



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

**INFLUENCIA DEL TIPO DE MARCA COMERCIAL DE  
YESOS TIPO IV SOBRE SU GRADO DE DUREZA,  
TRUJILLO, 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
CIRUJANO DENTISTA**

**AUTOR  
MUGUERZA QUIROZ, ERIC GUSTAVO**

**ORCID: 0000-0002-5886-5125**

**ASESOR  
HONORES SOLANO, TAMMY MARGARITA**

**ORCID: 0000-0003-0723-3491**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## **2. EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Muguerza Quiroz, Eric Gustavo

ORCID: 0000-0002-5886-5125

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,  
Trujillo, Perú

### **ASESOR**

Honores Solano, Tammy Margarita

ORCID: 0000-0003-0723-3491

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ciencias  
De La Salud, Escuela Profesional de Odontología, Trujillo, Perú

### **JURADO**

Pairazamán García, Juan Luis

ORCID: 0000-0001-8922-8009

Morón Cabrera, Edwar Richard

ORCID: 0000-0002-4666-8810

Córdova Salinas, Imer Duverli

ORCID: 0000-0002-0678-0162

### 3. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

---

Mgr. Pairazamán García, Juan Luis

**PRESIDENTE**

---

Mgr. Córdova Salinas, Imer Duverli

**MIEMBRO**

---

Mgr. Morón Cabrera, Edwar Richard

**MIEMBRO**

---

Mgr. Honores Solano, Tammy Margarita

**ASESOR**

#### **4. AGRADECIMIENTO**

A los Doctores, en especial al Dr. Cesar Vásquez Plasencia por guiarme, por su paciencia y ayuda, lo cual sin ello no hubiese podido lograr finalizar mi proyecto.

Al Ing. Norberto Ñique Gutiérrez que con su amplia experiencia pudo apoyarme, aconsejarme y sobre todo estar desde el inicio hasta el final en la ejecución de mi proyecto realizándolo de la mejor manera.

A los alumnos de Ingeniería de Materiales a cargo del Ing. Ñique, que tan amablemente me facilitaron el uso de su laboratorio en la ejecución de este proyecto.

A todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron en la elaboración de este trabajo

A todos ustedes de corazón, muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios Todo Poderoso.*

*A mis Padres por ser un ejemplo de rectitud y siempre darme esa fuerza y soporte*

*A mis hermanos por su cariño y confianza depositada en mí*

*A todos mis familiares por su apoyo incondicional. Muchas gracias*

## 5. RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de la marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza. El estudio fue de tipo cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental, prospectivo y analítico. La muestra estuvo constituida por 13 probetas de cada marca comercial de yeso tipo IV. Éstas fueron: Zhermack®, Fujirock®, NIC Stone® y Protechno®. Las mediciones se registraron en una ficha de recolección de datos elaborada específicamente para la investigación. Para la elaboración de las probetas se fabricó un molde de resina acrílica de 20 mm x 40 mm, colocándose una platina de vidrio para realizar el vaciado. Estas probetas tuvieron una forma cilíndrica para medir la fuerza de Vickers y se rotularon. Luego fueron medidas las dimensiones de cada probeta con el calibrador Identec Testing Machines Lid, IN45297N, 453.1 HV +/- 1.0 con la finalidad de poder hacer lectura de la huella dejada por el identador. El grado de dureza del yeso, se determinó mediante el Microdurómetro de Vickers Equipo Universal Hardness Tester. Se encontró los valores de dureza de cada marca comercial, en Vickers y se determinó que la marca Zhermack® presentó mayor grado de dureza con 46.0, seguido de Fujirock® con 27.5, Protechno® con 25.3 y NIC Stone® con 22.7. Para comparar los valores, se utilizó los test de ANOVA y DUNCAN, encontrando diferencias significativas entre los grupos ( $p < 0.05$ ). Se concluyó, que la marca Zhermack® presentó mayor grado de dureza, seguido en grado descendente de las marcas comerciales Fujirock®, Protechno® y Nic Stone®.

*Palabras clave: Pruebas de dureza, Vickers, Yeso Dental*

## ABSTRACT

The study aimed to determine the influence of the commercial brand of type IV plasters on their degree of hardness. The study was quantitative, explanatory level and experimental, prospective and analytical design. The sample consisted of 13 specimens of each commercial brand of type IV plaster. These were: Zhermack®, Fujirock®, NIC Stone® and Protechno®. The measurements were recorded in a data collection sheet developed specifically for the investigation. For the elaboration of the test tubes, a 20mm x 40mm acrylic resin mold was made, placing a glass plate to carry out the casting. These specimens were cylindrical in shape to measure the Vickers force and were labeled. The dimensions of each specimen were then measured with the Identec Testing Machines Lid calibrator, IN45297N, 453.1 HV +/- 1.0 in order to be able to read the footprint left by the indenter. The degree of hardness of the plaster was determined using the Microdurometer of Vickers Universal Hardness Tester Equipment. The hardness values of each commercial brand were found in Vickers and it was determined that the Zhermack® brand presented the highest degree of hardness with 46.0, followed by Fujirock® with 27.5, Protechno® with 25.3 and NIC Stone® with 22.7. To compare the values, the ANOVA and DUNCAN tests were used, finding significant differences between the groups ( $p < 0.05$ ). It was concluded that the Zhermack® brand had a higher degree of hardness, followed in a descending degree by the Fujirock®, Protechno® and Nic Stone® trademarks.

**Key words:** Dental plaster, Hardness Tests, Vickers (DeCS).

## 6. CONTENIDO

1. Título de la tesis .....	i
2. Equipo de trabajo.....	ii
3. Hoja de firma del jurado y asesor.....	iii
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....	iv-v
5. Resumen y abstract.....	vi- vii
6. Contenido .....	viii
7. Índice de tablas, graficos y figuras.....	ix-xi
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura .....	4
III. Hipótesis .....	22
IV. Metodología .....	23
4.1 Diseño de la investigación.....	23
4.2. Población y muestra .....	23
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	25
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	26
4.5 Plan de análisis.....	31
4.6 Matriz de consistencia .....	32
4.7 Principios éticos .....	33
V. Resultados .....	34
5.1 Resultados.....	34
5.2 Análisis de resultados .....	37
VI. Conclusiones .....	42
Referencias bibliográficas .....	43
Anexos.....	53



## 7. ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

<b>Tabla 1:</b> Influencia del tipo de marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza.....	34
<b>Tabla 2:</b> Comparación del grado de dureza según el tipo de marca comercial de yesos tipo IV.....	35

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Evaluación de la influencia del tipo de marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza.....	36
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Configuración de la fuerza de compresión.....	16
<b>FIGURA 2:</b> Composición química del yeso piedra mientras va incrementando su temperatura.....	17
<b>FIGURA 3:</b> Dureza knoop y rugosidad superficial de diversos materiales para troqueles.....	18

## I. INTRODUCCIÓN

El éxito en el tratamiento protésico está en relación a cumplir principios biológicos y estructurales que es el resultado de obtener la precisión de los tejidos dentales y mucosos por medio de los materiales que se usan para la elaboración de dicho proceso.<sup>1,2</sup> Dichos principios son la rehabilitación tanto de tejidos duros como blandos, de esta manera se preservan los tejidos remanentes.<sup>3,4</sup> Así mismo se deben cumplir principios mecánicos tales como la retención, la estabilidad, el buen soporte, pasividad, solidez estructural, una extensión adecuada de la prótesis y una oclusión funcional.<sup>4,5</sup> Sin embargo todos estos requisitos se ven afectados por los medios en que se confecciona una prótesis que son el proceso de impresión y vaciado de los modelos.<sup>6</sup> Es importante que estos materiales posean alta precisión, de otro modo por consecuencia generará la desadaptación de la prótesis y en el caso de una prótesis fija causará la filtración marginal.<sup>7,8</sup>

El yeso dental es uno de estos materiales que cumple un papel importante en la confección de las prótesis ya que de acuerdo a la impresión este copiará exactamente el registro dental que se ha tomado.<sup>3,9</sup> Existen diferentes tipos de yeso, sin embargo el yeso tipo IV conocido como yeso piedra de alta resistencia,<sup>10,11</sup> se caracteriza por presentar mayor grado de dureza y resistencia a la abrasión, a comparación de los otros tipos de yesos, esto se debe porque posee una mínima expansión de fraguado;<sup>12</sup> por la dureza y

superficie lisa que presenta, ello va a permitir que las preparaciones que se realizan en forma extrabucal sean de fácil remoción y se logre una correcta fundición en el modelo sin que la exactitud de las estructuras que se lograron reproducir o precisar se vean alteradas.<sup>3,11</sup>

Sin embargo se ha demostrado que el yeso tipo IV presenta una expansión de endurecimiento de 0,9%,<sup>1,6</sup> y esto varía según la extensión de la infraestructura, eso de por sí genera cambios dimensionales<sup>13,14</sup> que pueden provocar una menor exactitud provocando que el resultado final de la prótesis presente problemas en cuanto a su adaptación y como consecuencia su funcionalidad.<sup>15,16</sup> Se ha demostrado que el grado de dureza depende íntimamente del grado de expansión de endurecimiento, por lo tanto es importante evaluar dichos factores.

Por ello el objetivo del presente estudio de investigación fue comparar el grado de dureza de yeso piedra tipo IV de cuatro diferentes marcas y de esta forma determinar el yeso tipo IV que presente mayor grado de dureza.

El tipo de investigación fue de tipo cuantitativo, el diseño del estudio fue experimental, longitudinal, prospectivo y analítico.

Se obtuvo como resultados que la marca Zhermack® con 46.0 Vickers superó la dureza de las otras tres marcas; Fujirock® con 27.5 Vickers, Protechno® con 25.3 y NIC Stone® con 22.7.

Se concluyó que el yeso tipo IV de la marca Zhermack® presentó mayor grado de dureza, a comparación de los otros tipos de yesos.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

Mohammed O, et al.<sup>10</sup> (Irak, 2020) “Evaluación de los cambios dimensionales lineales y Dureza del producto de yeso / piedra tipo IV después de la Adición de nanopartículas de sílice”. Realizó un estudio con el objetivo de evaluar la estabilidad dimensional lineal y la dureza de la superficie del yeso dental tipo IV Zhermack® al agregar sílice de nanopartículas a él. Se prepararon 40 muestras de piedra tipo IV a partir de moldes de acero inoxidable para estabilidad dimensional y molde de plástico para la dureza, 20 de las cuales contenían nanopartículas de sílice (grupo de prueba) mientras que los otros 20 estaban sin ninguna adición (grupo control). Cada grupo se dividió en subgrupos que contienen 10 especímenes para cada uno con el fin de comparar la estabilidad dimensional y dureza de ellos. La dureza se probó con la prueba de dureza Vickers. Se obtuvo como resultados que la dureza media fue de 50,638 HV para el grupo control y 53,295 HV para el grupo de prueba. La diferencia fue significativa para cambios de dimensiones y muy significativos para la dureza. Se concluyó que la adición de nano partículas de sílice mejoró la dureza y redujo los cambios dimensionales lineales de la piedra tipo IV.

Carrillo S.<sup>11</sup> (Ecuador, 2018); “Determinación del grado de dureza y expansión de yesos dentales”. Realizó un estudio con el objetivo de determinar el grado de dureza y expansión de los yesos dentales tipo III y tipo IV y evaluar su correcto manejo para identificar su influencia en las propiedades físico mecánicas. La muestra estuvo constituido de 40 prototipos de yeso (tipo III y IV de la marca Silky Rock®), dividiéndose en dos grupos de 20 prototipos: “Grupo A” (mezcla manual) y “Grupo B” (mezcla mecánica). Dentro de cada subgrupo se fabricó dos formas de prototipos: uno rectangular para realizar las pruebas de expansión y dureza y un cilíndrico para la prueba de resistencia a la compresión. Los 20 prototipos rectangulares fueron sometidos a prueba de expansión con micrómetro digital, y se sometieron a prueba de dureza con microdurómetro. Se concluye que el yeso Tipo IV posee mayor resistencia a la compresión (35 MPa) y dureza (76,32 knoop), la mezcla manual proporciona mayor dureza, mientras la expansión es menor con mezcla mecánica. Se concluyó que las proporciones indicadas por el fabricante brindan un equilibrio con respecto a las propiedades analizadas en la investigación.

