerme en mi camino a una mujer maravillosa, Dayana que con su dulzura vino a mejorar y llenar de alegría de mis días, sacar lo mejor de mí y juntos formar un gran equipo donde reina la confianza, el cariño y mucho amor.

Henry Fabricio Mejía Mosquera

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVO GENERAL	5
5. MARCO TEÓRICO	6
5.1. Aleaciones	6
5.2. Tipos de Aleaciones.....	6
5.2.1. Metales Utilizados en Aleaciones	7
5.2.1.1. Metales base o no nobles.....	7
5.2.2. Clasificación de Aleaciones Dentales Vaciadas	7
5.2.3. Aleaciones en cromo.....	7
5.3. Aleaciones en cromo cobalto.....	8
5.3.1. Aleaciones en cromo níquel.....	8
5.4. Tratamiento de las Aleaciones.....	9
5.4.1. Proceso de colado.	9
5.4.2. Proceso de fresado	9
5.5. Nivel de Agrietamiento en las Aleaciones	10
5.6. Prótesis Dentales.....	11
5.6.1. Prótesis Parcial Removible	11
5.6.2. Prótesis Total	11
5.6.3. Implantes Dentales.....	11
5.6.4. Prótesis Fija.....	12
5.7. Abrasión en Prótesis	12
5.8. Arenado	13
5.8.1. Elementos para realizar un arenado dental	13
5.8.1.1. Compresor	13

5.8.1.2.	Arenador.....	13
5.8.1.3.	Granos Abrasivos	13
5.9.	Fuerzas de Arenado en Odontología	15
6.	METODOLOGÍA.....	16
6.1.	Tipo de investigación.....	16
6.2.	Diseño de la investigación.....	16
6.3.	Población de estudio.....	16
6.4.	Muestra	16
6.5.	Técnicas e instrumentos.....	16
6.6.	Cuestiones éticas.....	17
6.7.	Intervenciones.....	17
6.8.	Operacionalización de variables.....	21
6.8.1	VI: Nivel de agrietamiento en cromo cobalto y cromo níquel.....	21
6.8.2	VD: Arenado.....	21
7	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	22
8	DISCUSIÓN.....	29
9	CONCLUSIONES.....	31
10	RECOMENDACIONES	32
11	BIBLIOGRAFÍA.....	33
12	ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1. Cromo Cobalto y Cromo Níquel de la marca Solibond Yeti	17
Gráfico Nro. 2. Comparación de número de grietas según la aleación	23
Gráfico Nro. 3. Niveles de arena y número de grietas	24
Gráfico Nro. 4. Muestras independientes H3	27
Gráfico Nro. 5. Muestras independientes H4	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1. Propiedades físicas y mecánicas de la aleación cromo – cobalto para colar... 8	8
Tabla Nro. 2. Propiedades físicas y mecánicas de la aleación cromo – níquel para colar 9	9
Tabla Nro. 3. Causa y solución del agrietamiento en aleaciones ⁽²²⁾⁽²³⁾ 10	10
Tabla Nro. 4. Minerales Abrasivos..... 14	14
Tabla Nro. 5. Estadísticos descriptivos de número de grietas cromo cobalto 22	22
Tabla Nro. 6. Estadísticos descriptivos de número de grietas cromo níquel..... 22	22
Tabla Nro. 7. Prueba de normalidad de Kolmovorov-Smirnov }..... 25	25
Tabla Nro. 8. Estadístico de prueba H1 25	25
Tabla Nro. 9. Estadístico de prueba H2..... 26	26
Tabla Nro. 10. Estadístico de prueba H3 27	27
Tabla Nro. 11. Estadístico de prueba H4..... 27	27

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo comparar dos aleaciones en cromo cobalto y cromo níquel a diferentes fuerzas de arenado para determinar el nivel de agrietamiento. Se realizó un estudio in vitro, de tipo descriptivo, cuasi-experimental y de corte transversal. La técnica utilizada para la recolección de datos fue la observación y los instrumentos fueron la lista de cotejo, para visualizar la formación de grietas en la aleación fue requerido el apoyo de un microscopio electrónico. La población de estudio estuvo conformada por 40 muestras de cromo, de las cuales se dividieron en dos grupos, 20 muestras de cromo cobalto y 20 muestras de cromo níquel las cuales tuvieron un proceso de arenado con óxido de aluminio a 60 μm y 120 μm . A partir de los análisis de significancia que existieron diferencias estadísticamente significativas entre la distribución del número de grietas y aleaciones arenadas y sin arenar ($p=0,00$); además la distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto y cromo níquel arenadas a diferentes fuerzas (60 μm - 120 μm) ($p=0,529$; $p=0,123$) por lo que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras indicadas. Con los resultados obtenidos se pudo determinar que el proceso de arenado es fundamental ejecutarlo porque brinda mejoría en la estructura de la aleación desgastando el proceso de agrietamiento al que comúnmente se ve expuesto.

Palabras clave: aleaciones, cromo cobalto, cromo níquel, arenado, óxido de aluminio, microscopio electrónico.

ABSTRACT

This research aimed to compare two alloys, the first one cobalt chromium and the second one nickel chromium, both at different sandblasting forces in order to determine the level of cracking. An in vitro, descriptive, quasi-experimental and cross-sectional study was carried out. The technique used for data collection was observation and its instrument the checklist. The use of an electron microscope was required to visualize the formation of cracks in the alloy. The study population consisted of 40 chromium samples, which were divided into two groups, 20 cobalt chromium samples and 20 nickel chromium ones, both of them had a sandblasting process with aluminum oxide at 60 μm and 120 μm . There were statistically significant differences between the distribution of the number of cracks and alloys sandblasted and without sandblasting ($p = 0.00$). In addition, the distribution of the number of cracks is the same between cobalt chromium and nickel cobalt alloys blasted at different forces (60 μm -120 μm) ($p = 0.529$; $p = 0.123$), so, there were no statistically significant differences between the indicated samples. I was concluded that the sandblasting process was essential to execute it because this provides improvement in the structure of the alloy by wearing away the cracking process to which it is commonly exposed.

Keywords: alloys, cobalt chromium, nickel chromium, sandblasting, aluminum oxide, electron microscope.

Translation reviewed by;



Firmado
digitalmente por
DENNYS VLADIMIR
TENELANDA LOPEZ
Fecha: 2020.09.24
12:57:03 -05'00'

Mgs. Dennys Tenelanda López

PROFESSOR OF MEDICAL ENGLISH UNACH



1. INTRODUCCIÓN

La investigación que se presenta aborda el análisis comparativo del nivel de agrietamiento en aleaciones de cromo cobalto y cromo níquel a diferentes fuerzas de arenado, considerando que el proceso de arenado permite pulir la superficie del material brindando presentación estética y funcional, este procedimiento en muchas ocasiones puede involucrar grietas que comprometen su estructura.

La característica principal de una aleación es la combinación de dos o más metales cuyas propiedades facilitan el formar mezclas, disoluciones o compuestos. Tanto el cromo cobalto como el cromo níquel son metales base y en relación a los metales nobles son más económicos, la ventaja a destacar es que existe una buena biocompatibilidad en tejidos orales de manera que, para investigar esta problemática es necesario observar las variaciones en la microestructura al someterse a cambios en el proceso de arenado lo que va a crear disminución en las propiedades de la aleación, al observar en el microscopio se podrá determinar cuáles fueron los cambios que generaron en el proceso, pudiendo escoger la mejor aleación para los tratamientos de prostodoncia.

La investigación de esta problemática se realiza por un interés profesional donde los estudiantes, odontólogos tutores y técnico dental puedan elaborar en conjunto un adecuado plan de tratamiento, conociendo las propiedades de las aleaciones y el nivel de agrietamiento que produce cada procedimiento de arenado brindando al paciente un resultado positivo, el estudio es de tipo invitro conformado por 40 muestras de cromo divididas en 2 grupos de 20 muestras de cromo cobalto y cromo níquel respectivamente, ambas aleaciones serán sometidas a un distinto proceso de arenado con óxido de aluminio a 60 y 120 micras, por ende este proyecto es de tipo, cuasi-experimental y descriptivo, la técnica que se utilizará será el desgaste de la muestra de cromo y el instrumento para la verificación será el microscopio electrónico que permitirá observar las diferentes grietas formadas en la aleación.

El objetivo principal es comparar el nivel de agrietamiento de cromo cobalto y cromo níquel a diferentes fuerzas de arenado para ello se evaluará las muestras en un antes que será observar la aleación sin realizar el arenado y un después que será observar la aleación realizado el procedimiento de arenado para finalmente dar a conocer cuál es la mejor aleación que se va a elegir para realizar los distintos tratamientos de prostodoncia.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La prostodoncia es la especialidad dental encargada de reemplazar los dientes que se han perdido en boca a través de la fabricación de distintos tipos de prótesis, para su elaboración se emplean distintos biomateriales, en el caso de la prótesis fija diferentes bibliografías reportan que los biomateriales cuando no siguen un adecuado protocolo de fabricación pueden presentar fallas en su estructura como el agrietamiento lo que desencadenará en un tratamiento mal realizado. ⁽¹⁾

Al hablar del término agrietamiento se puede evidenciar alteraciones en la microestructura de las distintas aleaciones por someterse a cambios de temperatura lo que genera disminución de sus propiedades mecánicas. Existen distintos estudios con relación a la caracterización microestructural de las aleaciones coladas que han demostrado mediante el uso de microscopía observar la generación de grietas y un alto porcentaje de porosidades internas, la razón principal de encontrar grietas en una aleación es que al momento del colado no se practicó un adecuado protocolo lo que va a derivar en una aleación que no es óptima para utilizar prótesis fija.

