



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Resistencia compresiva y dureza superficial del yeso tipo IV con agua potable y destilada.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Cirujano Dentista

AUTORAS:

Paredes Cuya, Isabel Paola (ORCID: 0000-0002-8605-5496)

Vertiz Torres, Diana Lisette (ORCID: 0000-0003-0252-4011)

ASESORA:

Mg. Manrique Ponce de León, Karin (ORCID: 0000-0002-5083-4818)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la salud y desarrollo sostenible

PIURA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por darme fuerzas en todo momento y superar todo obstáculo presentado. A mi familia, por ser mi impulso y brindarme su apoyo en todo momento en especial a mis hermanas que siempre estuvieron conmigo en todo este camino recorrido.

Diana

A Dios, por ser mi guía en éstos 24 años de vida, por protegerme y fortalecerme ante cualquier adversidad. A mis padres, gracias por su inmenso amor y paciencia en estos años de formación universitaria, y sobre todo por su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones. A mis abuelos por sus oraciones y a mis personas favoritas por su motivación constante en esta linda etapa.

Isabel

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por ser guía en nuestras vidas, a nuestras familias por brindarnos su apoyo incondicional en todo momento, a los docentes que nos brindaron sus conocimientos para la realización de esta investigación y al ingeniero Robert, por el apoyo en la ejecución de la elaboración de nuestro estudio experimental.

Diana e Isabel

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	i
Índice de figuras	i
Índice de gráficos	¡Error! Marcador no definido.
Resumen	ii
Abstract	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	155
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS	
Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.	
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.	

Anexo 3. Datos obtenidos del ensayo de dureza microvickers en muestras de yesos odontológicos.

Anexo 4. Datos obtenidos del ensayo de compresión axial en muestras de yesos odontológicos.

Anexo 5. Calibración de los equipos usados para la experimentación.

Anexo 6. Registro de procesamiento de datos.

Anexo 7. Protocolo de la resistencia compresiva y dureza superficial del yeso tipo IV.

Anexo 8. Cálculo del tamaño de la muestra.

Anexo 9. Evidencia fotográfica de los materiales y equipos usados para la experimentación

Índice de tablas

Tabla 1. Resistencia compresiva y dureza superficial entre los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada.	16
Tabla 2. Resistencia compresiva en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada.	18
Tabla 3. Dureza superficial en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada.	20
Tabla 4. Valores mínimo y máximo de la resistencia compresiva en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada.	22
Tabla 5. Valores mínimo y máximo de la dureza superficial en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada.....	23

Índice de figuras

Figura 1: Presentación sellada del yeso tipo IV Elite Rock de la marca Zhermack.

Figura 2: Presentación de los medidores que se utilizarán para medir la cantidad correcta de líquido y yeso.

Figura 3: Presentación del tubo de ensayo con los tipos de agua.

Figura 4: Presentación del yeso tipo IV añadida en la taza de goma.

Figura 5: Procedemos a realizar la mezcla del yeso con los tipos de agua.

Figura 6: Balanza usada para pesar la cantidad homogénea de yeso tipo IV.

Figura 7: Aparato usado para la destilación del agua potable.

Figura 8: Vibrador usado en la mezcla del yeso con los tipos de agua.

Figura 9: Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua potable.

Figura 10: Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.

Figura 11: Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.

Figura 12: Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.

Figura 13: Muestra de yeso en el aparato en el equipo de ensayo universal Instron.

Figura 14: Muestra de yeso en el aparato en el equipo de ensayo universal Instron aplicando la máxima fuerza de compresión.

Resumen

El objetivo principal fue comparar la resistencia compresiva y la dureza superficial del yeso tipo IV utilizando agua potable y destilada. Fue un estudio de tipo básica, de diseño experimental y comparativa. Se realizó 36 muestras, dividiéndose en 2 grupos de 18 muestras combinadas con agua potable y destilada. Se determinó la resistencia compresiva mediante una máquina de ensayos universales y la dureza superficial mediante el microdurómetro Vickers. Los datos obtenidos se analizaron con la prueba T de student. En los resultados se evidenció que el grupo de yeso tipo IV mas agua destilada ofrece mayor dureza superficial que con el agua potable, y el grupo de yeso tipo IV mas agua potable ofrece mayor resistencia compresiva que con el agua destilada; también se registraron los valores mínimo y máximo en la resistencia compresiva y en la dureza superficial de los grupos de yeso tipo IV con agua potable y destilada. Concluyendo, que no existe diferencia significativa ($p=0,086$) en la resistencia compresiva entre los grupos de yeso tipo IV con agua potable y destilada, por el contrario si se registró diferencia significativa ($p=0,043$) en la dureza superficial entre los grupos de yeso tipo IV con agua potable y destilada.

Palabras claves: Yeso dental, dureza, resistencia compresiva, sulfato de calcio hemihidratado.

Abstract

The main objective was to compare the compressive strength and surface hardness of type IV gypsum using potable and distilled water. It was a basic, experimental design and comparative study. Thirty-six samples were taken, divided into two groups of 18 samples combined with potable and distilled water. The compressive strength was determined by means of a universal testing machine and the surface hardness by means of a Vickers microhardness tester. The data obtained were analyzed with the Student's t-test. The results showed that the group of gypsum type IV plus distilled water offers higher surface hardness than with potable water, and the group of gypsum type IV plus potable water offers higher compressive strength than with distilled water; the minimum and maximum values in the compressive strength and surface hardness of the groups of gypsum type IV with potable and distilled water were also recorded. It was concluded that there is no significant difference ($p=0.086$) in the compressive strength between the groups of gypsum type IV with potable and distilled water; on the contrary, there was a significant difference ($p=0.043$) in the surface hardness between the groups of gypsum type IV with potable and distilled water.