Cruzado FH.<sup>12</sup> (Trujillo, Perú, 2018); “Comparación in vitro de la dureza, resistencia a compresión y estabilidad dimensional de los yesos dentales tipo IV de comercialización nacional.” El estudio fue de tipo



descriptivo, comparativo observacional y de corte transversal. Tuvo como propósito determinar y comparar la dureza, resistencia a la compresión y estabilidad dimensional de los yesos tipo IV de mayor comercialización, utilizándose ocho diferentes marcas de yeso. La dureza se evaluó con el durómetro universal Identec, realizando tres identificaciones en cada muestra. Los resultados obtenidos de dureza de los yesos dentales no alcanzaron los estándares promedios que establece la ADA. La dureza de los yesos dentales tipo IV fueron, Fuji Rock® de 82.83 RHL, Zhermack® 80.43 RHL, Protechno® 68.69 RHL, Nic Stone® de 68.68 RHL. Al comparar la dureza de los yesos dentales tipo IV se encontró que Fuji Rock tiene mayor grado de dureza que Zhermack® y que todos los tipos de yeso que se evaluaron, sin embargo Nic Stone® y Protechno® poseen menor grado de dureza pero no difieren entre ellos pero si con los demás.

Arroyave P.<sup>13</sup> (Guatemala, 2017) “Diferencia en propiedades físico-mecánicas del yeso piedra tipo III y yeso piedra mejorado tipo IV de uso odontológico, al mezclar con agua destilada o agua de cañería” este trabajo tuvo como objetivo evaluar la diferencia en propiedades físico-mecánicas del yeso piedra tipo III y yeso piedra mejorado tipo IV de uso odontológico, al mezclar con agua destilada o con agua de cañería y evaluar la resistencia a la compresión. Se utilizó una muestra no probabilística por conveniencia de 60 cilindros de yeso. Los resultados indicaron que no existe diferencia significativa cuando se compara la

resistencia a la compresión en ambos tipo de yeso empleando agua desmineralizada y agua de cañería. Sin embargo fue evidente clínicamente que los cilindros tanto del yeso Piedra tipo III como el Piedra Mejorado Tipo IV, presentaron mayor resistencia a la compresión al emplear agua desmineralizada. Se concluye que el yeso tipo IV presenta mayor resistencia a la compresión con la utilización de agua desmineralizada.

Diaz P, et al.<sup>14</sup> (España, 2016) “Estudio experimental sobre manipulación y dureza de los productos derivados del yeso usados en odontología” Este trabajo tuvo como objetivo analizar la influencia de la manipulación (vacío mecánico / manual y agua corriente / agua bidestilada) en las propiedades mecánicas (dureza superficial), para evaluar su relevancia en el trabajo protésico. Para la realización del trabajo se dispuso de muestras de los productos derivados del yeso empleados en la confección de modelos: tipos III, IV, IV mejorado con resina y V; en un molde cuadrangular con forma de un ladrillo pequeño. Se encontró que la mezcla mecánica al vacío reduce discretamente (14,67%) la dureza del yeso tipo III. La calidad del agua, por su parte, tiene un efecto nulo sobre esta propiedad física. Los yesos tipo IV mejorado con resina que presentaron la mayor dureza fueron: Diamant (815,46 MPa) y Kimberlit (764,3 MPa). Los datos permiten afirmar que la dureza del yeso es un fenómeno físico que se ve levemente afectado por la manipulación del material y que la evolución

del material permite incrementar sus valores de dureza en situaciones clínicas reales.

Diaz P.<sup>15</sup> (España, 2015); “Influencia del yeso sobre sus propiedades físico – mecánico”. Realizó un estudio con el objetivo de evaluar la influencia que presenta la manipulación del yeso sobre las propiedades físicas y mecánicas del yeso tipo IV, y determinar que marca comercial de yeso tipo IV presenta mayor grado de dureza y menor grado de expansión. Las muestras estuvieron constituidas por 500 g de diferentes marcas comerciales del yeso tipo IV tales como: Diamant®, Elite Base®, Velmix®, Flu Stone®, Fujirock®, Noritake®, Prima Rock®, Suprastone®, Ventura Pinkmod®, Ventura Super-Die Rock®. Se determinó que la mezcla mecánica al vacío reduce al 50% la expansión de fraguado, sin embargo no hay mayor dureza. La calidad del agua, por su parte, tiene un efecto nulo tanto sobre la expansión como sobre la dureza. El 25.8 % de todas las marcas de yeso tipo IV que fueron analizados cumplen los criterios de expansión y presentan un 58% en cuanto a la resistencia a la compresión. Se concluye que la expansión de fraguado se ve más afectado por la manipulación que los parámetros mecánicos (dureza). El yeso de la marca Ventura Super-Die Rock® seguido de la marca FujiRock® presentaron menor grado de expansión (0,3%) y por lo tanto mayor grado de dureza.

Silva MA, et al.<sup>16</sup> (Brasil, 2012); “Cambio dimensional lineal, resistencia a la compresión y reproducción de detalles en piedra dental tipo IV secada a temperatura ambiente y en horno de microondas”. Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la influencia de las técnicas de secado a temperatura ambiente y microondas en el cambio dimensional lineal, la resistencia a la compresión y la reproducción de detalles en yesos dentales tipo IV. La muestra estuvo constituida por 40 muestras. Fueron seleccionados tres marcas de piedra dental tipo IV; Elite Rock®, Shera Premium® y Durone IV®. Los valores detallados de reproducción se informaron en porcentajes. Los resultados obtenidos indicaron que, para la prueba de resistencia a la compresión, Elite Rock® presentó una resistencia a la compresión de 45.72 MPa, Durone IV® presentó 34.23 MPa, y Shera Premium® presentó 43.18 MPa. Concluyeron que el secado en horno de microondas de piedra dental mostró un cambio dimensional lineal similar al secado a temperatura ambiente durante 24 horas y 7 días. La resistencia a la compresión de la piedra secada en el horno microondas fue similar a la de la temperatura ambiente durante 24 horas, con la excepción de Elite Rock® que presentó mayor resistencia a la compresión.

Proaño E.<sup>17</sup> (Ecuador, 2011); “Estabilidad dimensional y grado de dureza de yeso tipo IV”. Realizó un estudio in vitro para evaluar la estabilidad dimensional, fidelidad de copiado y el grado de dureza de acuerdo al uso de cuatro siliconas de adición en combinación con dos

diferentes marcas comerciales de yeso tipo IV. Se dividió en grupos y la marca de los yesos fueron: Silky Rock® y Resin Rock®. Se cumplieron los estándares en cuanto a la relación polvo líquido de cada yeso, el método del vaciado, el tiempo de fraguado. Se obtuvo como resultados de los 8 grupos estudiados tan solo uno supero el 99% de eficacia de copiado siendo la silicona HidroXtreme y el yeso tipo IV Silky Rock® en donde los modelos obtenidos presentaron mayor fidelidad de copiado, mayor estabilidad y mayor grado de dureza.

## **2.2.Bases teóricas de la investigación**

Para el éxito protésico, además del procedimiento de la preparación dentaria y tejidos blandos, se debe conocer y cumplir con las propiedades y principios biológicos, mecánicos y estructurales, que incluye desde el correcto diagnóstico y plan de tratamiento seguido del tratamiento en sí. Esto compete desde la selección apropiada de un material de impresión hasta lograr un modelo que registre fielmente todas las estructuras incluyendo las piezas dentarias con sus respectivas preparaciones hasta los tejidos blandos; es muy importante lograr un correcto registro para lograr dichas propiedades y principios.<sup>8</sup> Mediante la impresión definitiva que se obtiene se tendrá el modelo de estudio y de trabajo, la cual el laboratorista realizará los trabajos respectivos. En caso que presente alguna alteración dimensional, por ende se afecta el trabajo final.<sup>8</sup>

### **2.2.1 Factores que determinan la desadaptación de la prótesis y la microfiltración**

La estabilidad dimensional es una propiedad necesaria que deben cumplir algunos materiales, los cuales al estar expuestos a cambio de temperatura y humedad, no deben perder la forma y mantener su dimensión original.<sup>8,18</sup> Por lo tanto para obtener un registro exacto, tanto dental y mucosos de la boca, se requiere de un material que reúna dichas características. La Asociación Dental Americana (ADA)

especifica que un material tanto de impresión como de vaciado debe presentar detalles de 20 µm o menos para ser considerado aceptable.<sup>19</sup> Hay materiales por excelencia que se encargan de copiar el registro exacto de la zona que se quiere trabajar, y este material es el yeso, eligiendo el tipo que cumpla con los requisitos fundamentales de la confección protésica, que está en relación de cumplir con las propiedades físico - mecánicas tales como mejor estabilidad dimensional, resistencia, dureza ya que de esto va a depender el éxito de la prótesis,<sup>7,18</sup> de lo contrario la confección final protésica fracasará, generando desadaptación de la prótesis; y en el caso de una prótesis fija ocasionará microfiltraciones a nivel marginal, retención de placa o incluso caries recidivante e inflamación gingival.<sup>8</sup>

### **2.2.2 Yesos Dentales**

El yeso o sulfato de calcio dihidratado en la actualidad es uno de los materiales más utilizados en el área de la odontología, protodoncia y laboratorio dental.<sup>2</sup>

### **2.2.3 Clasificación de yesos en odontología (yeso tipo I – V)**

La Asociación dental Americana clasifica los yesos en:

a) Yeso Tipo I: Es el tipo de yeso que se utiliza para el vaciado de modelos de diagnóstico, sin embargo por sus compuestos para fraguado hacen que presente un mayor grado de expansión que los otros tipos de

yesos; por lo tanto actualmente está en desuso.<sup>1,19</sup> Más conocido comercialmente como yeso parís.

b) Yeso Tipo II: Es el tipo de yeso para el vaciado de modelos, se usa también para el montaje de modelos en los articuladores, enmuflados en prótesis removibles y prótesis total,<sup>2</sup> y algunos otros procesos de laboratorio, como elaboración de modelos preliminares en prótesis total, en los cuales se utilizaban compuestos de modelar como material de impresión; como también para troqueles y zócalos.<sup>1</sup>

c) Yeso Tipo III: O yeso piedra, que se utiliza en la confección de modelos primarios.<sup>18</sup> Se utiliza comúnmente en prótesis total, prótesis removible, y ortodoncia. Presentan una resistencia a la compresión de hasta 350 kg/cm.<sup>1</sup>

d) Yeso Tipo IV: o yeso piedra de alta resistencia, dureza y baja expansión.<sup>19</sup> Se utiliza para la fabricación de troqueles de trabajo en prótesis fija.<sup>1</sup>

e) Yeso Tipo V: o yeso piedra de alta resistencia mejorado.<sup>1</sup> Presenta los mismos usos que el yeso tipo IV, pero se diferencian por su alta expansión de fraguado, necesaria para compensar la contracción de cristalización de las aleaciones de alto punto de fusión o de algún otro material que se contraiga.<sup>1</sup>



### 2.2.3.1 Características de los yesos

#### 2.2.3.1.1. Composición del yeso

El yeso para propósitos dentales se compone químicamente por la calcinación del sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) obteniendo sulfato de cálcico hemihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ).<sup>10,18,19</sup>

El proceso del yeso es mediante una deshidratación por la calcinación a altas temperaturas que van de 110 a 140° C.<sup>18</sup> para así poder eliminar parte del agua de cristalización, que es la cantidad de agua necesaria para convertir el sulfato de calcio dihidratado en sulfato de calcio hemihidratado.<sup>18,19</sup> Posterior a ello se realiza la trituración en donde se reduce la piedra a un tamaño de 4 a 5 cm y finalmente es llevado a un molino.<sup>10,19</sup>

#### 2.2.3.1.2 Proporción polvo – líquido

Cada tipo de yeso presenta una proporción diferente de mezcla, para lo cual se debe dividir el volumen del agua entre el peso del yeso. Esto va a depender del tipo de yeso y de la marca comercial, en el caso de los yesos tipo IV la relación polvo – líquido más frecuente es 20 ml de agua y 100 gr de polvo.<sup>1</sup>

#### 2.2.3.1.3 Resistencia

La resistencia se evalúa en función al mezclado del polvo y el agua y se clasifican:

- a) Resistencia húmeda, es cuando el agua que se necesita que se absorba el hemihidrato, quedándose en el modelo de ensayo.<sup>2</sup>
- b) Resistencia seca, en este caso es cuando el modelo de estudio no presenta la presencia de agua y la porosidad es el determinante del producto final.