En el año 2018 el autor Gregorio Piedra realizó un estudio en la ciudad de Riobamba denominado “Nivel de corrosión en aleaciones usadas en prostodoncia dental en ambientes simulados de diferentes pH”, evaluando 18 muestras que fueron divididas en 9 de cromo níquel y 9 de cromo cobalto las cuales fueron mezcladas con saliva artificial, café, gaseosa y vinagre, en las muestra de cromo níquel se pudo observar que durante los primeros 10 días se encontró 1% de porosidad lo que luego se pudo observar incremento de hasta 2.9% con indicios de corrosión, a los 20 días hubo un incremento de 5.7% de niveles de corrosión de las muestras; se pudo evidenciar que las muestras de cromo níquel transcurrido los 20 días existió un nivel de indicio de porosidades lo que se verifica como vestigios de iniciar corrosión. En las muestras de cromo cobalto recién a los 30 días se incrementaron en escala media y alta desniveles en su estructura, se verifica que ya existe corrosión formada en el metal. ⁽²⁾

La utilización de metales nobles son los materiales de elección durante los procesos de colado, pero debido a su alto costo, se optan como alternativa a las aleaciones no nobles o también denominadas metales base. Las aleaciones más utilizadas son cromo cobalto por su alta dureza, resistencia, módulo de elasticidad que ofrece mayor resistencia al desgaste y su diseño en la estructura es de menor espesor. Respecto a las aleaciones de Cromo Níquel,

Setcos publica una revisión acerca de la seguridad que existe al tener biocompatibilidad y que a lo largo de la historia ha sido usado con éxito sin reportar efectos biológicos. ⁽³⁾

El arenado dental cumple la función de crear microabrasión en una estructura colada, este proceso se lo realiza en un arenador mediante un chorro de arena de óxido de aluminio, la presión de aire va a estar dado por el compresor. Evidenciar la formación de grietas solo se podrá observar después de haber realizado el arenado. ⁽⁴⁾

En el caso particular de este estudio la problemática se presenta en el contexto de evaluar cuál de las dos aleaciones tanto en cromo cobalto como como cromo níquel, presenta mayor agrietamiento al ser desgastados y saber cuáles son los efectos que van a provocar una vez instalados en la boca del paciente, toda esta información se va corroborar al observar distintos bloques aplicando diferentes fuerzas y observados por microscopía electrónica.

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es significativa porque busca comparar el nivel de agrietamiento en distintas aleaciones de cromo que van a tener un proceso de arenado esto contribuye que los profesionales de odontología tengan en cuenta el tipo de material que deseen emplear para un tratamiento.

Es un estudio multidisciplinario debido a la interacción de la ingeniería dentro de una investigación odontológica con el objetivo de conocer cuáles son los metales que se necesitan para formar una aleación, saber cuál es el procedimiento y la técnica para hacer un colado y determinar si existe biocompatibilidad de la aleación con cavidad bucal.

Existe desconocimiento o falta de preocupación por parte de los estudiantes de la Universidad que por cumplir un tratamiento desconocen los materiales que conforman una aleación, éste mismo desconocimiento muchas veces termina en un tratamiento mal realizado lo que en un futuro se podrá traducir como un fracaso.

Los beneficiarios directos del presente estudio serán los estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo, docentes e investigadores porque en el trabajo investigativo se pretende fortalecer la comprensión sobre las bondades y características de las aleaciones en odontología, el nivel de agrietamiento que puede presentar, la importancia de realizar el arenado; con estas normas los futuros odontólogos tendrán la posibilidad de interactuar con conocimiento de causa con el técnico dental sobre las especificaciones de la aleación que requieren y el tratamiento adecuado del mismo.

Esta investigación es factible puesto que se cuenta con los recursos económicos, humanos y bibliográficos necesarios para la ejecución, así como la disponibilidad de laboratorios y personal especializado.

4. OBJETIVO GENERAL

4.1. Objetivo general

- Evaluar el nivel de agrietamiento entre cromo cobalto y cromo níquel a diferentes fuerzas de arenado.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar el número de grietas en cromo cobalto arenado con óxido de aluminio a 60 y 120 micras mediante el uso del microscopio electrónico de barrido.
- Establecer el número de grietas en cromo níquel arenado con óxido de aluminio a 60 y 120 micras mediante el uso del microscopio electrónico de barrido.
- Comparar las grietas ocasionadas por el arenado por el arenado de 60 y 120 um en aleaciones de cromo cobalto y cromo níquel.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Aleaciones

Los metales según ⁽⁵⁾ “son elementos químicos excelentes conductores de calor y electricidad, presentan un brillo propio y sólidos a temperatura ordinaria”; contienen a los elementos puros y sus aleaciones. Han estado presentes desde la prehistoria donde el hombre aprovecho tal y como los hallaba en la naturaleza, con los progresos en metalurgia y la creación de las grandes industrias actualmente los metales son la base del adelanto de la humanidad. ⁽⁶⁾

Aleación es el producto homogéneo de propiedades metálicas compuesta de dos o más elementos, estos son solubles en estado de fundición donde se obtiene un material reformado optimando las propiedades físico químicas y el uso de las mismas. ⁽⁷⁾

En odontología a través del tiempo los metales colados han sido una de las opciones más manejadas en prótesis fija; en el año de 1972 Taggart realiza la primera técnica colada llamada como “cera perdida”, donde se funde y centrifuga el metal que previamente se elaboró en cera, al volatilizar la cera se hay el espacio necesario para que entre el metal y se solidifique, copiando la estructura que hay dentro del molde. ⁽⁸⁾

Las aleaciones dentales a través de la historia se han determinado por tres factores fundamentales:

- La resistencia a la corrosión y que sea biocompatible.
- El económico.
- La evolución para la mejora de las propiedades físicas. ⁽⁹⁾

5.2. Tipos de Aleaciones

El estomatólogo y el técnico del laboratorio dental deben saber cuáles son las propiedades físicas y químicas, su composición, los efectos sobre el fundido y manipulación en el laboratorio del material que están trabajando. Las aleaciones deben cumplir ciertos requerimientos para su correcto manejo, estos son: biocompatibilidad, volumen adecuado del grano, propiedades de adhesión a la porcelana, de fácil fundición y vaciado, fáciles de soldar y pulir. ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

5.2.1. Metales Utilizados en Aleaciones

Se identificó a la aleación como la unión de dos o más elementos metálicos o no metálicos cuya finalidad es la mejora de la función del metal base, los materiales con mayor uso en odontología se derivan de:

5.2.1.1. Metales base o no nobles

Utilizados para empezar el procedimiento básico de la aleación, a esta agrupación corresponden los siguientes elementos: cobalto, níquel, cromo, plata, cobre, zinc, indio, titanio. ⁽⁷⁾

5.2.1.2. Metales nobles

Resistentes a la corrosión, humedad del aire y oxidación, a este grupo pertenecen los siguientes elementos: oro, platino, paladio, iridio, osmio, rutenio.

5.2.2. Clasificación de Aleaciones Dentales Vacías

La Asociación Dental Americana (ADA) en el año de 1984 planteó realizar una clasificación según el porcentaje de metal noble que contenga la composición:

- **Aleaciones con un alto contenido de metal noble:** conformadas por un 60% de metales nobles y 40% compuesto de oro. ⁽¹²⁾
- **Aleaciones nobles:** conformadas en su gran mayoría con paladio, siendo las más conocidas el paladio cobalto y paladio plata.
- **Aleaciones con poco contenido noble:** muestran un 25% de metales nobles, los más conocidos son aleaciones de cromo cobalto y cromo níquel. ⁽¹⁾

Para la obtención de una prótesis coronaria la mejor opción de aleación a escoger tendría que ser con un alto contenido de metal noble por las condiciones favorables que presenta en el oro en composición, pero debido a factores económicos las aleaciones que se están utilizando son las que contienen un poco contenido noble, es decir las que van a ser estudiadas el cromo cobalto y el cromo níquel. ⁽¹³⁾

5.2.3. Aleaciones en cromo

El cromo es un metal muy utilizado en aleaciones con hierro, níquel o cobalto, el propósito es aumentar la resistencia en la preparación obteniendo brillo como principal característica, en una aleación del 15 al 25% hay cromo en la composición. ⁽¹⁾⁽¹²⁾⁽⁷⁾

5.3. Aleaciones en cromo cobalto

Se encuentra formada en un 60% o más de cobalto y un cromo mayor al 13%. Esta aleación debe cumplir la norma ISO 9693:1999 que van a ser utilizadas para la realización de coronas metal cerámica usando la técnica de colado, alta expansión y el punto de fusión bajo. Los niveles de corrosión son menores que la aleación de cromo níquel y se evidencia mejores propiedades químicas. ⁽¹⁴⁾