Keywords: Dental plaster, hardness, compressive strength, calcium sulfate hemihydrate.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el campo odontológico se elaboran modelos de trabajo con la mezcla de yeso dental y agua. El yeso dental tiene propiedades físicas las cuales son alteradas por diversos factores. La resistencia al desgaste dependerá de la porosidad que tiene el modelo de trabajo y el tiempo de secado después de haber fraguado.

Asimismo, la dureza superficial es muy importante ya que mientras más dura sea la piedra o yeso, la resistencia al desgaste y a la compresión será mayor. De esta forma se logrará la obtención de los componentes protésicos definitivos con mayor precisión y exactitud.¹

El uso del yeso dental inició a mitad del siglo XXI con el objetivo de tomar impresiones y realizar modelados. El yeso dental no inició en el área de odontología, este mejoró sus propiedades y se obtuvieron yesos con cualidades para cada uso, ya sea para el laboratorio dental o el consultorio.²

Para su uso en el ámbito odontológico se realiza una combinación de yeso con un aditivo que por lo general es agua potable, con la finalidad de obtener una mezcla homogénea. La proporción del agua y el polvo juegan un papel muy importante para obtener un buen resultado. En el proceso de mezcla se recomienda combinar muy bien, obteniendo una masa homogénea, para así evitar grumos, presencia de burbujas y obtener la copia fiel de los tejidos blandos y duros presentes en la cavidad bucal.³

Los tipos de yesos dentales son clasificados por su elaboración y propiedades, tales como: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V. Los yesos de alta resistencia son el Tipo IV y el V. En prótesis fija se usa el yeso tipo IV, ya que se requiere gran dureza y alta resistencia en los modelos de trabajo.¹

El agua es utilizada con gran frecuencia en el ámbito odontológico; ya sea como refrigerante, en las cirugías o en el uso de ultrasonidos para la irrigación de la cavidad bucal de los pacientes durante la atención odontológica. El agua que es utilizada en la unidad dental debe cumplir los parámetros de salubridad, es decir que sea apto para el consumo humano. Los Centros para el Control y Prevención de las Enfermedades recomienda que los odontólogos deberían de usar suero

fisiológico o agua destilada en la atención odontológica como irrigante y refrigerante en procedimientos quirúrgicos.⁴

En el presente estudio se formuló el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la resistencia compresiva y dureza superficial del yeso tipo IV utilizando agua potable y agua destilada?

Los materiales dentales evolucionan constantemente para lograr una réplica más precisa de la impresión de las estructuras de la cavidad bucal. Por este motivo fue importante conocer los diversos tipos de materiales de impresión y de yesos dentales con la finalidad de obtener un modelo en las mejores condiciones y con óptimas propiedades químicas y mecánicas tales como la dureza y la resistencia a la compresión. El yeso tipo IV, es conocido también como yeso piedra para troqueles, es uno de los más costosos, densos y a la vez resistentes, posee mínima expansión de fraguado y se trabaja directamente en él, se utiliza para realizar troqueles. Al tener las partículas más finas, otorgan una mejor precisión en el copiado de superficies. Las características particulares de este tipo de yeso es la resistencia, endurecimiento y la mínima expansión de fraguado observado. En la presente investigación se comparó si existen cambios en la dureza superficial y resistencia a la compresión en los yesos tipo IV según el tipo de agua empleada en la mezcla, el cual puede ser de ayuda para la comunidad odontológica en la elección del yeso tipo IV en cuanto al saber qué tipo de agua utilizar en el protocolo de mezcla para poder obtener las mejores propiedades y así garantizar el éxito en la elaboración de los modelos de trabajo.

Con relación al objetivo general se compara la resistencia compresiva y la dureza superficial del yeso tipo IV, utilizando agua potable y agua destilada en su preparación. Asimismo, los objetivos específicos se plantean como determinando la resistencia compresiva del yeso tipo IV, empleando agua potable y agua destilada en su preparación; determinar la dureza superficial del yeso tipo IV, empleando agua potable y agua destilada en su preparación; establecer la resistencia compresiva mínima y máxima del yeso tipo IV empleando agua potable y agua destilada en su preparación; y establecer la dureza superficial mínima y máxima del yeso tipo IV empleando agua potable y agua destilada en su preparación.

II. MARCO TEÓRICO

Ayoub W et al⁵ 2019, en la India se realizó un estudio in vitro, en el que se evaluó el efecto de 3 líquidos sobre la dureza de la superficie del yeso tipo IV. Se realizó la prueba de medición de dureza mediante micro Vickers y tiempo de penetración de 5 segundos y potencia de 25g. Los resultados mostraron que el promedio de dureza superficial entre los tres grupos estudiados fue ($p < 0,001$) y se demostró que el agua destilada y el agua en suspensión producían la mayor y la menor dureza superficial cuando se mezclaban con yeso tipo IV, respectivamente. Se concluyó y demostró que la matriz de yeso con el agua destilada provoca la máxima dureza, en cambio con el agua lechada provocó la mínima dureza.

Necla D et al⁶ 2018, en Turquía se realizó un estudio exploratorio, donde se evaluó la resistencia a la tracción diametral y compresiva de yeso piedra con nanopartículas de SiO₂ (dióxido de silicio) y Al₂O₃ (óxido de aluminio). Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y la prueba HSD de Tukey. Los resultados mostraron que la resistencia media a la compresión del yeso dental Tipo III fue de 50,6 Mpa. y la del yeso Tipo IV fue de 36,1 MPa. La resistencia a la tracción diametral media del yeso dental Tipo III fue de 8,8 MPa. y la del tipo IV fue de 8,8 MPa. La resistencia a la compresión más baja se observó en 5% de nanopartículas de SiO₂ agregadas en yeso dental Tipo III. Para ambos cálculos dentales, los valores de resistencia a la compresión y diametral disminuyeron al agregar nanopartículas de SiO₂ y Al₂O₃. Concluyeron que la incorporación de nanopartículas a yesos dentales Tipo III y Tipo IV disminuyó la resistencia diametral y compresiva de éstos.