A pesar que algunos tipos de yeso tienen a presentar mayor resistencia a una compresión, el yeso piedra presenta la capacidad de resistencia a la compresión de hasta 500 kg/cm<sup>2</sup>.<sup>1,2</sup>

#### 2.2.3.1.4 Tiempo de expansión

Todos los tipos de yesos presentan expansión al fraguado con diferentes grados, esto va a depender mucho de la relación polvo líquido, la mezcla y temperatura ideal.<sup>11,12</sup> Se considera que la expansión del yeso piedra no puede ser controlada, sin embargo presentan menor grado de expansión, que incluso han llegado al 0,3% de expansión.<sup>2</sup>

#### 2.2.3.1.5 Tiempo de fraguado – Tiempo cristalización

Cada tipo de yeso y cada marca comercial presenta su tiempo de fraguado – cristalización y el tiempo de trabajo. Esto está en relación con la relación polvo – líquido que se haya utilizado. Por ejemplo si hay una mezcla más baja en agua y más concentrada en el polvo, el tiempo de fraguado será menor, esto se debe a que el centro en

dónde se da la nucleación están agrupados pero con un volumen disminuido,<sup>2</sup> ya que la mezcla será espesa y de esta forma la ampliación y la resistencia aumenta.<sup>1,18</sup>

Por lo tanto se deben seguir las indicaciones del fabricante y realizar el correcto manejo de las proporciones y manipulación del yeso para evitar cambios en sus propiedades físicas-mecánicas.<sup>17</sup>

#### 2.2.3.1.6 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas del yeso tipo IV son las siguientes:

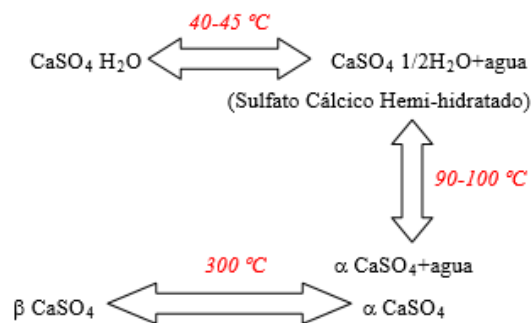
- El tiempo de fraguado es de 12 a 16 minutos.<sup>5</sup>
- Tamizado de partículas en tamiz #100: pasan 98% mínimo.
- Tamizado de partículas en tamiz #200: pasan 90% mínimo.
- Expansión de fraguado al cabo de 2 horas (%): Mínima: 0.00  
Máxima: 0.10.
- Resistencia a la compresión al cabo de 1 hora (MPa): 34.3 mínimo.<sup>5</sup>

Tipo de Yeso	Fuerza Compresiva	
	MPa	
	Min	Max
Yeso Tipo I	4,0	8,0
Yeso Tipo II	9,0	-
Yeso Tipo III	20,0	-
Yeso Tipo IV	35,0	-
Yeso Tipo VI	35,0	-

Figura 1: Configuración de la fuerza de compresión.<sup>10</sup>

### 2.2.3.1.7 Composición química del yeso

El yeso es el resultado de la calcinación del gypsum que es un mineral a base de sulfato de calcio que se obtiene de las minas o reservas naturales, este material que recibe también el nombre de piedra caliza por encontrarse expuesto al medio ambiente por acción de las lluvias se ha humedecido.<sup>7</sup> Para su industrialización el Gypsum primero se tritura y luego se somete a una calcinación que oscila entre 110 °C a 120°C, con este procedimiento va a perder un porcentaje de agua en cuanto a su cristalización, dando lugar a la formación de sulfato de calcio hemihidratado.<sup>7</sup> Luego se mezcla con agua, fraguará y el resultado es una piedra que químicamente sería sulfato de Calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).<sup>1, 18</sup>



*Figura a. Composición química del yeso piedra mientras va incrementando su temperatura.*

Fig.2

### 2.2.3.1.8 Estabilidad dimensional

El registro exacto del modelo es importante para lograr una precisión del producto final. Esto va a depender de la expansión de fraguado.<sup>1,13,14</sup>

### 2.2.3.1.9 Grado de dureza

Este tipo de yeso es el que presenta menos grado de expansión y cambios dimensionales, por lo tanto es el tipo de yeso que presenta mayor grado de dureza a comparación de los demás tipos de yeso, lo que hace que sea el ideal para confección de prótesis totales, removibles y fijas.<sup>18</sup>

El valor de dureza de un yeso tipo IV según ADA en su especificación N°25 es 92 Rockwell (L).<sup>19</sup>

<b>Dureza Knoop y rugosidad superficial de diversos materiales para troqueles</b>		
<b>Material para Troqueles</b>	<b>Dureza de Knoop (kg/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Rugosidad superficial (micopulgadas)</b>
<b>Cemento piedra de gran resistencia</b>	77	16,0
<b>Cemento piedra de gran resistencia con endurecedor</b>	79	11,0
<b>Plata electrochampada</b>	128	2,4
<b>Cobre electrochampado</b>	134	1,2

Figura 3: Dureza knoop y rugosidad superficial de diversos materiales para troqueles.<sup>10</sup>

### 2.2.3.1.10 Grado de resistencia

El yeso debe permitir su manipulación sin sufrir daño alguno. O lo que es lo mismo, debe conseguir valores elevados de Dureza/Resistencia a la Compresión.<sup>1</sup>

#### 2.2.3.1.11 Cambios dimensionales

Los cambios dimensionales están relacionados al grado de expansión, grado de dureza y grado de resistencia, lo cual es el único tipo de yeso que presenta mejores resultados ante estos puntos importantes, lo que hace cumplir las expectativas para la confección de prótesis en general.<sup>13,19</sup>

#### 2.2.3.1.12 Grado de expansión

A comparación de otros tipos de yesos, es el único tipo de yeso que su nivel de expansión es máximo 0,10%,<sup>3</sup> y su mínima expansión es de 0.3%,<sup>2</sup> por lo cual es el material de elección en la confección de prótesis fijas, de la misma forma presenta gran dureza.<sup>18</sup>

### **2.2.4 Yeso piedra tipo IV**

Este es el tipo de yeso ideal en las confecciones protésicas tales como las prótesis totales, prótesis parciales y prótesis fija. Cuenta con principios importantes para dichas confecciones tales como la resistencia, la dureza, resistencia a la abrasión y una mínima expansión de fraguado.<sup>3,18</sup> Su composición se da por la presencia del hemihidrato conocido como tipo alfa o tipo densita,<sup>3</sup> en dónde se caracterizan porque sus partículas presentan una forma cuboidal, así de esta forma se permitirá su compactación al máximo cuando se mezcle y el yeso

fragüe.<sup>3</sup> Su nivel de expansión es máximo 0,10%,<sup>3</sup> sin embargo según la marca comercial, algunos yesos han llegado hasta 0,3% de expansión.<sup>2</sup> Por lo tanto se considera el material de primera elección en preparaciones protésicas por su propiedad de dureza permitiendo al técnico dental poder confeccionar el encerado, las estructuras metálicas y la porcelana en caso de prótesis fijas como también las correctas extensiones del acrílico en cuanto a las prótesis parciales y totales.<sup>11,18,19</sup> Según estudios tiene un 92% de dureza según la medición de Rockwell en donde supera al yeso tipo III.<sup>3</sup>

#### 2.2.4.1 Método para evaluar dureza

##### a. Durómetro de Vickers

Se denomina ensayo universal, lo cual se considera una forma para poder medir la dureza de algún material. Se caracteriza por tener una carga que va desde los 5 a los 125 kilopondios. Presenta un penetrador que tiene la forma de una pirámide constituida por diamante con una angulación de  $136^{\circ}$ .<sup>5,19</sup>

Se emplea para láminas delgadas hasta 0,15 mm, y no se lee directamente en la máquina. Para determinar el número de dureza en el caso para medir la resistencia y dureza de

los yesos dentales se aplica la siguiente fórmula:

$$HV=1.8544 \frac{P}{d^2}$$

Dónde:

HV: Numero de Dureza de Vickers.

P: Carga aplicada (Kgf o N)

d: Diagonal promedio de la huella (mm)

$\alpha$ : Angulo entre caras del indentador (136°)



### **III. Hipótesis**

Sí existe diferencia del grado de dureza del yeso tipo IV entre las marcas comerciales: Zhermack®, Protechno®, Fujirock® y Nic Stone®.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. Tipo de investigación

Cuantitativo: Porque el estudio hizo uso de la estadística. <sup>23</sup>

### 4.2. Diseño de Investigación

- Analítico: Porque en el estudio hubo asociación entre las variables y en el presente estudio se comprobó la hipótesis. <sup>23</sup>
- Prospectivo: Porque el estudio se aplicó hasta determinar o no la aparición del efecto. <sup>23</sup>
- Experimental: Porque en el presente estudio el investigador manipulo el factor de estudio. <sup>23</sup>

### 4.3. Población y muestra

Muestra:

Para determinar el tamaño de muestra se hizo uso de la siguiente

fórmula:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 * 2S^2}{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}$$

Dónde:

$Z_{\alpha/2} = 1.96$  Valor normal para un  $\alpha = 0.05$  (nivel de significancia)

$Z_{\beta} = 0.84$  Valor normal para un  $\beta = 0.20$  (80%)

$S = 0.9 (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$  asumido por no estar definidos los parámetros a estudiar.

Reemplazando:

$$n = 2.8^2 \times 2 \times 0.9 \times 0.9 = 12.70 = 13$$

$$n = 13 \text{ repeticiones}$$

Luego la muestra para este estudio se trabajó con 13 repeticiones de cada marca haciendo un total de 52 muestras.

- Criterios de Inclusión
  - El paquete del yeso tipo IV debe tener las especificaciones de su preparación.
  - Empaquetamiento hermético del yeso.
- Criterios de Exclusión
  - Yesos que su fecha de vencimiento haya expirado.
  - Yesos que no presenten fecha de vencimiento.

#### 4.4. Definición y operacionalización de variables.

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR FINAL</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>ESCALA</b>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>						
GRADO DE DUREZA	El grado de dureza superficial de los yesos dentales depende directamente de la resistencia a la compresión. <sup>20</sup>	El grado de dureza se determinará mediante el durómetro de vickers equivalente a kg/mm <sup>2</sup> – Mpa.	Durómetro de Vickers.	HV	Numérica	De razón
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR FINAL</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>ESCALA</b>
MARCA DE YESO TIPO IV	Material que cumple un papel importante en la confección de las prótesis, a partir de esta impresión se copiará exactamente el registro dental que se ha tomado. <sup>10</sup>	Para el estudio se evaluará marcas de yeso tipo IV (Zhermack®, Fujirock®, Nic Stone® y Protechno®).	Rótulo comercial (marca)	- Zhermack®. - Fujirock®. - NIC Stone®. - Protechno®.	Cualitativa	Nominal

#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **4.4.1 Del instrumento de recolección de datos**

Las mediciones se registraron en una ficha de recolección de datos elaborada específicamente para la investigación. (Anexo 1)

##### **4.4.2 Del instrumento de medición**

Durómetro de Vickers - Equipo Universal Hardness Tester (Universidad Nacional de Trujillo, Laboratorio de Análisis Estructural y destructivos)

Calibración: Lid, IN45297N, 453.1 HV +/- 1.0 (Anexo 9)

##### **4.4.3 Protocolo de experimentación**

###### **4.4.3.1 DE LA PREPARACIÓN DEL YESO TIPO IV <sup>16</sup>**

- El operador se colocó guantes estériles para realizar el protocolo experimental.
- Se utilizó yeso tipo IV de cuatro marcas comerciales: Zhermack ®, Fujirock ®, NIC Stone ® y marca Protechno ®.
- Se utilizó una taza de goma, una espátula metálica rígida, agua destilada.
- Para el grupo A con el yeso tipo IV de la marca Zhermack ® se utilizó 20 ml de agua y 100 gr de polvo, en la mezcladora de yeso (Alghamix II) para la mezcla mecánica, se inició manualmente durante 15 segundos y posteriormente se vertió la masa en el mezclador que completa la misma por 30 segundos más. A continuación se vibró el contenido con el vibrador y siguiendo la misma mecánica, se vertió el

contenido en el molde (en el cual se obtuvo el bloque de yeso) obtenido con la ayuda del vibrador externo.<sup>1</sup> Su tiempo de fraguado fue de 5 min. y el fraguado de expansión fue de 9 min.<sup>24</sup>

- Para el grupo B con el yeso tipo IV de la marca Fujirock ® se utilizaron 20 ml de agua y 100 gr de yeso. Posteriormente se siguió el procedimiento antes mencionado. Su tiempo para la mezcla mecánica, se inició manualmente durante 15 segundos y posteriormente se vertió la masa en el mezclador que completa la misma hasta los 30 seg. A continuación se vibró el contenido con la ayuda de la vibradora y, al igual que antes, se vertió en el molde.<sup>1</sup> Su tiempo de fraguado fue de 5 minutos y el fraguado de expansión fue de 9 minutos.<sup>25</sup>
- Para el grupo C con el yeso tipo IV de la marca NIC Stone® se utilizó 23 ml de agua y 100 gr de polvo, posteriormente se siguió el procedimiento antes mencionado.<sup>1</sup> Su tiempo de fraguado y de expansión fue de 8 a 10 minutos.<sup>26</sup>
- Para el grupo D con el yeso tipo IV de la marca Protechno® se utilizó 25 ml de agua y 125 gr de polvo, posteriormente se siguió el procedimiento antes mencionado.<sup>1</sup> Su tiempo de fraguado fue de 8 – 15 minutos.<sup>27</sup>
- Se utilizó un vibrador automático de alta frecuencia y baja amplitud marca ElectroDent y un mezclador Alghamiz II de Zhermack®.
- El tiempo de endurecimiento total de todos los grupos de yeso fue de 1 hora, tiempo ideal para iniciar con las pruebas de ensayos.