Esta aleación presenta excelentes propiedades mecánicas, destacando el módulo elástico, el límite elástico y el límite proporcional que son los mejores en las aleaciones utilizadas en el campo odontológico, esto quiere decir que son rígidas, no hay deformación permanente por la acción de tensiones mecánicas, sus propiedades de resistencia a la tracción y alta elongación certifican que no se fracture la aleación. Brinda mayor comodidad al paciente por la baja densidad que posee es dable lograr estructuras livianas con espesores más finos lo que se va a traducir como prótesis livianas. ⁽⁴⁾

Tabla Nro. 1. Propiedades físicas y mecánicas de la aleación cromo – cobalto para colar

Dilatación de rotura	10.1%
Dureza Vickers (HV10)	280 HV
Densidad	8.2 g/cm ³
Intervalo de fusión	1310 – 1370 °C
Coefficiente de expansión térmica	14.1*10 ⁻⁶ K ⁻¹
Temperatura de colado	1430 °C

Realizado por: Taufiq Rohman ⁽¹⁵⁾

5.3.1. Aleaciones en cromo níquel

Son muy utilizadas en odontología, pero estudios revelan que liberan iones durante la corrosión de la aleación, se debe a que el níquel es un metal altamente alergénico, en comparación a la aleación de cromo cobalto los niveles de dilatación, dureza y coeficiente de expansión térmica son menores. ⁽¹⁶⁾

A nivel de Europa se ha restringido el uso de esta aleación porque presenta problemas en la biocompatibilidad, la única razón por la que se sigue en uso es por los niveles de adaptación marginal que ostenta se encuentra en los límites que el operador clínicamente puede considerar aceptables. ⁽¹²⁾

Tabla Nro. 2. Propiedades físicas y mecánicas de la aleación cromo – níquel para colar

Dilatación de rotura	25%
Dureza Vickers (HV10)	180 HV
Intervalo de fusión	1250 – 1330 °C
Coefficiente de expansión térmica	$14.1 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$
Temperatura de colado	1390 °C

Realizado por: Taufiq Rohman ⁽¹⁵⁾

5.4. Tratamiento de las Aleaciones

Es un proceso que se define como la mezcla de operaciones en calor mejora la ductilidad para suavizar la aleación antes o durante del proceso en frío, o para variar su microestructura con la finalidad de lograr las propiedades mecánicas deseadas. Existen tres técnicas para el tratamiento de una aleación:

5.4.1. Proceso de colado.

Esta técnica es la más adecuada para realizar un moldeado, este procedimiento se lo viene realizando desde la edad del bronce, existen varias técnicas para realizar un colado:

Colado en centrífuga de alta frecuencia: el metal es fundido en forma inductiva en un crisol rodeado de una espiral de cobre refrigerada por agua, este tipo de aparato para colar ayuda a registrar la temperatura necesaria para la fundición del metal. El molde se llena con una centrífuga. ⁽¹⁷⁾

Colado a presión al vacío: se consiguen aleaciones exactas, en esta máquina los cilindros deben ser ajustados adecuadamente para obtener un vacío efectivo, se manejan revestimientos porosos de preferencia grano medio para que al momento del vacío en el interior del molde sea apropiado. ⁽¹⁸⁾

Colado con arco eléctrico: parecida a la técnica de colado a presión al vacío con la diferencia que aquí se realiza la fundición utilizando la energía un arco eléctrico, la aleación se funde por la radiación térmica. ⁽¹⁷⁾

5.4.2. Proceso de fresado

Es la técnica más utilizada y de mayor precisión para la elaboración de coronas, estructuras implantosoportadas y puentes. En la actualidad es el procedimiento que alcanza la misma precisión de ajuste; fresar las estructuras esqueléticas de una aleación resulta no económico

por lo que la alternativa a seguir es fresar estructuras de resina o en cera para utilizar como el modelo para el colado. ⁽¹⁷⁾

5.5. Nivel de Agrietamiento en las Aleaciones

Realizar un colado requiere seguir correctamente un protocolo, conocer paso a paso el procedimiento, tomar en cuenta detalles como: la calidad y composición de la aleación que vamos a formar, el tipo de revestimiento, donde van a estar ubicados los bebederos en la estructura metálica, el lugar de los anillos en el horno, saber la temperatura de fusión, presión del gas y oxígeno al fundir, que máquina va a centrifugar el metal fundido, para finalmente realizar el acabado y pulido del colado. El no controlar los aspectos mencionados, la aleación va a presentar fallas en las superficies externa e interna, en la estructura cristalina esta se forma al momento de enfriar desde su estado fundido, este nivel se conoce como “solidificación” este da lugar a la formación de la red cristalina del colado. ⁽⁴⁾⁽¹⁹⁾

Las grietas son hendiduras alargadas que se origina en un cuerpo sólido y en una aleación se presentan por no haber realizado una buena técnica en el momento del colado o hubo desconocimiento por parte del operador, los errores más comunes que podemos encontrar son: ⁽²⁰⁾

Tabla Nro. 3. Causa y solución del agrietamiento en aleaciones ⁽²¹⁾⁽²²⁾

CAUSA	SOLUCIÓN
Insuficiente tiempo de fraguado	Respetar los 40 minutos en el tiempo de fraguado
Pre calentamiento equivocado o rápido del cilindro	Poner el cilindro en el horno frío, ir pre calentando lentamente.
Uso de piezas macizas de plástico	Las piezas macizas de plástico deben estar recubiertos de cera.
Reposo muy prolongado	Colocar el cilindro en el horno posterior a los 40 minutos de haber fraguado
Efecto de golpes	No golpear la aleación
Eliminación de cera con vapor	No es recomendable
Revestimiento a presión	No utilizar
Mala posición del cilindro en el horno	Poner los cilindros en el horno, la posición del cilindro es con el embudo colado hacia abajo

Revestimiento elaborado sin anillos metálicos para cilindros	Colocar anillos metálicos para cilindros
Recipientes de mezcla y vasos graduados sucios	Conservar los recipientes limpios
Cristalización del líquido	Tener un líquido nuevo y tenerlo siempre cerrado
La mezcla de la proporción líquido- polvo no es la adecuada, irrespetando los tiempos de mezclado.	Utilizar las instrucciones del fabricante

Realizado por: Henry Mejía

5.6. Prótesis Dentales

Las prótesis dentales son las encargadas de sustituir los dientes que se han perdido en cavidad bucal con el fin de mejorar el habla, la masticación y la estética de las personas. El odontólogo será el encargado de escoger el tipo de prótesis dependiendo el número de dientes a reemplazar o la totalidad de la arcada. ⁽²³⁾ Los tipos de prótesis dentales que existen son:

5.6.1. Prótesis Parcial Removible

La prótesis parcial removible es un tratamiento odontológico restaurador cuya función es remplazar los dientes que fueron perdidos por diferentes factores, está relacionada con diferentes tejidos: los dientes vitales que están en boca y las mucosas de las zonas edéntulas, estos establecen el soporte de la prótesis. Las estructuras que van a dar el soporte son las estructuras osteomucosas y las estructuras dentoparadentales, el paciente debe aceptar la funcionalidad y la estética de la prótesis. ⁽²⁴⁾

5.6.2. Prótesis Total

La prótesis total es el tratamiento encargado de sustituir todos los dientes perdidos y la reconstrucción de la parte gingival ausente, así el paciente podrá recuperar la estética, las funciones fonética y masticatoria, obtener comodidad y sentirse psicológicamente bien consigo mismo.

5.6.3. Implantes Dentales

Son considerados como dispositivos médicos, en su gran mayoría son elaborados con titanio o una aleación de titanio, se implantan en el hueso maxilar superior o maxilar inferior como raíces artificiales. Se usan de apoyo o para estabilizar las prótesis dentales removibles o fijas en los pacientes que van a sustituir un órgano dental ausente. ⁽²⁵⁾

5.6.4. Prótesis Fija

La prótesis fija es un tratamiento que consiste en reconstruir o sustituir los dientes perdidos en el paciente utilizando elementos semejantes que vayan a remplazar las estructuras ausentes en boca, las mismas estarán de forma permanente. El objetivo primordial es devolver la función de los dientes en boca, esto quiere decir comodidad, estética y confianza del paciente. ⁽¹²⁾

Este tratamiento odontológico abarca la restauración de una brecha extensa por ejemplo una hemiarcada con la elaboración de un puente fijo, una restauración implantosoportada previamente tratada con implantes o la reconstrucción de un solo diente elaborando una corona unitaria. ⁽²⁶⁾

Los componentes principales que componen una prótesis fija son:

- **Dientes Pilares:** van a ser los responsables de resistir a la prótesis.
- **Retenedores:** aquí es donde se va a apoyar la restauración.
- **Pónticos:** son los dientes artificiales que van a remplazar los espacios edéntulos.
- **Conectores:** sirven de unión de los dientes pilares con el póntico. ⁽²⁷⁾

Shillingburg ⁽²⁸⁾ en el libro de su autoría manifiesta para que una restauración realizada con prótesis fija tenga éxito deberá cumplir ciertas propiedades y características fundamentales:

- Retención
- Estabilidad
- Solidez estructural

5.7. Abrasión en Prótesis

El término abrasión según ⁽²⁹⁾ “es la acción y el efecto de raspar o roer por fricción”. Este desgaste se da cuando dos superficies estando en contacto directo interactúan donde una de ellas es elocuentemente más dura que la otra, existiendo pérdida de masa que resulta de la interacción entre aserrines o durezas que son forzadas a una superficie y se van a mover lo que va a provocar deterioros en la superficie que se está trabajando. ⁽³⁰⁾⁽³¹⁾

En el campo odontológico es necesario crear una microabrasión en la aleación para crear una adecuada retención mecánica, esto se logra mediante una técnica conocida como: *Desgaste por erosión*, esto ocurre por flujos de partículas pequeñas que son transportadas por una corriente de aire o líquido. En los laboratorios dentales se utilizan unidades de conducción de aire con ráfaga de arena que emplean desgaste de partículas duras para remover el material de la superficie. ⁽³²⁾

5.8. Arenado

El arenado es el choque de arena a alta velocidad contra la superficie que se va a tratar, se utiliza para eliminar óxidos que están en mal estado, para la conformación de rugosidades en metales o como terminado superficial de revestimientos. ⁽³³⁾

En Odontología se realiza la técnica de arenado para crear microabrasión en los colados, su función es tener una adecuada retención mecánica de su estructura tanto a nivel externo donde va a recibir la adhesión del material restaurador e internamente para la adhesión al pilar en cavidad bucal.