Trujillo J⁷ 2018, en Guatemala se realizó un estudio descriptivo, comparativo, observacional y de corte transversal. Se evaluó la diferencia en propiedades físico-mecánicas del yeso piedra tipo III y yeso piedra mejorado tipo IV al mezclar con dos tipos de agua (agua destilada y agua de cañería). La muestra fue compuesta por 30 cilindros de Yeso Piedra tipo III y 30 cilindros de Yeso Piedra Mejorado Tipo IV. La resistencia a la compresión se midió en una prensa hidráulica. La prueba de dureza superficial se realizó usando Rockwell. Al analizar los datos de resistencia a la compresión en Yeso Tipo III con agua de cañería se

encontró una t de 54, de acuerdo a la tabla de valores t de Wilcoxon (27) con un nivel de significación de ± 0.05 se obtiene un valor crítico de 25. Al ser menor indica que no existe diferencia en resistencia a la compresión al vaciar con agua desmineralizada o de cañería. Al analizar los datos de resistencia a la compresión en Yeso Tipo IV, vaciado con agua de cañería se encontró que no existe diferencia significativa al vaciar con agua desmineralizada o de cañería. Los resultados obtenidos. Se concluyó que no existe diferencia significativa cuando se compara la resistencia a la compresión en ambos tipos de yeso piedra mejorado tipo IV empleando agua destilada y agua de cañería.

Niekawa C et al⁸ 2017, en Brasil realizaron un estudio exploratorio en el que evaluaron el comportamiento mecánico y superficial de diferentes materiales de muñones de resina y yeso tipo IV. Se proporcionaron 30 probetas cilíndricas para la prueba de compresión diametral y 30 probetas hemisféricas para la prueba de rugosidad superficial. Las probetas cilíndricas se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión diametral utilizando una máquina de ensayo universal. Se utilizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Dunn para analizar los resultados. En los resultados se mostró una diferencia muy notoria entre los materiales de troquel y en la prueba de Dunn mostró valores más altos en la resina para la resistencia a la compresión; en cambio el yeso tipo IV no hubo una diferencia significativa, en cuanto a la resistencia a la compresión este mostró valores menores en 34% (Durone) y 42% (Fuji Rock). Se concluyó demostrando que la resina es más resistente a la compresión, tiene mayor rugosidad y muestra una mejor reproducibilidad de detalles con el yeso tipo IV (ROCA FUJI).

Kusumastuti K et al⁹ 2017, en EE.UU se realizó un estudio exploratorio, se evaluó la vida útil sobre la resistencia a la compresión del yeso tipo IV con diferentes fechas de producción. Los datos fueron analizados con independientes t -pruebas. Se utilizaron 20 probetas de yeso tipo IV (Fujirock), que se dividieron en dos grupos en función de las fechas de producción. Las muestras de yeso tipo IV se confeccionaron con un diámetro de 20 mm y una altura de 40 mm, se mezcló 200 mg de polvo con 40 ml de agua destilada antes de verter el yeso en el molde. Se utilizó la máquina de ensayo universal. Según los resultados la rugosidad superficial media del revestimiento de resina compuesta en el grupo de control aumentó de $\Delta Ra = 0.02 \mu m$ después de la primera sesión de cepillado a $\Delta Ra =$

0.03 μm después de la segunda sesión de cepillado. El valor promedio de resistencia a la compresión para yeso tipo IV resistencia media a la compresión MPa \pm SD 28,93 \pm 2,43 38,66 \pm 3,2 35 53 Grupo I Grupo II resistencia mínima a la compresión valor. La resistencia a la compresión del yeso tipo IV en grupo fue 28,93 \pm 2,43 MPa. Sin embargo, el yeso tipo IV tenía una resistencia a la compresión de 38,66 \pm 3,20 MPa. El Grupo I no cumplió con los estándares mínimos de resistencia a la compresión, mientras que el grupo II cumplió con los estándares. Se concluye que existe diferencia significativa entre los grupos I y II, es decir que el tiempo más largo después de la producción aumenta la resistencia a la compresión del material.

Firas K et al¹⁰ 2017, en Irak se realizó un estudio exploratorio, se evaluó el efecto de agregar aditivos y el método de secado en la resistencia a la compresión de los productos de yeso. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA (análisis de varianza), Tukey y pruebas T independientes. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión se vio significativamente afectada por el tipo de aditivo, hubo un aumento significativo en los valores de resistencia a la compresión media para la resina curada, yeso pulverizado, piedra pulverizada y muestras de fibra de vidrio comparadas con el control en todos los grupos (yeso dental y yeso dental). Concluyendo que las fibras de vidrio tienen un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión de los productos de yeso, la resina curada y las partículas pulverizadas se pueden agregar al 1% en peso para mejorar las propiedades mecánicas del yeso y yeso dental y cuando secamos las muestras de yeso y piedra en el microondas durante 5 minutos puede acelerar el tiempo de secado y permitir una manipulación temprana de los modelos.