#### **4.4.3.2 DE LA PREPARACIÓN DE BLOQUES DE YESO Y PROBETA<sup>16</sup>**

- Para la elaboración de las probetas se fabricó un molde de resina acrílica de 20mm x 40 mm.
- En la base del molde se colocó una platina de vidrio para realizar el vaciado.
- Estas probetas tuvieron una forma cilíndrica para medir la fuerza de Vickers. (Ver Anexo 8)
- Se realizaron 13 muestras en cada probeta de las cuatro marcas de yeso tipo IV.
- Una vez obtenidas las probetas de los yesos tipo IV de las cuatro marcas comerciales se removió el bloque de yeso manualmente retirándolas de la platina y ejerciendo ligera presión para desprenderlas del molde.
- Se hizo el pulido del molde con una lija de agua fina.
- Se rotularon cada probeta (bloques de yeso) para evitar errores de identificación entre ellas.
- Luego fueron medidas las dimensiones de cada probeta con el calibrador Identec Testing Machines Lid, IN45297N, 453.1 HV +/- 1.0 con la finalidad de poder hacer lectura de la huella dejada por el indentador.

#### **4.4.3.3 DE LA FORMACIÓN DE LOS GRUPOS DE YESO**

##### **TIPO IV DE DIFERENTES MARCAS COMERCIALES <sup>10</sup>**

- La población estuvo constituida por cuatro grupos, cada grupo tuvo 13 muestras de las cuatro marcas comerciales de yeso tipo IV.
- El grupo A estuvo formado por 13 muestras de yeso tipo IV marca Zhermack ®.
- El grupo B estuvo formado por 13 muestras de yeso tipo IV marca Fujirock ®.
- El grupo C estuvo formado por 13 muestras de yeso tipo IV marca NIC Stone ®.
- El grupo D estuvo formado por 13 muestras de yeso tipo IV marca Protechno ®.

#### **4.4.3.4 DE LA APLICACIÓN Y LECTURA DE LA**

##### **MICRODUREZA <sup>10,16</sup>**

El número de indentaciones por bloque fueron de cinco indentaciones, con el tipo de indentador regular length diamond

- Se procedió a realizar una pigmentación de cada probeta ya que al ser cuerpos opacos no se reflejan ante el microscopio, y ello es necesario para realizar la lectura.
- Todas las medidas y lectura de los ensayos efectuados desde la calibración del equipo hasta la toma de microdurezas para los diferentes tipos de yesos fueron realizados bajo la supervisión y dirección del Ing. Norberto Ñique Gutiérrez, reuniendo las condiciones



académicas requeridas por el solicitante para su investigación. (Anexo 6)

- Una vez las figuras rómbicas formadas en el microscopio se posicionó en dos diagonales: La primera diagonal a 0° y la segunda diagonal a 90°.
- La diagonal promedio se halló con la fórmula:

$$\frac{d_1 + d_2}{2} = \bar{d}$$

- Para hallar la fuerza Vickers se utilizó el Equipo Universal Hardness Tester mediante la fórmula :

$$HV = \frac{P(\text{aplicada})}{A(\text{huella})} = \frac{P}{d^2 / 2 \sin(\alpha/2)} = \frac{2P \sin \alpha/2}{d^2}$$

$$HV = 1.8544 \frac{P}{d^2}$$

- El durómetro de Vickers hizo una indentación con una punta rómbica de diamante y es el que dejó la huella para la lectura en el microscopio.

#### **4.5 Plan de análisis**

Para analizar la información se construyeron tablas de frecuencia de una entrada con sus valores absolutos, se determinó el promedio y desviación estándar y gráficos. Para determinar si existe diferencia del grado de dureza entre los yesos tipo IV de diferentes marcas comerciales, se empleó el análisis de varianza de un diseño completamente al azar, luego se hizo una prueba de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Duncan, ambas pruebas con un nivel de significancia del 5%

#### 4.6 . Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGIA	POBLACIÓN
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la influencia del tipo de marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia del tipo de marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el grado de dureza del yeso tipo IV marca Zhermack®.</li> <li>• Evaluar el grado de dureza del yeso tipo IV marca Fujirock®.</li> <li>• Evaluar el grado de dureza del yeso tipo IV marca NIC Stone®.</li> <li>• Evaluar el grado de dureza del yeso tipo IV marca Protechno®.</li> </ul>	<p>Si existe diferencia del grado de dureza del yeso tipo IV entre las 4 marcas comerciales. (Zhermack®, Fujirock®, Nic Stone®, Protechno®)</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigación de la tesis</b> Experimental</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Prospectivo, analítico y transversal.</p>	<p><b>Población:</b> La población estuvo constituida por probetas del yeso tipo IV. La muestra estuvo constituida por 52 muestras de cada una de las cuatro marcas comerciales de yeso odontológico tipo IV: Zhermack®, Fujirock®, Nic Stone®, Protechno®</p>

#### **4.7. Principios éticos**

Se realizó siguiendo los parámetros de bioseguridad del laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo. Al final del estudio se recolectaron todas las muestras y se procedió a la destrucción y desecho de todas las muestras de yeso,<sup>38</sup> sin embargo según la Norma Técnica de Salud: "Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo a nivel Nacional" considera que el yeso de uso dental no tiene ningún efecto tóxico ni nocivo en su empleo para el odontólogo.<sup>39</sup> A su vez se ha regido la investigación de acuerdo a las disposiciones y principios según el Código de Ética ULADECH que tiene como propósito la promoción del conocimiento y bien común expresada en principios y valores éticos que guían la investigación en la universidad.<sup>40</sup> Debe realizarse a cabo respetando la correspondiente normativa legal y los principios éticos definidos en el presente Código, y su mejora continua, en base a las experiencias que genere su aplicación o a la aparición de nuevas circunstancias. La aceptabilidad ética de un proyecto de investigación se guía por cinco principios éticos en cuanto se involucre a seres humanos o animales. Estos principios éticos tienen como base legal a nivel Internacional: el Código de Nuremberg, la Declaración de Helsinki y la declaración Universal sobre bioética y derechos humanos de la UNESCO. En el ámbito nacional se reconoce la legislación peruana para realizar trabajos de investigación.<sup>41</sup>

Se declaran que no existen conflictos de interés que pudieran afectar el curso del estudio o la comunicación de sus resultados.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados

**Tabla 1:** Influencia del tipo de marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza.

<i>Yeso tipo IV</i>	<i>N</i>	<i>Dureza Media (Vickers)</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Intervalo de confianza para la media al 95%</i>		<i>p*</i>
				<i>Límite inferior</i>	<i>Límite superior</i>	
Zhermack	13	46.00	2.20	44.67	47.33	0.001
NIC stone	13	22.77	1.57	21.81	23.72	
Fujirock	13	27.51	1.99	26.29	28.72	
Protechno	13	25.34	2.35	23.92	26.76	

**Fuente:** Elaboración del autor

\*Prueba ANOVA nivel de significancia del 5%.

### INTERPRETACIÓN:

En la tabla 1, según la prueba ANOVA, ( $p = 0.001 < 0.05$ ), podemos indicar que sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro tipos de marcas comerciales de yeso tipo IV (Zhermack®, Nic stone®, Fujirock®, Protechno®), sobre su grado de dureza.

**Tabla 2:** Comparación del grado de dureza según el tipo de marca comercial de yesos tipo IV

<b>Duncan</b>					
<b>Yeso tipo IV</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa = 0.05</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
NIC stone	13	22.769			
Protechno	13		25.338		
Fujirock	13			27.508	
Zhermack	13				46.00
<b>Sig.</b>		1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

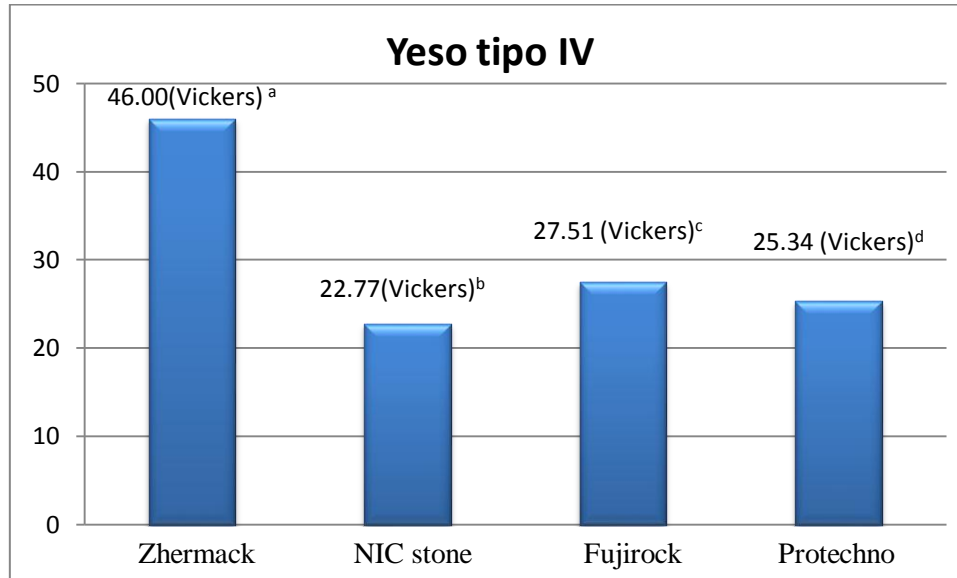
**Fuente:** Elaboración del autor.

\*Prueba post hoc: Test de DUNCAN.

### **INTERPRETACIÓN:**

Según la prueba de Duncan, existe diferencia en el grado de dureza entre cada una de las marcas de yeso tipo IV. La marca que presentó el mayor grado de dureza fue la marca Zhermack®, seguida por la marca Fujirock® y la marca Protechno®, respectivamente. La marca que presentó el menor grado de dureza fue la marca NIC Stone®.

**Gráfico 1:** Evaluación de la influencia del tipo de marca comercial de yesos tipo IV sobre su grado de dureza.



**Fuente:** Elaboración con datos obtenidos de la tabla 1  
Letras diferentes indican, diferencias estadísticamente significativa  $p < 0.5$

### **INTERPRETACIÓN:**

Del gráfico 1, podemos indicar que la marca comercial Zhermack® presenta el mayor grado de dureza con un promedio de 46.0, seguido de la marca Fujirock® con un grado de dureza en promedio de 27.51; luego la marca Protechno® con un grado de dureza en promedio de 25.34, y por último la marca NIC stone® con un grado de dureza en promedio de 22.77

## 5.2. Análisis de resultados

La microdureza viene a ser un fenómeno importante, ya que diferentes estudios determinan que de ello depende el éxito en un tratamiento protésico, por ello lo esperado es cumplir principios biológicos y estructurales que vienen a ser la obtención de la precisión de los tejidos dentales y mucosos.<sup>1,2</sup> Dichos principios son la rehabilitación tanto de tejidos duros como blandos, de esta manera se preservan los tejidos remanentes.<sup>3,4</sup> Sin embargo, los resultados finales se ven afectados por los medios en las que se confecciona una prótesis que son el proceso de impresión y vaceado de los modelos.<sup>6</sup> Por lo tanto es importante que el yeso posea alta precisión, de otro modo por consecuencia generará la desadaptación de la prótesis y en el caso de una prótesis fija causará la filtración marginal.<sup>7,8</sup>

Los resultados de la presente investigación, demostraron la influencia de la marca comercial en el grado de dureza de yesos tipo IV; la marca Zhermack® con 46.0 Vickers superó la dureza de las otras tres marcas; Fujirock® con 27.5 Vickers, Protechno® con 25.3 y NIC Stone® con 22.7. Este resultado concuerda con Mohammed O, et al.<sup>10</sup> el cual destaca la dureza del yeso Tipo IV de la marca Zhermack, por otro lado demuestra que con la adición de nanopartículas de sílice conlleva a disminuir los cambios dimensionales lineales del yeso Tipo IV y de esta manera aumentando significativamente su dureza, esto se atribuye a que las nanopartículas de sílice pueden ingresar al espacio interno entre las



partículas de la piedra dental y ocupar los vacíos presentes liberando burbujas de aire.

Sin embargo los hallazgos del presente estudio discrepa con los encontrados por Cruzado FH,<sup>11</sup> que determinó que Fuji Rock® presentó mayor dureza a diferencia de Zhermack®, Protechno® y Nic Stone®; al igual que el estudio de Diaz P,<sup>15</sup> encuentra la marca mencionada presenta mayor grado de dureza sin embargo en el presente estudio se encuentra en el segundo lugar de grado de dureza.