5.8.1. Elementos para realizar un arenado dental

5.8.1.1. Compresor

Es el encargado de generar aire comprimido que se acumula en un tanque a elevada presión que se ocupará cuando sea necesario. Para la producción de este aire comprimido el compresor usa electricidad, donde debe haber la potencia necesaria para su origen de forma más rápida. Son utilizados en varios campos laborales, pero en odontología los compresores deben cumplir normas de higiene y la producción del aire debe ser apta, se considera como un pulmón porque es utilizado en la mayoría de los tratamientos. ⁽³⁴⁾

5.8.1.2. Arenador

Es el equipo donde se realiza el proceso de arenado a través de un chorro de arena abrasivo sobre el área a ser recubierta. Este instrumento debe tener un apropiado tamaño y tanto sus componentes como sus accesorios deben estar relacionados para obtener un resultado idóneo.

5.8.1.3. Granos Abrasivos

Son materiales que sufren procesos de molido, colado y es trabajado térmicamente para conseguir diferentes tamaños de partículas para poder estabilizar en una base, de acuerdo al volumen de la partícula pueden ser: gruesas, medianas, finas y superfina; su función es de recubrimiento, rayado o corte de superficie ya sea por acción mecánica o manual. ⁽³⁵⁾

El tamaño del grano se enuncia en números y se clasifican en:

- **Microgranos:** van desde el grano 240 hasta el 2500
- **Macrogranos:** van desde el grano 12 hasta 220

Propiedades Mecánicas de los Granos Abrasivos

- **Dureza:** es la resistencia de un material a ser penetrado por otro material.
- **Tenacidad:** es la capacidad del material para resistir a la rotura y deformación.
- **Friabilidad:** es la formación de nuevas aristas en el caso que el material se fracture, para seguir funcionando en excelentes condiciones.

Los principales minerales abrasivos que se ocupan en las grandes industrias son: carburo de silicio, óxido de zirconio y el óxido de aluminio.

Tabla Nro. 4. Minerales Abrasivos

	Dureza	Tenacidad	Friabilidad
Carburo de Silicio	Muy duro	Poco tenaz	Muy friable
Óxido de Zirconio	Duro	Muy tenaz	Friable
Óxido de Aluminio	Duro	Tenaz	No friable

Realizado por: Henry Mejía

- **Carburo de Silicio**

Llamado también carburando, resulta de la fundición entre carbón y cuarzo, al presentar en su estructura diamante su dureza solamente es menor al diamante sintético, tiene una gran conductividad térmica y presenta una gran resistencia ante el choque de calor. ⁽³⁶⁾

- **Óxido de Zirconio**

Se le conoce con el nombre de Zirconio, se obtiene fundiendo aluminio y zirconio, suele ser utilizado en odontología por su alta resistencia y tenacidad, en relación al óxido de aluminio la dureza es menor y suele ser más económico.

- **Óxido de Aluminio**

Conocido con el nombre de corindón, es un mineral de origen sintético que se produce fundiendo aluminio y bauxita; hay diferentes tipos y se observa en función de su pureza, estos son: negro, marrón, rosa y blanco. En el área odontológica se utiliza el óxido de aluminio tipo blanco por su alta pureza (99%), la arena crea las suficientes rugosidades en el colado para una adecuada adhesión y para la aplicación mediante chorro de arena se necesita que el tamaño del grano vaya con una fuerza entre 10 a 240 micras. ⁽³⁷⁾

5.9. Fuerzas de Arenado en Odontología

Es el procedimiento que se realiza en una aleación para crear microabrasión. La presión de aire va a estar dada por el compresor (70 libras de presión) la misma que se mantiene en el arenador (4.8 Bares), aquí se va a generar el chorro de arena de óxido de aluminio que se va a aplicar en la muestra obteniendo como resultados: la rugosidad y cambio de aspecto en la misma.

- **Arenado con oxido de aluminio de 120 micras:** se realiza para limpiar residuos del revestimiento y crear microabrasión para la retención en el colado.
- **Arenado con oxido de aluminio de 60 micras:** se realiza para limpiar los residuos del material de restauración.

Un colado para ser arenado en prótesis fija debe tener un grosor mínimo de 0.3 mm, se debe tomar en cuenta que a mayor grosor mayor resistencia, pero al momento de la adhesión del material restaurador el espacio será limitado, en el caso que el grosor sea menor se puede producir agrietamiento o fractura en la aleación. ⁽³⁸⁾

6. METODOLOGÍA

6.1. Tipo de investigación

El tipo de estudio de la presente investigación será descriptivo, de tipo experimental y transversal.

Estudio Descriptivo: se describirán los materiales que se utilizarán en la comparación.

Estudio Cuasiexperimental: en un laboratorio se llevará la ejecución del proyecto.

Estudio Transversal: existirá un tiempo adecuado para realizar dicho proyecto de investigación.

6.2. Diseño de la investigación

El presente estudio tiene un enfoque Mixto (Cualitativo - Cuantitativo) en el que las variables de estudio por su naturaleza serán tratadas para el desarrollo de los estadísticos descriptivos y de significancia estadística.

6.3. Población de estudio

Al ser un estudio in vitro la población de estudio está conformada por todas las muestras generadas para que en base a los criterios de selección de estas se determine de forma específica los bloques a estudiar.

6.4. Muestra

La muestra está constituida por 40 bloques de cromo divididos en dos grupos: veinte de cromo cobalto y veinte de cromo níquel, de forma intensional no probabilística por conveniencia en base a los criterios de selección.

Criterios de selección:

- Muestras con consistencia de grosor.
- Muestras con alto y ancho adecuado.
- Muestras con uniformidad en el material.

6.5. Técnicas e instrumentos

Como técnica se usará la observación y como instrumento la lista de cotejo.

6.6. Cuestiones éticas

El estudio se realizará en bloques de cromo cobalto y cromo níquel, hay que tomar en cuenta que son materiales que se utilizan para la elaboración de aparatología en prostodoncia por ende no afectará la integridad física del paciente, ni se realizará intervención en los mismos, ni se tratará con ningún tejido humano.

6.7. Intervenciones

Para realizar el estudio de este proyecto de investigación se realizó las siguientes intervenciones:

1. Elaboración de cuarenta aleaciones con metales base (20 cromo cobalto con la marca Solidur Yeti 250g YE960-0250 y 20 cromo níquel con la marca Solibond N Yeti 250g YE963-0250)

Gráfico Nro. 1. Cromo Cobalto y Cromo Níquel de la marca Solibond Yeti



Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

2. Para la fabricación de la aleación se tomó una lámina de cera marca Dentaurem calibrada a 0.3mm, con un calibrador iwanson de cera se comprobó el grosor y se fabricó una muestra con un tamaño de 2 cm de largo y 2 cm de ancho. Posterior se coloca el jito o bebedero en la base del cilindro para realizar un vaciado con yeso refractario cuya principal característica es soportar altas temperaturas, el vaciado se coloca en una mezcladora al vacío durante 45 segundos, el vaciado se coloca en el cilindro del molde donde está el patrón de cera, cubierto en su totalidad se deja reposar durante una hora para el proceso de fraguado. El cilindro se coloca en el horno en temperatura ambiente donde este tiene una rampa de ascenso aproximada de 10° C por minuto donde al llegar a los 400° C se realiza un mantenimiento de 30 minutos para la evaporación de gases, nuevamente se realiza un ascenso de 10° C por minuto hasta llegar a los 900° C donde hay un periodo de estabilización de la temperatura de 20 minutos. Para realizar el colado se coloca el metal en el crisol y se precalienta hasta llegar al rojo vivo, se retira el cilindro del horno de quemado y se coloca en el soporte de la centrífuga donde se continua

fundiendo el metal hasta que éste se vuelva maleable y llegar a su punto de fusión de 1350° C, listo y fundido el metal se suelta la centrífuga que previamente estaba activada y por el impulso del mismo ingresa al cilindro y copia el patrón de cera, este procedimiento se realiza tanto en el cromo níquel como en cromo cobalto.

Fotografía Nro. 1. Proceso de colado



Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

3. Las muestras fundidas coinciden con las del patrón de cera inicial, siendo las características de los metales: un grosor de 0.3 mm que fue comprobado por un calibrador iwanson de metal y un tamaño de 2 cm de ancho por 2 cm de largo.