Choudhary S et al¹¹ 2016, en India se realizó un estudio in vitro para determinar la dureza superficial de los moldes de yeso hechos con agua de suspensión. Para medir la dureza superficial se utilizó un probador de dureza superficial Rockwell. Se utilizó tres tipos de yeso (tipos II, III y IV). La muestra fue conformada por 30 especímenes, dividiéndose en 10 modelos de cada tipo de yeso, 5 se mezclaron con agua destilada y los otros 5 con agua de suspensión. Los resultados indicaron que la dureza de la superficie para moldes de yeso Tipo IV, el promedio de A (D) y A (S) no muestra ninguna variación significativa ($p > 0.05$). En yesos tipo III, el promedio de B (D) es significativamente menor en comparación con B (S) (t

=3.07, $gl = 8$, $p < 0.05$). En moldes de yeso Tipo II, los valores promedio de C (S) son significativamente más altos que C (D) ($p < 0.01$). Concluyendo que al medir la dureza de la superficie para moldes de yeso Tipo IV con agua destilada y agua de suspensión no muestra ninguna variación significativa ($p > 0.05$). En yesos tipo III, con agua destilada es significativamente menor en comparación con el yeso tipo III con agua de suspensión ($t = 3.07$, $gl = 8$, $p < 0.05$), y los moldes de yeso Tipo II, con agua de suspensión son significativamente más altos que del tipo II con agua destilada ($p < 0.01$) y se observó un aumento significativo en la dureza de la superficie para moldes de yeso Tipo II y Tipo III hechos con agua en suspensión.

Subhan R et al¹² 2016, en Pakistan se realizó un estudio exploratorio para calcular el resultado de diversos tipos de agua sobre la proporción de agua y polvo de diversos productos de yeso que tienen un papel clave en la odontología cotidiana. La relación agua-polvo se midió mediante un aparato Vicat modificado. Se mezcló el yeso con 4 diferentes tipos de agua (agua destilada, agua mineral, agua en suspensión y agua desionizada). Los resultados de la proporción de yesos que se mezclaron con los diferentes tipos de agua muestran la disminución más pronunciada en la proporción de agua polvo que fue logrado con agua de suspensión. Concluyendo se llegó a que el agua de suspensión necesita menos relación de agua y polvo y aceleramos la reacción de fraguado.

Dos Santos J. et al¹³ 2015, en Brasil realizaron un estudio exploratorio en el cual se determinó la dureza superficial de las coladas de yeso realizadas con agua lechada. Se midió con un dial de micrómetro el cambio dimensional, la rugosidad superficial de tres puntos aleatorios se determinó con un rugosímetro y una máquina de prueba universal se midió la resistencia a la compresión. Los resultados fueron que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las muestras preparadas con el mismo tipo de yeso; por otro lado, los dos tipos de yeso se diferencian entre sí ($p < 0.05$). Los valores de expansión fueron menores para el yeso tipo IV que para el yeso tipo V Concluyendo no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de agua en las variables estudiadas.

Amer A, et al¹⁴ 2015, en Irak se realizó un estudio exploratorio, se evaluó el efecto de algunos materiales químicos sobre la resistencia a la compresión y la dureza superficial del yeso piedra. La muestra se conformó por tres tipos de materiales con yeso dental. Se agregaron a cada uno materiales químicos (colofonia, aceite

de nigella stavia y lauril sulfato de sodio). Los datos obtenidos se sometieron al análisis descriptivo (desviación media y vertical), prueba T de Student y ANOVA. Los resultados revelaron que el análisis de varianza unidireccional mostró que hay una diferencia estadísticamente significativa en la dureza de la superficie de los tres tipos de yeso dental cuando se mezclan con cada uno de los aditivos químicos en comparación con las muestras de control en ($f = 1753.5$, $f = 759.64$, $f = 1949.11$, $p < 0.05$). Concluyendo que los valores más altos de resistencia a la compresión y dureza de la superficie se registraron con la adición de colofonia en cada tipo de yeso.

El yeso dental se utilizó como material de vaciado de impresión para el estudio de modelos de estructuras bucales y maxilofaciales, y de esta manera utilizarlos con el fin de proyectar prótesis dentales, sean total o parcial en el laboratorio.¹⁵

Este yeso se combina con agua y al fraguar químicamente daría como resultado el sulfato de calcio dihidratado conocido también ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).¹⁶

Además, el yeso tiene otros componentes como tierra alba, sulfato de potasio y bórax.¹⁷

Hay dos tipos de microporosidades en la masa, los cuales son la microporosidad por el exceso del agua sin reacción y la microporosidad elaborada por el incremento de cristales de yeso.¹⁸

La proporción de agua se mide mediante el volumen; asimismo, el polvo por gramos.¹⁹

La proporción de agua /polvo se le denomina relación de agua y polvo, a la medida de estas, al ser mezcladas obtendremos una mezcla aceptable de yeso.²⁰

Este procedimiento se presenta de dos formas, una de ellas es la combinación a mano que se realiza en la taza de goma, donde se obtendrá una mezcla suave y uniforme, la cual no presentará aire, ni grumos. La mezcla obtenida debe ser homogénea habiéndose realizado el proceso aproximadamente por un minuto. La otra manera es la combinación al vacío que se realice de forma mecánica, ya que así dará como resultado una uniforme combinación del yeso y tampoco presentará burbujas; así mismo el tiempo de secado, la adherencia y expansión disminuirá; por lo tanto, su fuerza será mayor.²¹

El operador debe dominar las proporciones, características y tiempo de cada producto ya que es posible que estos puedan variar. En el periodo de

espatulación se coloca el agua en la taza de goma y se irá añadiendo de a pocos el polvo mientras se esté batiendo. Para finalizar este periodo se debe observar una masa más solidificada y no manipulable, a diferencia del principio de este periodo en la que vemos una masa regularmente fluida y ligera.²²

En el periodo de fraguado final después de 24 a 48 horas, la masa está en un estado rígido y podrá ser retirada del molde evitando algún daño o ruptura.²⁰

El agua potable es aquel tipo de agua aprobada para la alimentación y uso doméstico, esta no debe presentar sustancias o cuerpos extraños que sean perjudiciales para la salud del hombre, contando con un sabor agradable, debiendo ser incoloro e inodoro.²³