Para explicar este fenómeno, la humedad ambiental afecta a los productos del yeso, especialmente cuando se supera el 70% de humedad, nivel en el cual el yeso incorpora vapor de agua para dar inicio al proceso de fraguado.<sup>11</sup>

Probablemente las diferencias de los resultados obtenidos es consecuencia que durante la mezcla del yeso con el agua, en su interior de éste se produce un incremento de la presión de los cristales de yeso y la formación de huecos microscópicos entre los mismos durante su crecimiento, a partir de una solución sobresaturada. Tal expansión ocurre en todas las direcciones. El crecimiento de los cristales a partir de los núcleos al efecto y su entrecruzamiento, obstruye el crecimiento de cristales adyacentes. Cuando miles de cristales repiten este proceso, se crea una tensión hacia el exterior o tensiones internas que dan lugar a la expansión de toda la masa. Por lo tanto, la estructura obtenida inmediatamente después del fraguado está formada por cristales engranados entre los que existen poros y microporos que contienen el

exceso de agua necesaria para la mezcla. Al secarse ésta, el espacio vacío aumenta.<sup>11</sup>

Diaz P, et al.<sup>14</sup> aduce que la mayor dureza de la marca Zhermack® con nombre comercial “Elite Dental Stones”, se debe al método de tamizaje mediante el cual filtra partículas de diámetro menor a 600 µm lo que asegura la obtención de partículas más finas, que al ser empleadas eliminan en gran porcentaje la cantidad de cavidades porosas o espacios vacíos en donde se almacena aire del exterior, aportando así una mayor dureza al ser más compacto.<sup>1,3</sup> Razón por la cual supera a los demás yesos empleados en el estudio.

Tameem K, et al.<sup>29</sup> afirma que, la combinación de procesos cuidadosos desde la eliminación de las dos moléculas de agua o dihidrato mediante secado, hasta el proceso de pulverización y tamizaje resultan en un producto con calidad superior, caracterizada por presentar resistencia a la abrasión, mínimo grado de expansión, fácil manipulación para el vaciado y resistencia a la compresión.<sup>2</sup>

Así mismo, cumple con los principios mecánicos tales como: la retención, la estabilidad, el buen soporte, pasividad y solidez estructural,<sup>4</sup> características necesarias para lograr el éxito en el tratamiento protésico. No se descarta la posibilidad de que puedan existir protocolos internos de control y aseguramiento de la calidad diseñados en la empresa que impliquen la adición de aditivos o estabilizantes químicos para contribuir a una dureza superior. Sin

embargo, de ser así estos compuestos quedarían a discreción de la empresa, siendo muy difíciles de detallar o especificar.<sup>2,3</sup> En comparación con la normativa y estándar público ANSI/ADA<sup>5</sup> (American National Standards Institute/American Dental Association) que en su especificación N° 25 (Norma ISO 6873) establece las principales características de aceptación y valores en el control de calidad para que el producto salga al mercado, en concreto para el yeso tipo IV un valor máximo aceptable de 0.15 % para un rango de expansión lo que asegura reproducir exactamente los detalles de la impresión , un fraguado rápido pero que dé tiempo a su manipulación con un valor entre 2.5 a 5 minutos como máximo permitido, además de tener una resistencia adecuada para el trabajo destinado, en este caso una fuerza de compresión mínima de 35.0 MPa, siendo este último parámetro independiente de la microdureza<sup>5,6</sup>

Al comparar la microdureza media entre las marcas de yeso, se observa una marcada dispersión en los valores, desde el más alto con 46.0 Vickers hasta la dureza más baja con 22.7 Vickers, esto es debido a que las marcas comerciales estudiadas no tienen un parámetro estándar de dureza especificado por la ANSI/ADA ya que en concreto la normativa le pone mayor énfasis a la exactitud para reproducir los detalles de la impresión en comparación con la dureza; es aquí donde cada empresa opta por agregar compuestos capaces de aumentar la dureza del yeso, al no ser un parámetro estipulado para salir al mercado, estos compuestos

pueden variar. De Paula Pereira, et al.<sup>32</sup> afirma que, la composición química exacta del yeso es un secreto industrial, es por esto que no se encontraron datos precisos para las marcas Protechno® y Fujirock®, a pesar de esto en el caso de Zhermack® con nombre comercial “Elite Dental Stones” una investigación realizada por Ramírez D.<sup>7</sup> determinó que este se compone de Sulfato de calcio, Sulfato de potasio y Citrato de sodio en donde estas dos sales actuarían a nivel microscópico capturando las moléculas de agua residuales después de la preparación, causando como consecuencia una mayor microdureza. En cuanto a la marca NIC Stone®, una investigación realizada por Yakovlev G, et al.<sup>34</sup> indica que se usan aditivos como solventes de resina pulverizados con los que se reduce la cantidad de agua necesaria para la preparación del yeso. Sin embargo, esto no implica que las moléculas de agua puedan ser capturadas en diferentes zonas a nivel microscópico como en el caso anterior, por lo que esto explicaría la diferencia abismal de microdureza entre estas dos marcas (Zhermack® y Nic Stone®), y una igualdad entre Fuji Rock® y Protechno®.

Una limitación de éste estudio fue poder identificar las marcas de los yesos del mercado peruano y relacionarlo con las marcas extranjeras, ya que es posible que algunas sean las mismas pero con diferente nombre.

## **VI. CONCLUSIONES**

El tipo de marca comercial influye en la dureza del yeso IV, al comparar las diferentes marcas Zhermack®, Fujirock®, Nic Stone® y Protechno®.

El yeso tipo IV Zhermack® presentó el mayor grado de dureza, seguido por Fujirock®, luego Protechno®, siendo el yeso de la marca Nic Stone®, el que presentó el menor grado de dureza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ecurra D, Balarezo A, Zamudio E. Rehabilitation of the edentulous patient with the art all on four implant-supported prostheses by: Case report. Rev Estomatol Herediana. 2014 Ene-Mar;24(1):36-41. Disponible en: <file:///D:/semi-hardisck/2114-4257-1-PB.pdf>
2. Murata H, Hong G, Li YA, Hamada T. Compatibility of tissue conditioners and dental stones: Effect on surface roughness. J Prosthet Dent 2005;93:274-81. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15775929>
3. Duymus ZY, Yanikoglu N, Yilmaz B. Influence of impression materials on choice of dental stone and improved dental stone. Mat Research Innov 2010;14(9):289-292. Disponible en: [https://issuu.com/peldano/docs/gaceta-dental\\_285/150](https://issuu.com/peldano/docs/gaceta-dental_285/150)
4. Li-Hong He, Ludwig Jansen V, Planitz N, Swain N. A micro-mechanical evaluation of the effects of die hardener on die stone. Dent Mater J 2010;29(4):433-3. Disponible en: <http://docplayer.net/56324756-Book-of-abstracts-ceec-tac2-2-nd-central-and-eastern-european-conference-on-thermal-analysis-and-calorimetry-august-2013-vilnius-lithuania.html>

5. Castro E, Matta C, Rivera Álvarez E, Camere A. Using a passive master model for the preparation of implant-supported full-arch prosthesis. A case report. Rev Estomatol Herediana. 2014 Jul-Set;24(3):186-193. Disponible en: <file:///D:/semi-hardisck/2136-4345-1-PB.pdf>
  
6. Ortega R. Análisis del ajuste marginal y el ajuste interno en sistemas CAD-CAM de óxido de circonio. [Tesis] España: Madrid; 2013. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/20043/>
  
7. Ramírez D. Comparación in vitro de la Alteración Dimensional del modelo definitivo según el tiempo de vaciado de la silicona por condensación. [Tesis].Perú:Lima; 2014.Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/528142/Tesis+Ram%EDrez+Necochea.pdf;jsessionid=FC5DA691F47A89C2512BBC3C60D35D97?sequence=1>
  
8. Macchi R. Materiales dentales. 3ª Ed. Buenos Aires-Argentina: Editorial Panamericana; 2007, pp 241-250.
  
9. Rupp F, Gerstorfer J. Hydrophilicity of unset and set elastomeric impression materials. The International Journal of Prosthodontics. 2010; 23: 552-554. Disponible en: <https://europepmc.org/abstract/med/21209992>

10. Mohammed O, Mohammad A, Mahdi R. Evaluation the Linear Dimensional Changes and Hardness of Gypsum Product / Stone Type IV after Adding Silica Nanoparticles. Nano Biomed. Eng., 2020, 12(3): 227-231. Disponible en: [http://nanobe.org/Assets/userfiles/sys\\_eb538c1c-65ff-4e82-8e6a-a1ef01127fed/files/12\(3\)\\_p227-231%20\(Ola%20Mohammed%20Aljubori\).pdf](http://nanobe.org/Assets/userfiles/sys_eb538c1c-65ff-4e82-8e6a-a1ef01127fed/files/12(3)_p227-231%20(Ola%20Mohammed%20Aljubori).pdf)
11. Carillo S. Estudio in vitro sobre la manipulación y propiedades físico-mecánicas del yeso tipo III y IV utilizado en odontología. [Tesis]. Ecuador: Quito; 2018. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-UCE-0015-893-2018%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-UCE-0015-893-2018%20(1).pdf)
12. Cruzado FH. Comparación in vitro de la dureza, resistencia a compresión y estabilidad dimensional de los yesos dentales tipo IV de comercialización nacional. [Tesis]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2018. Disponible en: [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10682/T004\\_41423975\\_DR.%20CRUZADO%2C%20PROTEJIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10682/T004_41423975_DR.%20CRUZADO%2C%20PROTEJIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
13. Arroyave P. Diferencia en propiedades físico-mecánicas del yeso piedra tipo III y yeso piedra mejorado tipo IV de uso odontológico, al mezclar con agua



destilada o agua de cañería. [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2017. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8384/>

14. Díaz P, Martínez J, Adeva P. Estudio experimental sobre manipulación y dureza de los productos derivados del yeso usados en odontología. Gaceta dental. 2016; 285: 136- 150. Disponible en: [http://files.epeldano.com/publications/pdf/97/gaceta-dental\\_97\\_285.pdf](http://files.epeldano.com/publications/pdf/97/gaceta-dental_97_285.pdf)

15. Díaz P. Estudio experimental sobre la manipulación y expansión de fraguado de los productos derivados del yeso usados en odontología. Gaceta dental 2015; 272: 186- 203. Disponible en: <https://gacetadental.com/2015/09/estudio-experimental-sobre-manipulacion-y-expansion-de-fraguado-de-los-productos-derivados-del-yeso-usados-en-odontologia-55743/>

16. Silva MA, Vitti RP, Consani S, Sinhoreti MA, Mesquita MF, Consani RL. Linear dimensional change, compressive strength and detail reproduction in type IV dental stone dried at room temperature and in a microwave oven. J Appl Oral Sci. 2012 Sep-Oct;20(5):588-93. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23138748>

17. Proaño E. Estudio in vitro de la estabilidad dimensional y fidelidad de copiado de cuatro siliconas de adición en combinación con dos diferentes marcas comerciales de yeso tipo IV. [Tesis]. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2011. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1496>
18. Revised American National Standards Institute I American Dental Association Specification No. 25\* for Dental Gypsum Products. Disponible en: <https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.14219/jada.archive.1981.0045>
19. Tamer N, Mohamed M, Nahed K, Maha H. Evaluation of the precision of three implant transfer impression techniques using two elastomeric impression materials. The International Journal of Prosthodontics. 2010; 23: 525-528. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/321444061\\_The\\_Accuracy\\_of\\_Four\\_Impressionmaking\\_Techniques\\_in\\_Angulated\\_Implants\\_Based\\_on\\_Vertical\\_Gap](https://www.researchgate.net/publication/321444061_The_Accuracy_of_Four_Impressionmaking_Techniques_in_Angulated_Implants_Based_on_Vertical_Gap)
20. Macchi R. Materiales dentales. 4ª Ed. Buenos Aires-Argentina: Editorial Panamericana; 2010, pp 241-250.