Fotografía Nro. 2. Aleación de cromo cobalto y cromo níquel coladas

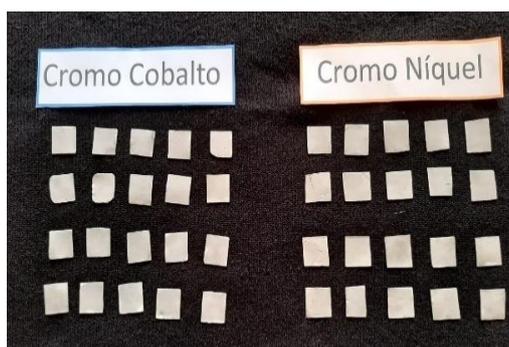


Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

4. Se dividieron en dos grupos los colados: 20 cromo cobalto y 20 cromo níquel.

Fotografía Nro. 3.

Muestras de Estudio



Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

5. Las cuarenta muestras fueron observados a través del Estereoscopio **OLYMPUS SZ61** con serie **4EO2839** y para obtener las imágenes se utilizó el programa **Stream Basic**.

Fotografía Nro. 4.

Vista en el Estereoscopio antes de arenar



Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

Las muestras son sometidas a un proceso de arenado dental cumpliendo las siguientes indicaciones: 10 muestras de CC60, 10 muestras de CC120, 10 muestras de CN60, 10 muestras de CN 120. Se utilizó un arenador marca Buffalo, las muestras se arenaron con una presión del compresor de 70 libras manteniéndose en el arenador la presión en 4.8 Bares, el chorro de arena se realizó a 3cm de la muestra durante 30 segundos y con una angulación de 45°, se distingue un cambio de color en las muestras, antes del procedimiento color plateado y posterior al proceso color gris.

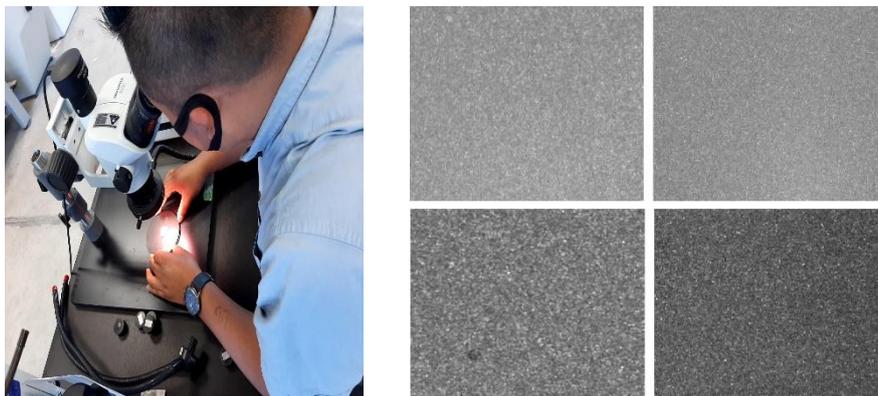
Fotografía Nro. 5. Arenador - Proceso de Arenado antes, durante y después



Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

6. Las cuarenta muestras arenadas fueron observadas a través del Estereoscopio **OLYMPUS SZ61** con serie **4EO2839** y para obtener las imágenes se utilizó el programa **Stream Basic**.

Fotografía Nro. 6. Vista en el Estereoscopio después de arenar

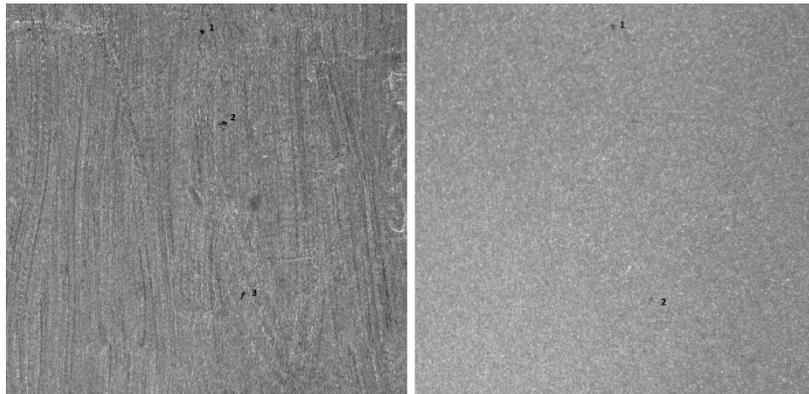


Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

7. Comparación de las muestras antes de ser arenadas y después de realizar el proceso de arenado. El conteo de las grietas se realizó observando las muestras en el microscopio de forma individual.

Fotografía Nro. 7.

Antes y después del proceso de arenado



Elaborado por: Henry Mejía
Fuente: Registro fotográfico

6.8. Operacionalización de variables

6.8.1 VI: Nivel de agrietamiento en cromo cobalto y cromo níquel

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Procesos térmicos capaces de generar grietas en la estructura que pueden afectar su resistencia flexural.	Rehabilitación Oral Prostodoncia Microscopía	Bloques de cromo cobalto y cromo níquel	Observación Experimentación	Recolección de bloques de cromo cobalto y cromo níquel Microscopio Electrónico

6.8.2 VD: Arenado

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Tratamiento superficial por impacto de partículas a alta velocidad sobre una superficie	Rehabilitación Oral Prostodoncia	Desgaste en micras	Observación Experimentación	Bloques de Cromo Microscopio Electrónico

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla Nro. 5. Estadísticos descriptivos de número de grietas cromo cobalto

Material	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV
Cromo Cobalto	9,55	9	±6,08	3	27	64%
Cromo Cobalto 60 um	3,7	3,5	±1,76	2	7	48%
Cromo Cobalto 120 um	2,6	1,5	±3,4	0	10	131%

Elaborado por: Henry Mejía

Fuente: Laboratorio de Centro de fomento productivo Metal Mecánico Carrocero procesado en SPSS v.25

Análisis:

Las muestras de Cromo Cobalto mostraron diferente número de grietas, siendo el factor de cambio en el promedio del proceso de arenado que recibió cada muestra, notándose que el material no arenado presentó la mayor cantidad de agrietamiento, seguido de la muestra arenada de 60 um, y finalmente la de menor agrietamiento fue la muestra de 120 um de arenado; esto indica que la densidad del arenado es un factor que mejora el aspecto de agrietamiento del material de cromo cobalto desgasta el número de grietas y mejora la capacidad de retención en la muestra. Adicionalmente, la variación más alta respecto al número de grietas fue en la muestra de cromo cobalto de 120 um.

Tabla Nro. 6. Estadísticos descriptivos de número de grietas cromo níquel

Material	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV
Cromo Níquel	9,3	10	±4,11	2	20	44%
Cromo Níquel 60 um	2,1	2	±1,1	0	4	52%
Cromo Níquel 120 um	2,2	1	±2,25	0	6	102%

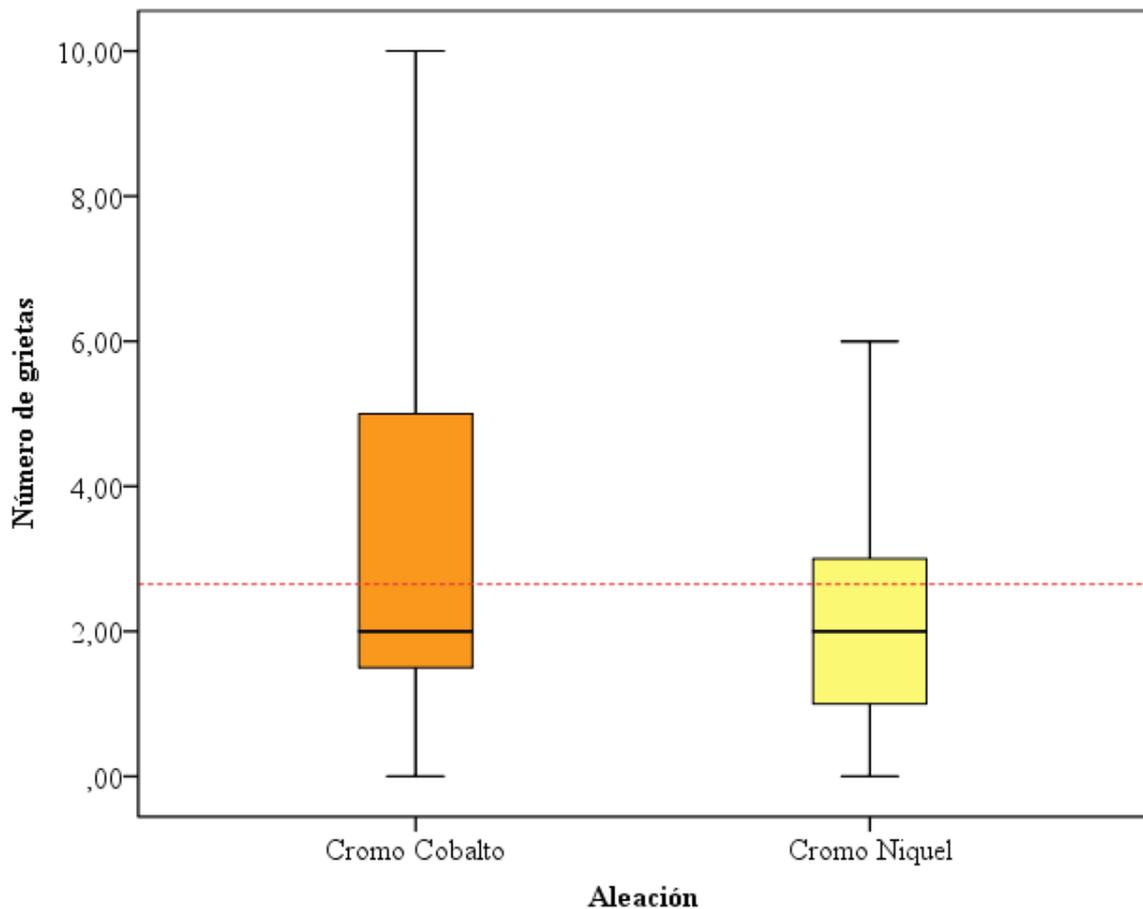
Elaborado por: Henry Mejía

Fuente: Laboratorio de Centro de fomento productivo Metal Mecánico Carrocero procesado en SPSS v.25