El agua destilada es el tipo de agua más pura sin compuestos incorporados, a diferencia del agua potable, no cuenta con microorganismos, metales o sustancias nocivas que afecten el organismo del hombre.¹⁹

El yeso dental se clasifica en cinco tipos dependiendo su utilidad, elaboración y propiedades. Tipo I, su elaboración es la intervención del proceso de calcinación en seco. Es utilizado mayormente, para la impresión ya sean de dientes o tejidos blandos de la boca. Conocido también como yeso común o yeso beta. Tipo II, este tipo de yeso es obtenido por la calcinación del dihidrato, lográndose partículas más regulares y menos porosas. Es el más utilizado en los trabajos de laboratorio, como por ejemplo el montaje de los modelos en los articuladores, enmuflados, entre otras. Conocido también como yeso paris. Tipo III, en su elaboración el dihidrato será calcinado a una temperatura más alta. Los cristales tendrán una mayor densidad y mejorara su capacidad de compresión, al presentar mayor dureza este facilita la elaboración de moldes para prótesis completa. Es utilizado para la fabricación de algunos modelos de prótesis removible. También llamado, yeso piedra. Tipo IV, se obtiene hirviendo el yeso en una mezcla salina como por ejemplo el cloruro de calcio a 30. Se utiliza cuando se necesite una gran resistencia, dureza y una mínima expansión en el fraguado, como en la prótesis fija. Conocido también como yeso de trabajo o yeso piedra dental de alta resistencia. Tipo V, el proceso para su elaboración es sometido a temperaturas muy altas. Este tipo al tener una alta expansión de fraguado, son utilizados para equilibrar la disminución de cristalización de algún otro material que se reduzca. También es conocido como yeso piedra de alta resistencia y expansión.²⁴

Por otro lado, debemos tener limpios y en perfecto estado los materiales a usar, tales como la taza de goma, la espátula, etc. Se debe también limpiar los fluidos salivales restantes de las impresiones de alginato ya que estas pueden causar alguna alteración para el endurecimiento, debemos evitar los movimientos violentos que puedan debilitar el molde.²⁵

Existen derivados de la fuerza, tales como la fuerza a la tracción. Como ya hemos mencionado antes el yeso es un material muy frágil, el cual debe aguantar la fuerza al ser sacada de un material de impresión poniendo el riesgo el romper la estructura si no se realiza delicadamente y de una manera correcta.²⁶

Los productos elaborados de yeso durante décadas se han utilizado en la odontología como modelos de estudio, sobre los que se diseñan los aparatos dentales utilizados en todo tipo de rehabilitación y es parte fundamental de los tratamientos odontológicos.²⁷

Por lo general, los productos elaborados con yeso son de uso común ya que sus propiedades pueden alterarse mediante métodos físicos y químicos.²⁸

La facilidad con que pueden modificarse las propiedades de estos materiales permite gran diversidad de usos.²⁹

Para mejorar el resultado para la obtención de nuestros modelos de yeso, debemos de realizar una buena mezcla con el líquido, así mismo podemos ayudarnos con el uso de un vibrador para evitar burbujas y obtener una mezcla ideal.³⁰

El tipo de secado también es importante como por ejemplo si el secado es en horno aumenta tres veces más su fuerza, este solo deberá eliminar las moléculas de agua en las mallas, más no las de cristalización.³¹

El yeso dental también cuenta con propiedades químicas, tales como la estabilidad dimensional. El yeso dental también cuenta con propiedades físicas, tales como la propiedad de resistencia, y esta a su vez cuenta con dos tipos. La primera es la resistencia en estado húmedo que esta podrá ser medida habiendo pasado una hora del fraguado. La segunda es resistencia en seco: esta se medirá después de 24 u 48 horas, tiempo en el cual el yeso ya estará totalmente duro y seco. Esta resistencia es dos o más veces fuerte a comparación de la resistencia húmeda.¹⁵

La resistencia a la fractura se calcula en dos momentos, se toma en cuenta el momento inicial y el tiempo final del fraguado. Basándonos en la teoría del fraguado, al endurecerse el yeso, aumenta su resistencia. No obstante, la resistencia se ve afectada por el exceso del agua del producto del fraguado.²⁴

La resistencia compresiva debe de tener un punto de equilibrio con respecto a la sequedad. Se requerirá como mínimo un día o una semana como máximo para que esté libre de agua y obtener la resistencia esperada.²⁶

La propiedad de dureza ocurre dependiendo de las fuerzas de compresión que obtenga el modelo, tendrá mayor dureza al secarse, para que el modelo seque bien debemos esperar aproximadamente dos horas para utilizarlo, pero es aconsejable dejarlo reposar durante una noche.³²

Se puede acudir a otros productos reemplazando el agua que nos ayuden a obtener una mayor dureza sin esperar tanto tiempo.³³

Muchas veces los materiales obtenidos del yeso no suelen reproducir y/o copiar a la perfección los detalles de la superficie ya que la superficie de este yeso es porosa, por consecuencia se forman burbujas de aire frecuentemente.³⁴

Existe relación entre la dureza superficial y la resistencia compresiva. La dureza superficial de los modelos confeccionados con yeso piedra depende de su resistencia a la compresión, es decir el yeso piedra tipo IV es el más resistente del grupo de materiales de yeso.³⁵

Es muy importante que los materiales utilizados para el modelo de estudio tengan gran resistencia ya que sufren muchos cambios durante el procedimiento.³⁶

El uso de equipos de medición será fundamental para determinar la magnitud de las propiedades físicas del yeso dental.³⁷