21. Ávila J, Alcón G. Yesos odontológicos (gypso). Revista de actualización clínica 2013; vol. 30, p. 1483-1487. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S23043768201300030002&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S23043768201300030002&script=sci_arttext)
22. Johansson CB, Jimbo R, Stefenson P. Ex vivo and in vivo biomechanical test of implant attachment to various materials: introduction of a new user-friendly removal torque equipment. Clin Implant Dent Relat Res. 2012 Aug;14(4):603-11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20662862>
23. Hernández SR, Fernandez CC, Baptista LC. Metodología de la Investigación. 5ta Edición. México: McGraw Hill, 2010.
24. Elite Dental Stones, Technical Dental Stones. Zhermack Dental. Disponible en: [https://www.zhermack.com/public/uploads/F131030\\_16-05\\_Elite\\_Dental\\_Stones\\_ES\\_low.pdf](https://www.zhermack.com/public/uploads/F131030_16-05_Elite_Dental_Stones_ES_low.pdf)
25. GC FUJIROCK® EP, Technical dental. Disponible en: <http://gclatinamerica.com/descripcion/140>

26. MDC DENTAL, Nic Stone®, technical dental. Disponible en:  
<https://dental.com.mx/producto/esp-mx/a4a042cf4fd6bfb47701cbc8a1653ada/nic-stone-tipo-iv>
27. Protechno, Die Stones®, Technical Dental. Disponible en:  
[https://www.protechno.com/index.php?id\\_category=39&controller=category&id\\_lang=4](https://www.protechno.com/index.php?id_category=39&controller=category&id_lang=4)
28. Singh R, Singh K, Agrawal KK. A comparative study of physical properties of gypsums manufactured in India. *J Indian Prosthodont Soc.* 2016;13(4):531-5. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24431787/>
29. Tameem K, Jassim BDS. Comparison of Some Properties between Commercially Available Gypsum Products. *Tikrit Journal for Dental Sciences.* 2016;3:63-69. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/338411911\\_Comparison\\_of\\_Some\\_Properties\\_between\\_Commercially\\_Available\\_Gypsum\\_Products](https://www.researchgate.net/publication/338411911_Comparison_of_Some_Properties_between_Commercially_Available_Gypsum_Products)
30. Firas A, Ihab N, Wael A. Effect of Adding some Additives and Drying Method on Compressive Strength of Gypsum Products. *Tikrit Journal for Dental Sciences.* 2017;5: 25-32. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/327561635\\_Effect\\_of\\_Adding\\_so](https://www.researchgate.net/publication/327561635_Effect_of_Adding_so)

me Additives and Drying Method on Compressive Strength of Gypsum Products

31. Norma ISO 6873:2013. Dentistry -- Gypsum products  
<https://www.sis.se/api/document/preview/605833/>
  
32. de Paula Pereira R, Lucas MG, Spolidorio DM and Filho JN. Antimicrobial activity of disinfectant agents incorporated into type IV dental stone. Gerodontology, 2012;29: e267-e274.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1741-2358.2011.00462.x>
  
33. Rodrigues SB, Augusto CR, Leitune VC, Samuel SM, Collares FM. Influence of delayed pouring on irreversible hydrocolloid properties. Braz. oral res. 2012; 26 (5): 404-409. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23018227>
  
34. Yakovlev, Grigory & Polyanskikh, Irina & Fedorova, Galina & Gordina, Anastasiia & Buryanov, Aleksandr. Anhydrite and Gypsum Compositions Modified with Ultrafine Man-Made Admixtures. Procedia Engineering.2015;18:13-21. Disponible en:  
<https://www.researchgate.net/publication/282539148> Anhydrite and Gypsum Compositions Modified with Ultrafine Man-Made Admixtures

35. Sudhakar A et al. Evaluación de los diferentes métodos de secado en dureza de la superficie de la piedra dental de tipo IV. *Revista de Salud Oral Internacional* 2015; 7 (6): 103-106. Disponible en: [https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/documents/book\\_spreads Oh2 spanish.pdf](https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/documents/book_spreads Oh2 spanish.pdf)
36. Azer SS, Kerby RE, Knobloch LA. Effect of mixing methods on the physical properties of dental stones. *J Dent.* 2008 Sep;36(9):736-44. doi: 10.1016/j.jdent.2008.05.010. Epub 2008 Jun 26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18583014>
37. Nakagawa H, Hiraguchi H. Scratch hardness of stone models--measuring conditions. *Dent Mater J.* 2004 Dec;23(4):447-52. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15688705>
38. Rector del Consejo Universitario. Reglamento del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI). Perú; 2019 p. 1-7.[Citado el 27 de noviembre del 2019]. Disponible en: [https://campus.uladech.edu.pe/pluginfile.php/737341/mod\\_folder/content/0/C%C3%B3digo%20de%20%C3%A9tica%20para%20la%20investigaci%C3%B3n.pdf?forcedownload=1](https://campus.uladech.edu.pe/pluginfile.php/737341/mod_folder/content/0/C%C3%B3digo%20de%20%C3%A9tica%20para%20la%20investigaci%C3%B3n.pdf?forcedownload=1)

39. Norma Técnica de Salud: "Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo a nivel Nacional". DIGESA.
40. Código de Ética para la Investigación de la Universidad Los Ángeles de Chimbote. Perú: Universidad Los Ángeles de Chimbote [Aprobado por acuerdo del Consejo Universitario con Resolución N° 0108-2016-CU-ULADECH Católica] 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/C%C3%B3digo-de-%C3%A9tica-para-la-investigaci%C3%B3n-1.pdf>
41. Declaración de Helsinki de la asociación médica mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (59 a Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008) Punto 32, (64a Asamblea General Fortaleza, Brasil 2013).

# ANEXOS



## ANEXO 1

### INFLUENCIA DEL TIPO DE MARCA COMERCIAL DE YESOS TIPO IV SOBRE SU GRADO DE DUREZA, TRUJILLO-2018

#### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

YESO:



Marca 1  
GRUPO A



Marca 2  
GRUPO B



Marca 3  
GRUPO C



Marca 4  
GRUPO D

ENSAYOS	MICRODUREZA (VICKERS)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	

## ANEXO 1

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA EJECUCIÓN

YESO:



Marca 1  
(Zhermack®)  
GRUPO A

ENSAYOS	MICRODUREZA (VICKERS)				
1	51	45	40	45	55
2	41	45	42	46	45
3	46	45	42	45	52
4	48	45	41	42	41
5	47	57	46	51	52
6	51	42	48	42	42
7	48	47	49	41	47
8	45	47	49	47	45
9	46	51	52	47	47
10	47	48	51	48	45
11	42	55	39	49	38
12	48	46	42	46	49
13	45	38	36	42	49

**YESO:**



Marca 2

(Nic Stone®)

GRUPO B

<b>ENSAYOS</b>	<b>MICRODUREZA (VICKERS)</b>				
1	24	22	19	21	22
2	27	24	21	21	19
3	24	22	21	24	22
4	20	24	21	22	27
5	26	21	22	22	24
6	21	26	24	23	27
7	16	19	21	17	22
8	24	23	25	25	23
9	24	27	22	23	28
10	22	21	25	19	22
11	21	26	19	22	23
12	24	25	18	23	23
13	27	24	23	28	23

**YESO:**



Marca 3

(Fuji Rock®)

GRUPO C

<b>ENSAYOS</b>	<b>MICRODUREZA (VICKERS)</b>				
1	24	25	25	22	28
2	21	27	21	26	26
3	22	23	28	27	31
4	29	27	27	25	31
5	27	24	26	31	32
6	31	32	28	31	33
7	23	28	27	32	34
8	26	27	32	31	34
9	23	26	26	28	29
10	25	29	23	29	32
11	28	25	26	24	32
12	25	21	25	21	29
13	29	27	31	30	31

**YESO:**



Marca 4

(Protechno®)

GRUPO D

<b>ENSAYOS</b>	<b>MICRODUREZA (VICKERS)</b>				
1	20	25	22	27	21
2	25	24	22	21	19
3	26	21	24	27	22
4	27	31	22	27	19
5	33	21	25	23	21
6	20	24	25	23	27
7	31	24	22	24	28
8	27	24	27	26	29
9	23	31	29	27	29
10	25	21	21	24	22
11	29	32	32	28	32
12	23	22	25	29	24
13	24	25	29	25	30

**ANEXO 2  
CONSTANCIA**

**CONSTANCIA**

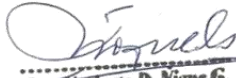
EL QUE SUSCRIBE, NORBERTO D. ÑIQUE GUTIERREZ, JEFE LABORATORIO DE ANALISIS ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE DESTRUCTIVOS DPT INGENIERIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO CIP N° 52434, HAGO CONSTAR QUE ESTOY COLABORANDO EN LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN TITULADA "INFLUENCIA DEL TIPO DE MARCA COMERCIAL DE YESOS TIPO IV SOBRE EL GRADO DE DUREZA" ; MIDIENDO LA MICRODUREZA EN LA MÁQUINA "DUROMETRO DE VICKERS" SITUADA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES.

SE EMITE LA PRESENTE CONSTANCIA A SOLICITUD DEL INTERESADO.

NOMBRE DEL DOCENTE:

ING. NORBERTO ÑIQUE

FIRMA:

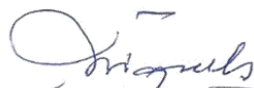
  
Ing. Norberto D. Nique G.  
JEFE LABORATORIO DE ANALISIS ESTRUCTURAL  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
DPT. INGENIERIA DE MATERIALES U.N.T.

### ANEXO 3 CONSTANCIA

#### CONSTANCIA .

Yo Nomberto D. Ñique Gutierrez - Jefe de Laboratorio Analisis Estructural y Ensayos de destructivos DPT Ingenieria de Materiales UNT. CIP N° 52434.

Mediante la presente deajo constancia de haber colaborado con el alumno Mugerza Quiroz Eric Gustavo estudiante de la facultad de odontología de la universidad los Ángeles de Chimbote, identificado con DNI 46152544 y con domicilio en calle Beethoven 443 Urbanizacion Primavera-trujillo , en la ejecución de la parte de medición de microdureza planteada en el proyecto de investigación titulado “INFLUENCIA DEL TIPO DE MARCA COMERCIAL DE YESOS TIPO IV SOBRE EL GRADO DE DUREZA”

  
**Ing. Nomberto D. Nique G.**  
JEFE LABORATORIO DE ANALISIS ESTRUCTURAL  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
DPT. INGENIERIA DE MATERIALES UNT.

---

NOMBERTO ÑIQUE  
DOCENTE DE LA ESCUELA  
DE INGENIERA DE MATERIALES  
JEFE DE LABORATORIO DE ANALISIS  
ESTRUCTURAL  
DPT INGENIERA DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

## ANEXO 4 INFORME RESULTADOS FINALES



Universidad Nacional de Trujillo  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Análisis Estructural



Trujillo, 19 de noviembre de 2018

**SOLICITANTE:** MUGUERZA QUIROZ ERIC GUSTAVO

**ASUNTO:** Tesis de pregrado de la ULADECH

**Dirección:** Av. Manuel Vera Enríquez N° 745

**Fecha de Emisión:** 19-11-2018

### MEDICIÓN DE MICRODUREZAS DE YESOS ODONTOLÓGICOS TIPO IV

#### OBJETO DE ESTUDIO:

- (1) ZHERMACK: Yeso 1
- (2) NIC STONE: Yeso 2
- (3) FUJI ROCK: Yeso 3
- (4) PROTECHNO: Yeso 4

**CONDICIONES:** La preparación de las probetas de los diferentes tipos de yesos fueron realizadas según protocolo odontológico para su elaboración y realizadas en el Laboratorio de Análisis Estructural. El cronograma de preparación y medición a partir de una hora de fraguado fue el siguiente:

Tipo de yeso	Fecha de inicio	Fecha de termino
Yeso 1	24-10-2018	28-10-2018
Yeso 2	29-10-2018	05-11-2018
Yeso 3	08-11-2018	11-11-2018
Yeso 4	12-11-2018	16-11-2018

#### ELEMENTO EVALUADO:

Probetas de yesos de acuerdo a la norma N°25 de la ANSI/ADA, su elaboración consistió en encapsular el yeso en resina acrílica, los bloques son de dimensiones de 20 mm de diámetro x 40 mm de altura, en un número de trece para cada tipo de yeso, como lo muestra la Figura 1. Las mediciones de dureza se realizaron en un número de 65 indentaciones para cada tipo de yeso, haciendo un total de 260 indentaciones para el total de muestras.

**Ing. Norberto D. Nique G.**  
JEFE LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
OPT. INGENIERIA DE MATERIALES UNLZ.





#### ENSAYOS DESARROLLADOS:

##### 1.1. Tipo de ensayo: Microdureza

**Microdureza Vickers:** 0.05 Kgf (50 gr) de carga, tiempo 10 segundos; HV0.05

**Norma de ensayo:** ASTM E92-82

**Temperatura:** Temperatura ambiente

**Fecha de ejecución:** desde el 24 de octubre 2018 hasta la fecha de emisión del 16 de noviembre del 2018.

**Lugar de ensayo:** Laboratorio de Análisis Estructural y de fallas Destructivos. FAC.ING.UNT.

##### 1.2. Tipo de ensayo: Fotomicrografía.

**Norma de ensayo:** ASTM E3-95

**Lugar de ensayo:** Laboratorio de Análisis Estructural y de fallas. FAC.ING.UNT.

#### OBSERVACIONES

Las mediciones se realizaron sin la destrucción de la probeta a solicitud de la entidad solicitante. Los análisis estadísticos se realizaron con el software Origin 8.1, usando la prueba t student por comparación por pares. Las fotomicrografías se realizaron a 500x y con un microscopio óptico Leica DM600M.