Análisis:

Las muestras de Cromo Níquel evidenciaron distinto número de grietas en promedio, el proceso de arenado fue el determinante para que en cada muestra existiera un cambio notable, se puede observar que la aleación no arenada mostró el número más alto de agrietamiento, pero tanto en la muestra arenada a 60 um como la de 120 um sus valores obtenidos fueron muy cercanos en el valor promedio de grietas, esto puede deberse a las características de la aleación; se puede decir que el arenado es un factor determinante en el desgaste de las muestras, disminuyendo el agrietamiento y optimizando su capacidad de retención.

Gráfico Nro. 2. Comparación de número de grietas según la aleación

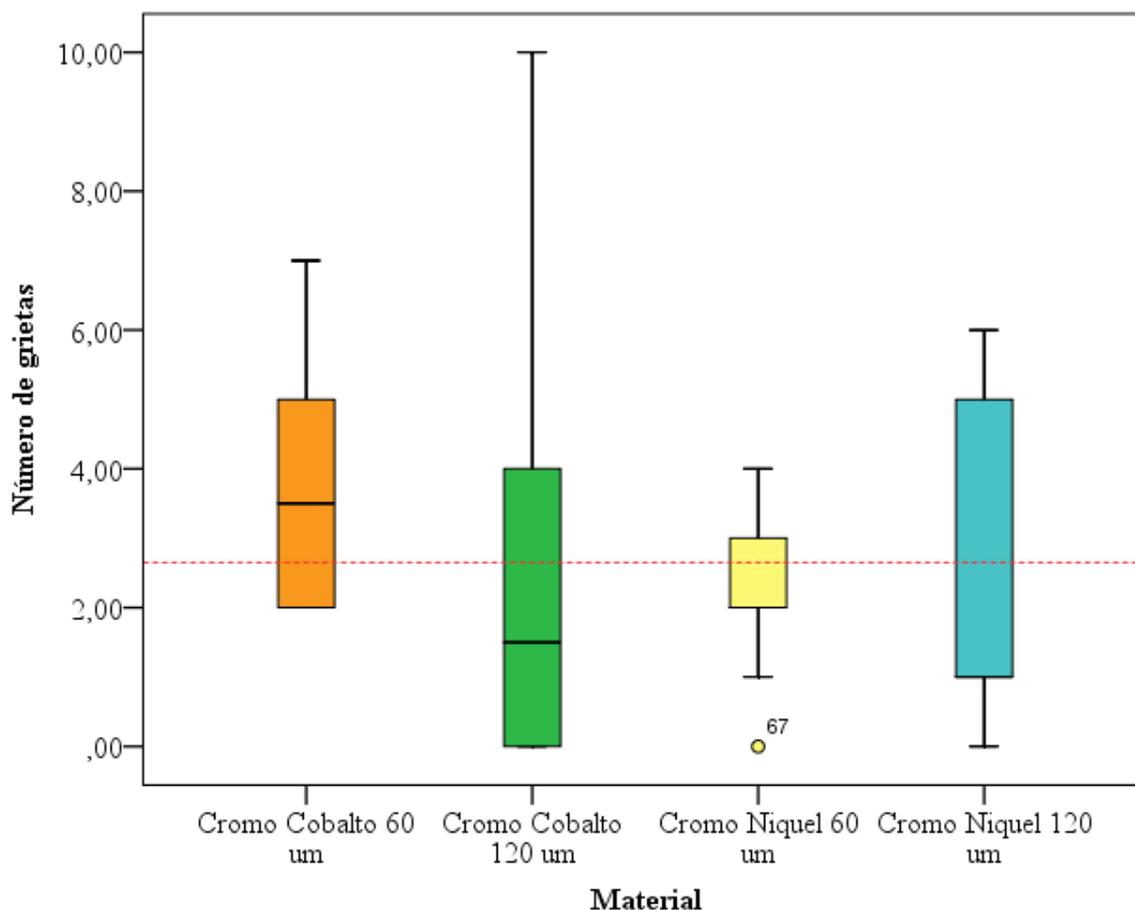


Elaborado por: Henry Mejía

Fuente: Laboratorio de Centro de fomento productivo Metal Mecánico Carrocero procesado en SPSS v.25

Análisis: Las muestras en cromo cobalto y cromo níquel sin realizar el proceso de arenado presentan un promedio distinto de grietas, en el diagrama de caja y bigotes se observa que al efectuar el proceso de arenado con óxido de aluminio a 60 um y 120 um se comprueba la variabilidad en el agrietamiento, donde los colados en cromo cobalto presentan mayor promedio de grietas en relación al cromo níquel que genera menor número de grietas.

Gráfico Nro. 3. Niveles de arena y número de grietas



Elaborado por: Henry Mejía

Fuente: Laboratorio de Centro de fomento productivo Metal Mecánico Carrocero procesado en SPSS v.25

Análisis: Existe variabilidad de grietas en las muestras arenadas tanto a 60 um y 120 um, siendo la aleación de cromo níquel de 60 um la que mejor consistencia tiene en relación a la de 120 um donde se observa mayor cantidad de grietas, en relación a los colados en cromo cobalto su nivel de agrietamiento es superior al cromo níquel, donde el arenado de 120 um es el que presentó el mayor promedio de grietas seguido del arenado de 60 um, el diagrama de caja y bigotes pone en evidencia que mientras mayor es la fuerza de arenado existirá mayor nivel de grietas.

Análisis de significancia

Para determinar la significancia estadística entre los valores reportados en el número de grietas respecto a los sistemas de arenado es imprescindible realizar la prueba de normalidad de la variable cuantitativa para establecer el estadístico de prueba.

Tabla Nro. 7. Prueba de normalidad de Kolmovorov-Smirnov }

	Estadístico	gl	Sig.
Número de grietas	0,166	80	0,00

a Corrección de significación de Lilliefors

A partir de la prueba se reportó un valor menor a 0,05 ($p=0,00$) por lo que se indica que los datos no tienen una distribución normal. Por lo que para este variable y respecto a sus variables intragrupo se apoyará en la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. Con siguiente hipótesis.

Hipótesis 1

H_0 : La distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones arenadas y sin arenar.

IC: 95%

Error: 5%

Desición: Si p es menor igual que 0,05 se rechaza H_0

Prueba

Tabla Nro. 8. Estadístico de prueba H1

	Número de grietas
Chi-cuadrado	41,334
gl	1
Sig. asintótica	0,00

a Prueba de Kruskal Wallis

b Variable de agrupación: Aleación

Conclusión: El valor de la prueba no paramétrica determinó un valor menor a 0,05 ($p=0,00$) por lo tanto se rechaza H_0 y se puede afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre la distribución del número de grietas y aleaciones arenadas y sin arenar.

Hipótesis 2

H₀: La distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto y cobro níquel arenadas.

IC: 95%

Error: 5%

Desición: Si p es menor igual que 0,05 se rechaza H₀

Prueba

Tabla Nro. 9. Estadístico de prueba H2

	Número de grietas
Chi-cuadrado	1,187
gl	1
Sig. asintótica	0,276

a Prueba de Kruskal Wallis

b Variable de agrupación: Aleación

Conclusión: La prueba mostró un valor mayor a 0,05 ($p=0,276$) por lo tanto se acepta H₀ y se indica que la distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto y cobro níquel arenadas, por tanto no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Hipótesis 3

H₀: La distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo níquel a 60 um y 120 um.

IC: 95%

Error: 5%

Desición: Si p es menor igual que 0,05 se rechaza H₀

Prueba

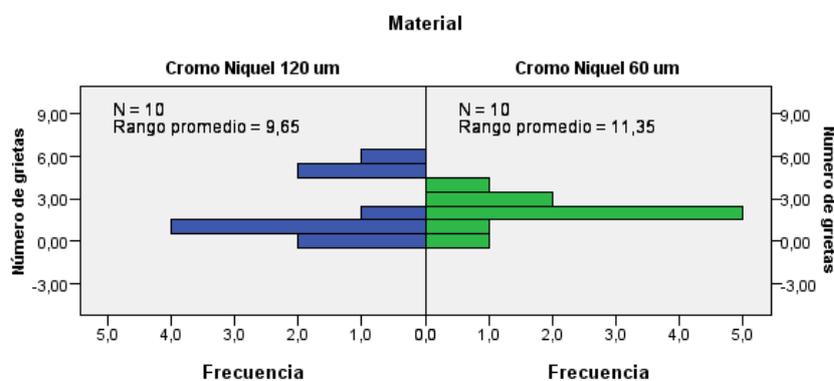
Tabla Nro. 10. Estadístico de prueba H3

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Número de grietas es la misma entre las categorías de Material.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,529 ¹	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Gráfico Nro. 4. Muestras independientes H3



Conclusión: El valor de significancia fue mayor a 0,05 ($p=0,529$) por tanto se acepta H_0 y se afirma que la distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo níquel a 60 um y 120 um.