Para la medición de la dureza superficial de los modelos de yeso piedra se utiliza el equipo Microdurómetro Vickers; que es una máquina calibrada para aplicar una carga compresiva predeterminada, con un penetrador piramidal de diamante de base cuadrada y ángulos entre caras de 136° apoyado sobre la superficie del material bajo prueba. En general se encarga de determinar la magnitud de la fuerza aplicada en unidad Vickers.³⁸

Para medir la resistencia compresiva del yeso piedra en su gran mayoría se utiliza el equipo de ensayo universal Instron, el cual en general se encarga de determinar la magnitud de la fuerza aplicada en megapascales (MPa).³⁹

III. MÉTODOLÓGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue básica porque los resultados tienen aplicación práctica, de diseño experimental porque se manipuló las variables de estudio, de tipo cuantitativo porque los resultados fueron expresados en valores numéricos y con finalidad comparativa porque se compararon dos variables que son la resistencia compresiva y la dureza superficial con dos tipos de agua (potable y destilada).⁴⁰

El presente estudio se ajustó al denominado diseño balanceado simple, que es univariable y bicondicional, al ser sometida la misma variable a solo dos condiciones experimentales. Se trató de un diseño en el cual se manejó una variable independiente y se tuvo dos condiciones experimentales, permitiendo, de este modo, ver el efecto de una variable independiente sobre una variable dependiente. Por lo tanto, la variable dependiente lo conformaron la resistencia compresiva y la dureza superficial, mientras que la variable independiente lo constituyó el elemento agua, que fue aplicado sobre el yeso tipo IV en dos condiciones experimentales: agua potable y agua destilada.⁴¹

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Dureza superficial y la resistencia del yeso tipo IV.

Variable independiente: Tipos de Agua.

Matriz Operacionalización de variables (Anexo 2).

3.3. Población, muestra y muestreo

La población de estudio estuvo constituida por los yesos tipo IV que fue adquirido para el estudio, cuya cantidad fue indefinida y según las necesidades del investigador.

El estudio estuvo constituido por 36 muestras de yeso tipo IV en forma cilíndrica. Cada muestra tuvo medidas tales como el diámetro fue de 4 mm y de altura de 6 mm. Las muestras se dividieron en dos grupos de 18 especímenes respectivamente, las cuales se utilizaron para medir la dureza superficial y la resistencia a la compresión del yeso tipo IV con los dos tipos de agua. Para determinar el tamaño de la muestra se hizo uso de la fórmula de comparación de grupos:

$$n = \frac{w - w^2 \times Z_{\beta} + 1.4 \times Z_{\alpha}^2}{w^2}$$

$$n = \frac{0.80 - 0.80^2 \times 0.842 + 1.4 \times 1.96^2}{0.80^2}$$

$$n = 8.66$$

Dónde:

N = 9

n: Número mínimo de repeticiones presentes en el estudio.

Z α : Valor designado al nivel estadístico.

Z β : Valor designado al valor estadístico.

W: La diferencia mínima observable.

Siendo, Z α = 1.96: Z β = 0.842 y W = 0.80 (80%).

El número de repeticiones por ensayo fue 9, entonces multiplicado por los dos tipos de agua, y las dos propiedades a experimentar hizo un total de 36 muestras de análisis.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue la observación y el instrumento de recolección de datos empleados en la presente investigación fue una ficha de observación brindada por

el laboratorio. El laboratorio está especializado en ensayos mecánicos de materiales y calibraciones de los instrumentos mecánicos (Anexo 3)

3.5. Procedimientos

La recolección de los datos se llevó a cabo de manera secuencial, ello se realizó evaluando cada unidad muestral de forma individual. Para lograr los objetivos planificados se realizó los siguientes pasos de manera secuencial. Primero se destiló el agua con una maquina llamada VEVOR y se compró yeso tipo IV de la marca Elite Rock Dental; los cuales fueron mezclados con cada tipo de agua: Potable y Destilada y se verificó que los empaques estuvieran completamente sellados, la mezcla se realizó con 100 gr de polvo (yeso tipo IV) los cuales se pesaron en una balanza y 20 ml de agua (potable y destilada), los cuales se midieron en un medidor de agua, luego se colocó las mezclas en tubos de pvc para establecer una proporción adecuada para cada muestra; dichas muestras se pusieron encima de una platina de vidrio para que quedaran con una forma regular, y las medidas del diámetro fueron 4 mm y de altura de 6 mm esto se efectuó en un laboratorio a cierta temperatura (24°), el laboratorio era especializado en ensayos mecánicos de materiales y calibraciones, este utilizó la maquina digital de ensayos universales para observar la resistencia a la compresión y usó el microdurometro Vickers electrónico para observar la dureza. (Anexo 4).

3.6. Método de análisis de datos

Posterior a la recolección de datos, se procedió a organizar las fichas de recolección y a enumerarlas, y luego a ingresar sus datos en una hoja de cálculo de Excel, con la codificación planteada por las investigadoras. Una vez ingresados los datos a la base de Excel, fueron transferidos al editor del software estadístico IBM SPSS 22, para ser procesados y obtener los resultados pertinentes a cada uno de los objetivos de investigación planteados en el estudio. De esta manera, se obtuvieron resultados descriptivos de tendencia central y de

dispersión, como la media aritmética y la desviación estándar, respectivamente, así como las puntuaciones mínima y máxima.

Como estadística inferencial, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, para comparar la resistencia compresiva y la dureza superficial del yeso tipo IV de acuerdo a los tratamientos aplicados, agua potable y agua destilada. Para la comprobación de diferencia significativa se empleó el nivel de significancia de $p < 0,05$.

Finalmente, en la presentación de los resultados, siguiendo las normas de Vancouver se elaboraron tablas de medidas descriptivas y tablas con los valores calculados con la t de Student, cada una con su correspondiente interpretación.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de la presente investigación, las investigadoras manifiestan su compromiso de no aceptar donaciones ni muestras comerciales para que estos formen parte del estudio. De tal manera, las investigadoras asumen la responsabilidad de respetar los criterios éticos en la veracidad, autenticidad y originalidad de los datos reportados en la presente investigación⁴².