1. Los yesos se encapsularon en moldes de resina acrílica cilíndricos de 20 mm de diámetro y 40 mm de altura, los bloques de yeso rellanaron por el solicitante en la resina o molde. La preparación determinó que la zona de medición se realizó en la parte del cilindro inferior donde se aplicó el sistema de vibración.
2. La probetas de yesos odontológicos antes del ensayo de microdureza Vickers, se desbastaron con lijas de granulometría 100, 220, 400, 600, 1000, 1500 y 2000 de malla (granulometría) y posteriormente pulidas en seco con alúmina de granulometría correspondiente a 1, 0.3 y 0.05  $\mu\text{m}$ .
3. El ensayo de dureza se realizó con un durómetro Leco modelo: LMV-50V, el ensayo correspondió a la Escala de Microdureza Vickers con indentador de diamante de forma piramidal de base cuadrada con un ángulo de 136° y con carga de 50 gf por un tiempo de 10 segundos. Se hizo uso de un portaprobetas para la medición simétrica y en un número de 5 indentaciones por cada probeta, la secuencia experimental fue aleatoria. La medición se realizó mediante el uso del Software: Confident Hardness Testing program. Figura 1, muestra el porta muestras de resina acrílica y las Figuras 2,3,4 y 5; los diferentes tipos de yesos indentados con la correspondiente medición mediante el software.

Ing. Norberto D. Nique G.  
JEFE LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
OPT. INGENIERIA DE MATERIALES UN.T.



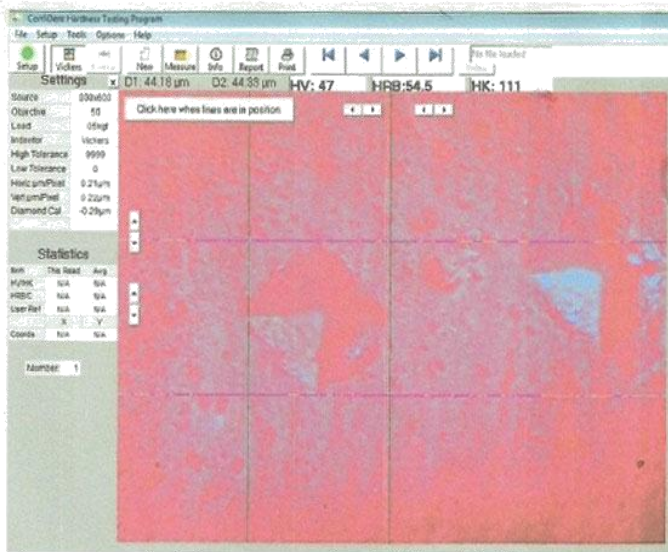
Universidad Nacional de Trujillo  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Análisis Estructural



4. Tabla de Resultados de microdurezas para los diferentes yesos se muestran en la Tabla 1,2,3 y 4.

Tabla 1. Datos de microdureza correspondientes al yeso 1 e indentación correspondiente a la medición mediante el Software.

F(x)=	Yeso1		
1	51	36	45
2	45	37	47
3	40	38	49
4	45	39	47
5	55	40	45
6	41	41	46
7	45	42	51
8	42	43	52
9	46	44	47
10	45	45	47
11	46	46	47
12	45	47	48
13	42	48	51
14	45	49	48
15	52	50	45
16	48	51	42
17	45	52	55
18	41	53	39
19	42	54	49
20	41	55	38
21	47	56	48
22	57	57	46
23	46	58	42
24	51	59	46
25	52	60	49
26	51	61	45
27	42	62	38
28	48	63	36
29	42	64	42
30	42	65	49
31	48		
32	47		
33	49		
34	41		
35	47		



*Ortiz*  
Ing. Norberto D. Nique G.  
JEFE LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
OPT. INGENIERIA DE MATERIALES UNL.T.

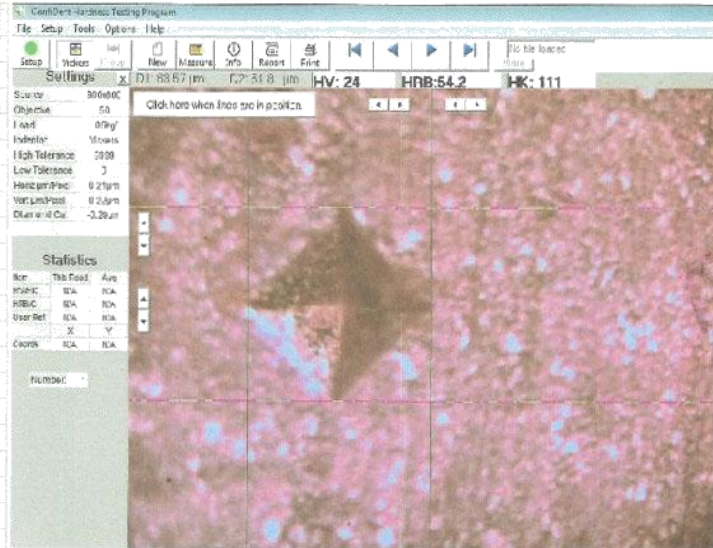


Universidad Nacional de Trujillo  
 Facultad de Ingeniería  
 Laboratorio de Análisis Estructural



Tabla 2. Datos de microdureza correspondientes al yeso 2 e indentación correspondiente a la medición mediante el Software.

F(x)=	Yeso 2		
1	24	37	23
2	22	38	25
3	19	39	25
4	21	40	23
5	22	41	24
6	27	42	27
7	24	43	22
8	21	44	23
9	21	45	28
10	19	46	22
11	24	47	21
12	22	48	25
13	21	49	19
14	24	50	22
15	22	51	21
16	20	52	26
17	24	53	19
18	21	54	22
19	22	55	23
20	27	56	24
21	26	57	25
22	21	58	18
23	22	59	23
24	22	60	23
25	24	61	27
26	21	62	24
27	26	63	23
28	24	64	28
29	23	65	23
30	27		
31	16		
32	19		
33	21		
34	17		
35	22		



*N. D. Nique*  
 Ing. Norberto D. Nique G.  
 JEFE LABORATORIO DE ANALISIS ESTRUCTURALES  
 Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
 QPT. INGENIERIA DE MATERIALES UNLJ.

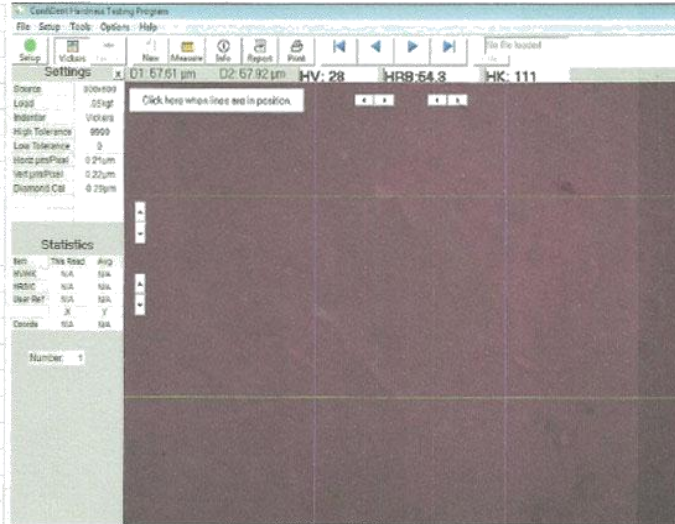


Universidad Nacional de Trujillo  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Análisis Estructural



Tabla 3. Datos de microdureza correspondientes al yeso 3 e indentación correspondiente a la medición mediante el Software

F(x)=	Yeso 3		
1	24	37	27
2	25	38	32
3	25	39	31
4	22	40	34
5	28	41	23
6	31	42	26
7	27	43	26
8	21	44	28
9	26	45	29
10	26	46	25
11	22	47	29
12	23	48	23
13	28	49	29
14	27	50	32
15	31	51	28
16	29	52	25
17	27	53	26
18	27	54	24
19	25	55	32
20	31	56	25
21	27	57	21
22	24	58	25
23	26	59	21
24	31	60	29
25	32	61	29
26	31	62	27
27	31	63	31
28	32	64	30
29	28	65	31
30	31		
31	33		
32	23		
33	28		
34	27		
35	32		
	34		



*Nique G.*  
Ing. Norberto D. Nique G.  
JEFE LABORATORIO DE ANALISIS ESTRUCTURALES  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
OPT. INGENIERIA DE MATERIALES UNLT.



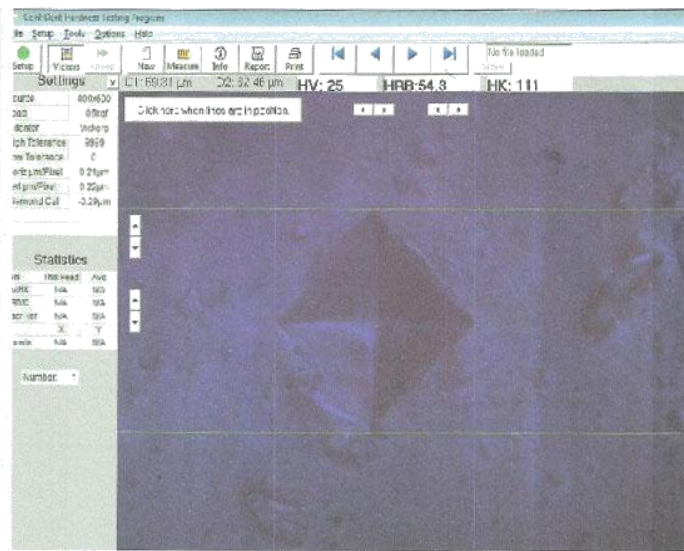


Universidad Nacional de Trujillo  
 Facultad de Ingeniería  
 Laboratorio de Análisis Estructural



Tabla 4. Datos de microdureza correspondientes al yeso 4 e indentación correspondiente a la medición mediante el Software

F(x)=	Yeso 4	34	24
1	20	35	28
2	25	36	27
3	22	37	24
4	27	38	27
5	21	39	26
6	25	40	29
7	24	42	31
8	22	43	29
9	21	44	27
10	19	45	29
11	26	46	25
12	21	47	21
13	24	48	21
14	27	49	24
15	22	50	22
16	27	51	29
17	31	52	32
18	22	53	32
19	27	54	28
20	19	55	32
21	33	56	23
22	31	57	22
23	25	58	25
24	23	59	29
25	21	60	24
26	20	61	24
27	20	62	25
28	24	63	29
29	25	64	25
30	23	65	30
31	27		
32	31		
33	24		
34	22		
35	24		
	28		



*N. D. Niqués*

**Ing. Norberto D. Niqués G.**  
 JEFE LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL  
 Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
 DPT. INGENIERÍA DE MATERIALES M.M.T.

## ANEXO 5 IMÁGENES EJECUCIÓN FINAL



Imagen 1: Probetas de una marca comercial de yeso



Imagen 2: Porta muestras lista para su medición



Imagen 3: Ubicación en Durómetro

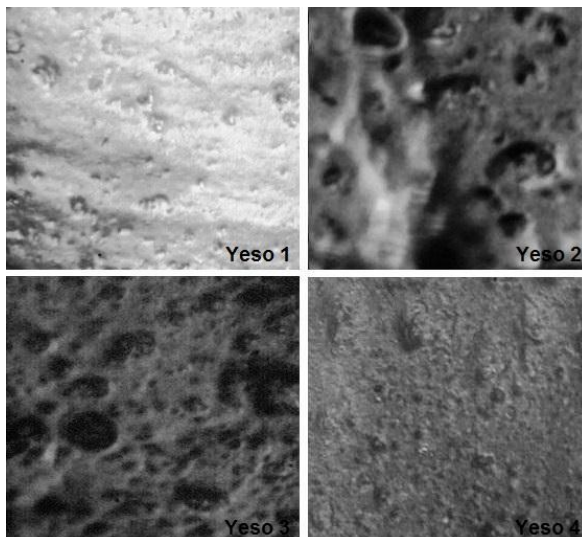


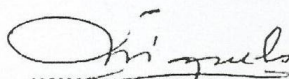
Imagen 4: Fotomicrografías de los Yesos en análisis (500X)

## ANEXO 6

### CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, NORBERTO D. ÑIQUE GUTIERREZ, JEFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE DESTRUCTIVOS, DPT INGENIERIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO CIP N° 52434 CERTIFICO, QUE LOS ENSAYOS EFECTUADOS DESDE LA CALIBRACION DEL EQUIPO HASTA LAS MEDICIONES DE MICRODUREZAS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE YESOS ODONTOLÓGICOS TIPO IV, HAN SIDO REALIZADOS BAJO MI SUPERVISIÓN Y DIRECCIÓN REUNIENDO LAS CONDICIONES ACADEMICAS REQUERIDAS POR EL SOLICITANTE PARA SU INVESTIGACIÓN.