Hipótesis 4

H_0 : La distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto a 60 um y 120 um.

IC: 95%

Error: 5%

Decisión: Si p es menor igual que 0,05 se rechaza H_0

Prueba

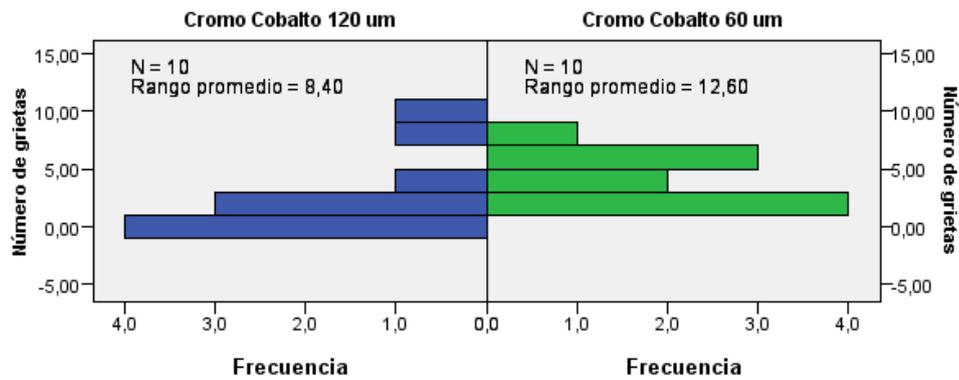
Tabla Nro. 11. Estadístico de prueba H4

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Número de grietas es la misma entre las categorías de Material.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,123 ¹	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Gráfico Nro. 5. Muestras independientes H4



Conclusión: El valor de significancia fue mayor a 0,05 ($p=0,123$) por tanto se acepta H_0 y se afirma que la distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto a 60 um y 120 um.

8 DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos se evidenció que las muestras de cromo cobalto mostraron diferente número de grietas, existiendo un factor de cambio en el promedio del proceso de arenado que recibió cada muestra, indicando que el material no arenado presentó la mayor cantidad de agrietamiento, seguido de la muestra arenada de 60 μm y finalmente la de 120 μm que fue la de menor agrietamiento comparándolo con el estudio realizado por ⁽⁴⁾ cuyos resultados mostraron que el 100% de las estructuras coladas en aleación de cromo cobalto para la utilización de prótesis dentales presentan un prolongado número de grietas (73,7%) y solo el 26,3% no muestran grietas en el proceso de aleación, esto nos indica que la densidad del arenado es un factor que mejora el aspecto de agrietamiento del material de cromo cobalto desgastando el número de grietas y mejorando la capacidad de retención del colado.

Además se demostró que las muestras de cromo níquel tuvieron distinto número de grietas en promedio siendo determinante el proceso de arenado para que existiera un cambio representativo, en el que la aleación no arenada tuvo el número más alto de agrietamiento, pero tanto en la muestra arenada de 60 μm como la muestra arenada a 120 μm no existió una diferencia sustancial en el promedio de agrietamiento entre ellas; este resultado se muestra comparable con el estudio realizado por ⁽²⁾ en el que se utilizó el mismo material con una propensión de agrietamiento con un desgaste del 48%; cabe señalar que esta capacidad de desgaste indicaría un proceso de cubrimiento de grietas importante esto en función del material y su composición, en cuyo caso se confirmarían los resultados que detallan en este estudio.

Según los resultados obtenidos se evidenció que las muestras en cromo cobalto y cromo níquel sin realizar el proceso de arenado presentan un promedio distinto de grietas, al efectuar el proceso de arenado con óxido de aluminio a 60 μm y 120 μm se comprueba la variabilidad en el agrietamiento, donde los colados en cromo cobalto presentan mayor promedio de grietas en relación al cromo níquel que genera menor número de grietas, además se demostró la variabilidad de grietas en las muestras arenadas tanto a 60 μm y 120 μm , siendo la aleación de cromo níquel de 60 μm la que mejor consistencia tiene en relación a la de 120 μm en cambio en el material cromo cobalto su nivel de agrietamiento es superior al cromo níquel, donde el arenado a 120 μm es el que presentó el mayor promedio de grietas seguido del arenado de 60 μm , comparándolos con los estudios de ⁽³⁹⁾ se confirma que las aleaciones de cromo níquel han demostrado que al ser sometidas a tratamientos térmicos a

temperaturas utilizadas en los procesos de fundición, generan engrosamiento de la microestructura dendrítica y disminución de la dureza de la aleación y resistencia lo cual implica características implícitas en los procesos de transformación de las aleaciones llegando a producir grietas dependiendo de la temperatura expuesta, mientras que ⁽⁴⁰⁾ en su estudio realizado confirma que en la estructura de la aleación de cromo cobalto existe la presencia de grietas de un 6,8% presentándose corrosión en las muestras.

Se determinó a partir de los análisis de significancia que existieron diferencias estadísticamente significativas entre la distribución del número de grietas y aleaciones arenadas y sin arenar ($p=0,00$); además la distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto y cobro níquel arenadas a diferentes fuerzas (60 μm - 120 μm) ($p=0,529$; $p=0,123$) por lo que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras indicadas, cuyas conclusiones son similares a las que se indican en ⁽⁴¹⁾ que constata que el proceso de arenado evidencia diferencias significativas en la rugosidad de la superficie cuando se compara una corona arenada de cromo respecto a otra que no se realizó este proceso.

9 CONCLUSIONES

- Se comprobó que la aleación en Cromo Cobalto antes de realizar el arenado va a presentar en su estructura el mayor promedio de grietas, al efectuar el proceso de arenado con óxido de aluminio disminuyó el nivel de agrietamiento y mejoró su estructura, siendo las muestras arenadas a 120 um la que presentó menor agrietamiento en relación a las muestras arenadas a 60 um.
- Se determinó que los colados en Cromo Níquel antes y después del proceso de arenado van a presentar agrietamiento, las muestras sin arenar van a presentar el mayor promedio de grietas en relación a las muestras que fueron arenadas donde se evidenció la mejoría en la superficie de la aleación y el nivel de agrietamiento disminuyó tanto en las muestras arenadas a 60 um como las muestras arenadas a 120 um donde no existió un cambio sustancial en el nivel de promedio de grietas entre ellas.
- Se evidenció que la muestra de cromo níquel arenada a 60 um es la de mejor consistencia donde su nivel de agrietamiento es el más bajo en relación a la muestra de cromo cobalto arenada a 120 um la cual presentó el mayor promedio de grietas, se comprobó que mientras mayor sea la fuerza de arenado el promedio de grietas será más alto.
- A partir de los análisis de significancia existieron diferencias estadísticamente significativas entre la distribución del número de grietas y aleaciones arenadas y sin arenar ($p=0,00$); además la distribución del número de grietas es la misma entre aleaciones de cromo cobalto y cromo níquel arenadas a diferentes fuerzas (60 um- 120 um) ($p=0,529$; $p=0,123$) por lo que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras indicadas.

10 RECOMENDACIONES

- Se recomienda para estudios futuros probar el procedimiento en las aleaciones de cromo cobalto variando las densidades de la arena de óxido de aluminio, para obtener nuevos resultados y compararlos con los resultados del presente.
- Se sugiere ocupar otra marca de cromo níquel para observar si existen cambios significativos en la relación entre las marcas comerciales.
- Se indica la importancia de replicar el presente estudio con el titanio ya que al ser un metal noble tendrá características similares al cromo cobalto y al cromo níquel para que al momento de elaborar la prótesis el paciente, odontólogo y técnico dental selección el material adecuado según el tratamiento.
- Finalmente, se sugiere que exista mayor motivación por parte de los estudiantes en conocer cuáles son las aleaciones que utilizan los laboratorios dentales para la elaboración de las distintas prótesis, así el profesional ofrecerá el tratamiento apropiado según la necesidad del paciente.