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Resistencia compresiva y dureza superficial entre los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada

VARIABLES	Grupos	N	Media	D. E.	t	gl	Sig. (unilateral)
Resistencia compresiva (MPa)	1: Yeso tipo IV + Agua potable	9	31.5122	2.60662	1.431	16	0.086
	2: Yeso tipo IV + Agua destilada	9	29.4433	3.46846			
Dureza superficial (Kg/mm ²)	1: Yeso tipo IV + Agua potable	9	25.333	1.2440	-1.828*	16	0.043
	2: Yeso tipo IV + Agua destilada	9	26.411	1.2574			

* Significativo al nivel de $p < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 1, para la comparación de resistencia compresiva (MPa), las puntuaciones medias fueron mayores en el grupo de yeso tipo IV mezclado con agua potable (Media = 31.5122), que en el yeso tipo IV con agua destilada (Media = 29.4433). Por lo tanto, a juzgar por los valores de significación unilateral, al ser mayor que el nivel de significancia de $p < 0.05$, no se registra diferencia significativa.

Por otro lado, para la comparación de dureza superficial, la puntuación media correspondiente al grupo de yeso tipo IV con agua destilada (Media = 26.411) resultó ser mayor a la registrada en el grupo de yeso tipo IV con agua potable (Media = 25.333), habiéndose obtenido, además, un valor de significación unilateral menor al nivel de $p < 0.05$. En consecuencia, se puede afirmar que el yeso tipo IV más el agua destilada ofreció mayor dureza superficial que con el agua potable.

Tabla 2. Resistencia compresiva en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada

Grupos				
1: Yeso tipo IV + agua potable			2: Yeso tipo IV + Agua destilada	
Espécimen	Fuerza máxima (N)	Resistencia Compresiva(MPa)	Fuerza máxima (N)	Resistencia Compresiva(MPa)
1	409.78	32.45	388.05	30.73
2	384.24	30.58	415.37	33.05
3	426.20	33.92	317.58	25.27
4	431.24	34.15	338.54	26.94
5	339.16	26.85	336.76	26.80
6	405.67	32.28	416.85	32.84
7	361.68	28.78	315.85	24.89
8	379.48	30.20	422.69	33.47
9	436.67	34.40	391.51	31.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se registraron las medidas de resistencia compresiva por cada uno de los especímenes muestreados de yeso tipo IV de los grupos 1 y 2, que se experimentaron con agua potable y agua destilada respectivamente. Tales medidas corresponden a los valores de Fuerza máxima (N) y Resistencia compresiva (MPa) correspondientes a los especímenes de cada uno de los grupos de yeso tipo IV.

Tabla 3. Dureza superficial en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada

Grupos		
1: Yeso tipo IV + agua potable 2: Yeso tipo IV + agua destilada		
Espécimen	Kg/mm ²	Kg/mm ²
1	26.9	24.8
2	25.2	24.9
3	27.1	25.0
4	25.2	27.6
5	25.1	27.1
6	26.1	26.9
7	25.1	28.3
8	23.2	26.7
9	24.1	26.4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3, se registran los resultados de dureza superficial, medida en Kg/mm², obtenidos luego de los ensayos a los que fueron sometidos los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada, respectivamente.

Tabla 4. Valores mínimo y máximo de la resistencia compresiva en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada

Grupos	Resistencia Compresiva (MPa)	
	Mínimo	Máximo
1: Yeso tipo IV + agua potable	26.85	34.40
2: Yeso tipo IV + agua destilada	24.89	33.47

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se registraron los valores mínimo y máximo de resistencia compresiva en los grupos de yeso tipo IV que se mezclaron con agua potable y agua destilada, respectivamente. Se puede observar que el valor mínimo en el grupos de yeso tipo IV con agua potable fue de 26.85 y el valor máximo fue de 34.40; asimismo, el valor mínimo en el grupo de yeso tipo IV con agua destilada fue de 24.89 y el valor máximo fue 33.47.

Tabla 5. Valores mínimo y máximo de la dureza superficial en los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada

Grupos	Dureza superficial (Kg/mm ²)	
	Mínimo	Máximo
1: Yeso tipo IV + agua potable	23.2	27.1
2: Yeso tipo IV + agua destilada	24.8	28.3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se registraron los valores mínimo y máximo de dureza superficial en los grupos de yeso tipo IV que se mezclaron con agua potable y agua destilada respectivamente. Se puede observar que el valor mínimo en el grupo de yeso tipo IV con agua potable fue de 23.2 y el valor máximo fue de 27.1; asimismo, el valor mínimo en el grupo de yeso tipo IV con el agua destilada fue de 24.8 y el valor máximo fue de 28.3

V. DISCUSIÓN

En primer lugar, cabe señalar que se elaboraron las muestras de yeso odontológico tipo IV en combinación con los dos tipos de agua (agua potable y agua destilada). Los especímenes elaborados fueron de forma cilíndrica en su totalidad, y sus medidas tuvieron de diámetro 4 mm y de altura 6 mm en su totalidad. Tras obtener las 36 muestras mencionadas anteriormente, fueron entregadas al laboratorio especializados en ensayos mecánicos de materiales. El laboratorio especializado seleccionado cuenta con máquinas de última generación y especialistas capacitados en el área físico-mecánica.

El laboratorio especializado sometió a las muestras en su totalidad a pruebas de compresión axial y de dureza microvickers.

Posteriormente, se recibió del laboratorio el reporte de los resultados obtenidos al realizar ambos ensayos (prueba a la resistencia a la compresión y la prueba de dureza superficial) de los especímenes.