ATENTAMENTE:

  
Ing. Norberto D. Niño G.  
JEFE LABORATORIO DE ANÁLISIS ESTRUCTURALES  
Y ENSAYOS DESTRUCTIVOS  
DPT. INGENIERÍA DE MATERIALES U.N.T.

## ANEXO 7

### RESULTADOS DE ESTUDIO

#### PRUEBA DE NORMALIDAD

Yeso tipo IV	Shapiro-Wilk			Distribución Normal
	Estadístico	GI	Sig.	
Zhermack	0.984	13	0.992	Normalidad
NIC stone	0.924	13	0.281	Normalidad
Fujirock	0.980	13	0.979	Normalidad
Protechno	0.948	13	0.572	Normalidad

Al tener menos de 50 datos por cada yeso tipo IV, es recomendable usar la prueba de normalidad del Shapiro- Wilk, para evaluar la normalidad de los mismos, donde se observa una distribución normal para todos los datos.



**ANEXO 8**  
**FOTOGRAFIAS (leyenda)**



A



B



C



D



E



F



G



H

## 1. CONFECCION DE MATRIZ PARA LAS PROBETAS <sup>30</sup>

Figura (a). Se elaboró las matrices para las probetas utilizando aluminio de medidas: 3cm de ancho x 8cm de largo y 5cm de altura, se procedió a recortar y lijar los filos que dejó este, se fija en la platina de vidrio con cera desmoldante.

Figura (b): Se cortaron tubos de 20mm x 40mm, se procede a lijar para eliminar asperezas.

Figura (c). Se usó resina líquida (100gr), monómero (25gr) procedemos a la mezcla.

Figura (d). Se realiza la mezcla constante de la resina y el monómero.

Figura (e). Se agrega a la mezcla 20 gr de octoato y seguimos mezclando y ahí mismo se le agrega 25 gotas de peróxido para que este endurezca.

Figura (f). Una vez que se torna un color oscuro procedemos hacer el vaciado al molde fijado.

Figura (g). Pasado los 45 minutos la solución a endurecido

Figura (h). Procedemos al desmoldeado, pulido y acabado con lija 220, 180, 150



TAZA DE GOMA

A



ESPATULA DE YESO

B



BALANZA CON NORMA ISO

C



PROBETA

D



ENVASE PLASTICO

E

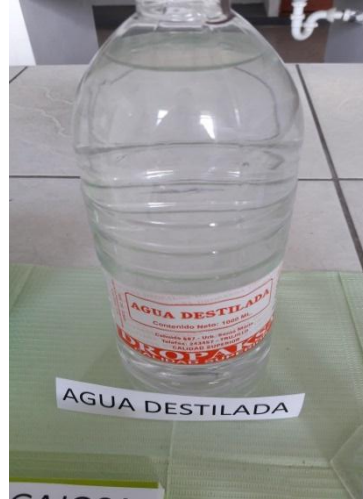


VIBRADORA DE YESO

F



G



H



I



J



K



L



M



## **2. MATERIALES E INSTRUMENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE YESO TIPO IV<sup>16</sup>**

Figura (a). Dos tazas de goma, en donde se vertira en 1 el agua destilada y en el otro el polvo según proporciones indicadas por los fabricantes.

Figura (b): Espátula de yeso para el mezclado y vaceado a los moldes.

Figura (c). Balanza bajo norma ISO para pesar el polvo de los yesos.

Figura (d). Probeta graduada para la medición de agua destilada.

Figura (e). Envase de plástico donde se vertió el polvo de yeso para luego ser pesado.

Figura (f). Maquina Vibradora automática de yeso “Electro dent”

Figura (g). Maquina Mezcladora alghamix II “zhermack” para hacer el mezclado a máquina de los yesos.

Figura (h). Agua destilada usado para todas las probetas de las diferentes marcas comerciales de yeso tipo IV.

Figura (i). Vaselina y pincel para evitar que las probetas se adhieran a la matriz

Figura (j). Matriz para las probetas envaselinadas listas para hacer el vaceado de yeso.

Figura (k). Caja conservadora plástica para mantener y proteger las probetas de yeso.

Figura (l). Mesa de trabajo con todo lo listado anteriormente.

Figura (m). Yesos tipo IV completamente sellados herméticamente y con fecha de vencimiento 2019 y 2020.



A



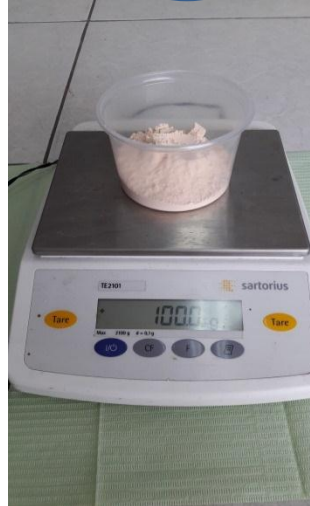
B



C



D



E



F



G



H





I



J



K



L



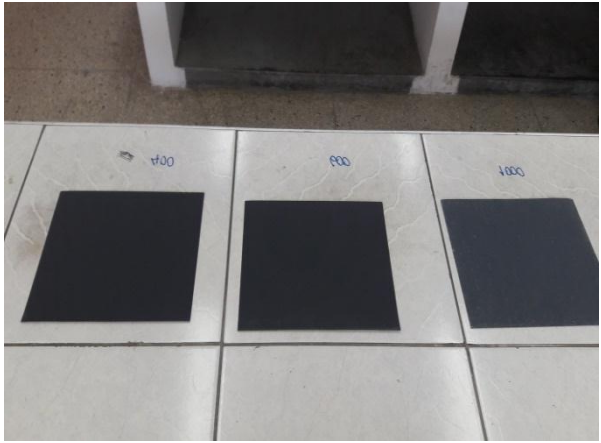
M







N



Ñ



O

### **3. PREPARACIÓN DE BLOQUES DE YESO Y PROBETA YESOS TIPO IV “ZHERMACK”; “NIC STONE”, “FUJI ROCK”, “PROTECHNO”<sup>16</sup>**

Figura (a). Para este procedimiento usaremos guantes descartables estériles

Figura (b): Envaselinamos toda la superficie interna de las matrices para evitar que se adhieran las probetas a esta.

Figura (c). Procedemos a fijar nuestra matriz sobre una platina y con la ayuda de cera pegajosa fijamos toda su periferie .

Figura (d). Hacemos la medición de agua destilada según los datos brindados por los fabricantes que fue:

Zhermack ; fujirock : 20 ml.

Nic Stone : 23ml

Protechno: 25ml

Figura (e). Pesamos el yeso según medida proporcionado por los fabricantes que fue:

Zhermack ; fujirock; Nic Stone : 100 gr

Protechno: 150gr.

Figura (f). Echamos el líquido a la taza de goma

Figura (g). Llevamos el polvo de yeso y vertimos sobre la taza contenida con agua destilada

Figura (h). Procedemos a humectar el yeso y espatulado manual durante 15 segundos

Figura (i). Posterior a ello llevamos a la mezcladora presionando firme hacia la pared de la taza hasta completar los 30 segundos.

Figura (j). Llevamos nuestra mezcla de yeso hacia la matriz , encendemos nuestra vibradora y procedemos a vacear probeta a probeta y de esta forma eliminar burbujas.

Figura (k). Con la ayuda de una platina seca procedemos a regularizar la superficie

Figura (l). Dejamos endurecer a temperatura ambiente en una caja conservadora y evitar se humedezcan nuestras probetas.

Figura (m). Probetas de las 4 marcas de yeso tipo IV se almacenaron en cajas conservadoras plásticas luego de su fraguado final.

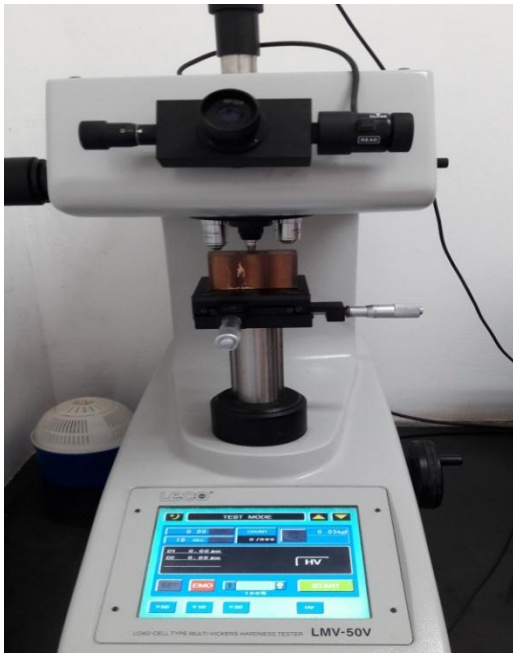
Figura (n). Luego del fraguado final procedemos a regularizar y pulir con lijas nro :100, 220,400,600 ,1000,1500,2000 y posteriormente pulidas en seco con alumina de granulometría a 1, 0.3, 0.05 um.

Figura (ñ). Lijas utilizadas en el pulido de las probetas

Figura (o). Para eliminar el polvo que dejan los yesos, usamos chorro de aire para ello.



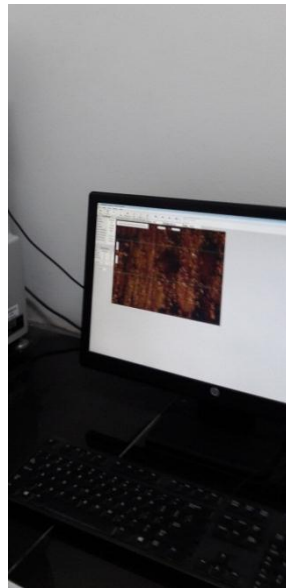
A



B



C



D

#### 4. APLICACIÓN Y LECTURA DE LA MICRODUREZA <sup>10,16</sup>

Figura (a): Previo a pasar hacer la lectura de la microdureza se procede a usar el grafito y pigmentar la superficie ya que el yeso al no ser una superficie opaca necesita del grafito para poder reflejar y hacerse la lectura de la microdureza.

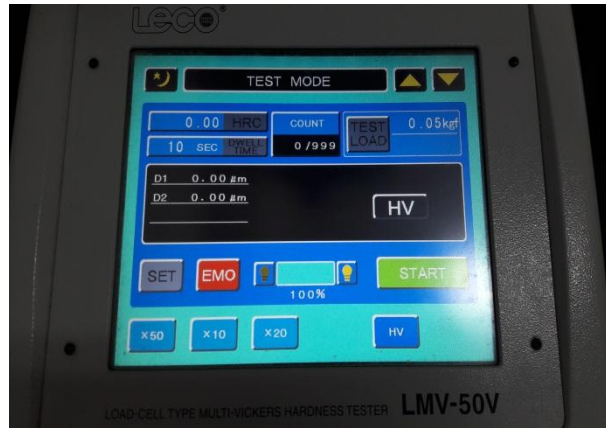
Figura (b). Colocación de la probeta en la platina del microdurometro y realización de las indentaciones , las cuales se hicieron 5 por cada probeta.

Figura (c). Cada probeta de yeso se le realizo 5 indentaciones en diferentes áreas de la superficie pulida usando la escala Vickers con una carga que fue programado para aplicar una carga de 500 gramos con un tiempo de 10 segundos para cada indentacion.

Figura (d). Para determinar la microdureza superficial se midió y promedió las diagonales de cada indentación, haciendo uso de del Software Confident Hardeness Testing Program (versión 26.0-2014),

Todas las medidas de los ensayos efectuados desde la calibración del equipo hasta la toma de microdurezas para los diferentes tipos de yesos han sido realizadas bajo la supervisión y dirección del Ing. Norberto Ñique Gutiérrez, reuniendo las condiciones académicas requeridas por el solicitante para su investigación. (Anexo 5)

## ANEXO 9 Microdurómetro de VICKERS



**ANEXO 10**  
**Declaración Jurada**


**DOCUMENTO DE DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERES**

**Título del manuscrito:**

**INFLUENCIA DEL TIPO DE MARCA COMERCIAL DE YESOS TIPO IV SOBRE SU  
GRADO DE DUREZA, TRUJILLO 2018**

- ❖ El autor de la tesis declara que no existen conflictos de interés que pudieran afectar el curso del estudio o la comunicación de sus resultados.

Muguerza Quiroz Eric Gustavo  
(Nombre completo)

  
(Firma)