11 BIBLIOGRAFÍA

1. Jing Qiu W, Qiang Yu F, Qian Zhang R, Lu H, Lin Zhang C. Corrosion behaviour and surface analysis of a Co–Cr and two Ni–Cr dental alloys before and after simulated porcelain firing. *Eur J Oral Sci* [Internet]. 2011;19(1):93–101. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21244518/>
2. Gregorio P. NIVEL DE CORROSIÓN EN ALEACIONES USADAS EN PROSTODONCIA DENTAL EN AMBIENTES SIMULADOS DE DIFERENTES pH [Internet]. Universidad Nacional de CHimborazo; 2018. Available from: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5469>
3. Por E, Pilares SDE, Implantes P. METALLOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF OVERDENTURE BARS MANUFACTURED BY OVERCASTING ABUTMENTS FOR DENTAL IMPLANTS 1 Fitting conventional dentures on full edentulous patients may become sometimes difficult in quality of life of those who use them . overdenture. 2013;25.
4. Mosquera-Palomino J, Pineda-Higueta SE, Vélez-Gómez CI, Restrepo-Holguín S. Caracterización de defectos de superficie en estructuras coladas para prótesis dentales en aleación de cobalto cromo. *Rev Nac Odontol*. 2017;13(24).
5. RAE. Metal. In: Real Academia de la Lengua Española [Internet]. 2019. Available from: <https://dle.rae.es/metal>
6. León ENCY. LOS M E T A L E S. Castilla y Leon [Internet]. 2008;Primera Ed:3–4. Available from: <http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Los metales.pdf>
7. Se I, Aleaciones P, Las SDE. Revista de Actualización Clínica ALEACIONES. 2013;1511–5. Available from: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013000300007&lng=es&nrm=iso
8. Geetha Prabhu K, Prabhu R. Evaluation on Mechanical Properties of Recast Base Metal Alloys. *J Clin Diagnostic Res*. 2011;8(5):1682–5.
9. R OLG. Metales y aleaciones en odontología *. 2004;15(2):53–63.
10. Guzman H. Aleaciones para colados de uso odontológico. *Rev Fed Odontol Colomb*.

- 1980;27:32–45.
11. Restrepo A, Trujillo J. RestrepoAndres_1990_AleacionesMetalicas.pdf. 1990. p. 29–41.
 12. Robayo B. Comparación De La Adaptación Marginal De La Estructura Metálica En Aleación De Cromo Níquel Y Cromo Cobalto De Coronas Elaboradas Con Encerado Manual Y Encerado En Cad/Cam: Estudio in Vitro. Universidad De Las Américas. UDLA; 2018.
 13. Stappert CFJ, Denner N, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of different types of all-ceramic partial coverage restorations after exposure to an artificial mouth. *Br Dent J.* 2005;199(12):779–83.
 14. No X, No R. Estudio in vitro del ajuste marginal y la resistencia a fuerzas compresivas de coronas metal-cerámica de cromo-cobalto colado, sinterizado, mecanizado y presinterizado. Tesis Doctoral. UIC BARCELONA; 2015.
 15. Taufiq Rohman, S.Pd.I MP. Aleaciones hilo de acero y material relacionado. *Psikol Perkemb.* 2019;(October 2013):1–224.
 16. Velezmoro B, Mia G. Adaptación Marginal De Infraestructuras [Internet]. UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN; 2016. Available from: http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2558/VELEZMORO_GUEVARA.pdf?sequence=6&isAllowed=y
 17. Lindigkeit J. La aleación [Internet]. 2015. Available from: <https://docplayer.es/22999451-La-aleacion-una-historia-de-exito-desde-1935.html>
 18. Taufiq Rohman, S.Pd.I MP. Metal-Cerámica. *Psikol Perkemb.* 2019;(October 2013):1–224.
 19. Skinner P. *La Ciencia de los Materiales Dentales*. 11º Edicio. España; 2004.
 20. Gardey A, Porto J. Definición de Grieta [Internet]. 2011. 2014. Available from: <https://definicion.de/grieta/>
 21. DENTAURON. Análisis de fallos Técnica de coronas y puentes. 2010. p. 4–5.
 22. Fasel J. Guía Técnica de coronas y puentes. 2015. 2015. p. 9–39.
 23. Salud E De. *Prótesis dentales*. Vol. 21. 2007.

24. Calderero J, Usón C, Carmona R. Prótesis parciales removibles metálicas, de resina y mixtas [Internet]. SINTESIS. Calderero J, Usón C, Carmona R, editors. España: 2010; Available from: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788491710288.pdf>
25. phibo. Implantes dentales. FDI [Internet]. 2012;1–24. Available from: [http://www.phibo.com/img/seccionstxt/21/Los implantes dentales.pdf](http://www.phibo.com/img/seccionstxt/21/Los%20implantes%20dentales.pdf)
26. Mallat-Callís E. Aspectos de interés en el diseño de sobredentaduras sobre implantes. Rcoe. 2006;11(3):329–43.
27. Mezzomo E. Rehabilitación Oral Contemporánea. Brasil: Amolca; 2010.
28. Shillingburg H. Fundamentos Esenciales en Prótesis Fija (SHILLINGBURG) [Internet]. Fundamentos Esenciales En Protesis Fija (Shillingburg). 2002. p. 587. Available from: <https://es.scribd.com/doc/63959334/Fundamentos-Esenciales-en-Protesis-Fija-SHILLINGBURG>
29. RAE. Abrasión. In: Asociación de Academias de la Lengua Española [Internet]. 2019. Available from: <https://dle.rae.es/abrasión>
30. Gutiérrez Estrada J, Mesa Grajales D, Toro Betancur A, León Sevilla L. Evaluación de la resistencia al desgaste abrasivo en recubrimientos duros para aplicaciones en la industria minera. Sci Tech. 2004;2(25):149–54.
31. Caicedo H, Valdez J, Coronado J. Caracterización de recubrimientos duros frente al desgaste abrasivo a tres cuerpos. Tecnura. 2005;9(17):16–24.
32. Gutiérrez Quintero W. Resistencia al desgaste abrasivo de recubrimientos producidos por proyección térmica para aplicaciones navales. 2015;131. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49189/>
33. Abd El-Ghany OS, Sherief AH. Zirconia based ceramics, some clinical and biological aspects: Review. Futur Dent J [Internet]. 2016;2(2):55–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fdj.2016.10.002>
34. Dentaltix. Claves para elegir el compresor para tu clínica dental [Internet]. Dentaltix PRO. 2018. Available from: <https://www.dentaltix.com/es/blog/compresores-dentales-guia-compra>
35. Semarnat. Industria Metalúrgica [Internet]. Mexico DF; 2013. Available from:

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/g_metlgc.pdf

36. Vargas F, López E, López D, Areiza J, Monsalve M. Uso Como Cuerpo Radiante En Hornos Y Sistemas Silicon Carbide Tubes Fabrication for Radiant Furnaces and Heating Systems. *BDIGITAL*. 2008;233–42.
37. ABRACOM. Todo sobre el grano abrasivo [Internet]. ABRACOM abrasive solutions. 2020. Available from: <https://www.abracom.es/es/blog/post/22-grano-abrasivo.html>
38. Della Bona Á. Adhesion a la ceramica : Evidencias científicas para el uso clinico [Internet]. *Artes Médicas*; 2009. 254 p. Available from: http://biblioteca.unach.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=8388
39. Por E, Pilares SDE, Implantes P. Caracterización Metalográfica De Barras Para Sobredentaduras, Elaboradas Por Sobrecolado De Pilares Para Implantes Dentales. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2013;25(1):26–43.
40. Garzon C. “GRADO DE CORROSIÓN DE UNA ALEACIÓN DE CROMO-COBALTO SOMETIDA A CUATRO TIPOS DE SOLUCIONES QUÍMICAS. ESTUDIO IN VITRO.” Vol. 7. Universidad Central del Ecuador; 2017.
41. Valencia R, Espinoza R, Javier G. EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARENADO DEL ACERO CROMO : ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DIFFERENT EVALUATION TYPES OF STAINLESS STEEL SANBLAST WITH A. 2006;1:47–61.

12 ANEXOS

Anexo 1. Certificado emitido por el Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

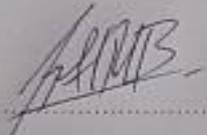
Ambato, 12 de agosto de 2020.

CERTIFICADO

A quien corresponda:

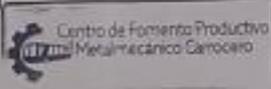
Yo, **Ing. Jorge Rodas B. MEng.** en calidad de **Supervisor Área de Ensayos e Inspecciones** del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero (CFPMC) de H. Gobierno Provincial de Tungurahua, por medio de la presente me permito poner en su conocimiento que el Sr. **Henry Mejía Mosquera** con CI: **0600872709**, utilizo los servicios de nuestra institución para la toma de fotografías macroscópicas de material de: cromo-cobalto y cromo-niquel (Declarado por el cliente) con el equipo **ESTEROSCOPIO OLYMPUS SZ61** con serie: **4E02839**; servicio prestado en base a la proforma **AM_2020_003**.

Sin otro particular y para constancia establezco mi firma.



.....

Ing. Jorge A. Rodas B. MEng.
Supervisor Técnico de Ensayos e Inspecciones
Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero
H. Gobierno Provincial Tungurahua
Contacto: **+593 3 3730350** Ext: 1
Móvil: **+593 991436177**



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carrocero



CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO
METALMECCÁNICO CARROCERO

Anexo 2. Certificado emitido por el Laboratorio Art – Wax.



Ambato, 18 de Agosto de 2020

CERTIFICADO

A quien corresponda:

Yo, TPD. **Ender Zambrano Rondón** en calidad de **Propietario del Laboratorio Dental Art & Wax**, por medio de la presente me permito poner en su conocimiento que elaboré 20 muestras coladas en cromo cobalto y 20 muestras coladas en cromo níquel, posteriormente realicé el proceso de arenado con óxido de aluminio a 60 um y 120 um, estas muestras fueron entregadas al **Sr. Henry Mejía** con CI: **0603344110**.

Sin otro particular y para constancia establezco mi firma.

TPD. Ender Zambrano Rondón
Laboratorio Dental Art & Wax
RUC: 1891778496001
Contacto: 0968646834

Ambato – Ecuador