Los datos obtenidos fueron procesados utilizando el software IBM SPSS 22. Así mismo se obtuvieron los resultados utilizando la aplicación de la T de Student la cual es usada para muestras independientes, la cual permitió determinar diferencias entre las puntuaciones medias de los grupos muestrales considerados en la investigación.

Respecto al ensayo de compresión axial, los resultados indicaron que no se registran diferencias significativas en la resistencia compresiva en sus componentes de Fuerza máxima (N) y Resistencia a la compresión (MPa), tanto en los especímenes elaborados con el yeso tipo IV en combinación con el agua potable, como en los especímenes elaborados con el yeso tipo IV en combinación con el agua destilada.

También se observó que el yeso tipo IV presentó una resistencia compresiva mayor cuando fue combinada con agua potable, a comparación con los especímenes que fueron combinados con agua destilada.

Se determinó que este hallazgo fue similar a la investigación reportada por Trujillo⁷ quien realizó un estudio en Guatemala, el cual para su estudio elaboró

muestras de yeso, para determinar la diferencia en propiedades físico-mecánicas del yeso piedra tipo III y yeso piedra mejorado tipo IV al mezclar con dos tipos de agua (agua destilada y agua de cañería), donde concluyó que no existe diferencia significativa cuando se compara la resistencia a la compresión en ambos tipos de yeso piedra mejorado tipo IV empleando agua destilada y agua de cañería.

Como apreciación personal, se puede afirmar, que para efectos de conseguir resistencia a la compresión en el yeso mejorado tipo IV, se podía combinar con agua potable o con agua destilada, de modo indistinto.

Otra investigación que se aproxima en los resultados encontrados en la presente investigación es el de Dos Santos¹³, quien realizó un estudio en Brasil, cuyo objetivo fue determinar la dureza superficial de los especímenes de yeso mezclados con diferentes tipos de agua (agua del grifo, agua mineral y agua destilada). Donde se determinó que el agua del grifo utilizada cumplió con los requisitos para el agua potable; el agua mineral tiene propiedades fisicoquímicas diferentes al agua del grifo y está enriquecida con ciertos minerales, como calcio, fluoruro, magnesio, cloruro, carbonato, sodio, entre otras; y el agua destilada no tiene sales minerales. Dado que los tres tipos de agua tienen diferentes composiciones, se evaluaron si podría influir en la resistencia a la compresión de los especímenes de yeso, entre otras propiedades. Se concluyó que no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión entre las muestras de yeso combinadas con los tipos de agua mencionados. No obstante, se apreció que los grupos de yeso tipo IV mezclados con agua destilada registraron mayores puntuaciones medias en resistencia a la compresión, seguidos de los grupos con agua del grifo.

Se sabe que la resistencia a la compresión está asociada a varios factores, entre ellos la relación agua-polvo (A/P); es decir, mientras menor fuera la relación A/P mayor sería la resistencia compresiva del yeso de tipo IV, también denominado yeso piedra.

Al respecto, Subhan¹², quien realizó un estudio en Pakistán, encontró que el requerimiento de agua de muestras de yeso utilizadas en su estudio varía según el tipo de agua de mezcla (destilada, de suspensión, mineral y desionizada). La disminución más pronunciada en la proporción de agua en polvo tanto de piedra

como de yeso se logró con agua en suspensión. Llegaron a la conclusión de que al elaborar las muestras de yeso con los diferentes tipos de agua, resalta el agua en suspensión, ya que se requería menos relación agua-polvo (A/P).

Con referencia al ensayo de la dureza superficial del yeso tipo IV en combinación con el agua potable y el agua destilada, los resultados evidenciaron diferencias significativas.

En el promedio de dureza superficial derivado de los tres ensayos efectuados, la puntuación media en el yeso tipo IV + agua destilada fue significativamente mayor que la del yeso tipo IV + agua potable. En este caso, se pudo establecer que para conseguir la mayor dureza superficial resultaba mejor emplear el yeso tipo IV mezclado con agua destilada.

Se determinó que el resultado anterior se aproximó, en cierta medida, a lo registrado por Ayoub⁵ en su investigación, la cual fue realizada en la India, donde se evaluó el efecto de 3 tipos de líquidos (agua destilada, agua en suspensión y agua lechada) sobre la dureza de la superficie del yeso tipo IV. En este estudio se observó que el agua destilada y el agua en suspensión produjeron la mayor y la menor dureza superficial respectivamente, cuando se mezclaban con yeso tipo IV. Concluyeron que la matriz de yeso con el agua destilada generó la máxima dureza, mientras que con el agua lechada se produjo la mínima dureza.

También es importante mencionar que existe una discrepancia entre el resultado mencionado anteriormente con el estudio desarrollado por Choudhary¹¹, quien buscó determinar la dureza superficial de los moldes de yeso elaborados con agua en suspensión y agua destilada; concluyendo que la dureza superficial para los moldes de yeso Tipo IV mezclados con agua destilada no muestran ninguna variación significativa en comparación con los moldes elaborados de yeso tipo IV con agua de suspensión.

Los resultados obtenidos permitieron demostrar que las diferencias de la resistencia compresiva entre los especímenes elaborados con yeso tipo IV mezclados con los dos tipos de agua (agua potable y agua destilada) no fueron significativas.

Así mismo los resultados obtenidos permitieron demostrar que las diferencias de la propiedad de dureza superficial, entre los especímenes elaborados con yeso tipo IV mezclados con los dos tipos de agua (agua potable y agua destilada) sí fueron significativas, determinando que la mayor dureza superficial fueron los especímenes obtenidos con la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.

De esta manera se podrá obtener modelos de yeso de buena calidad en resistencia a la compresión y dureza superficial usando el yeso tipo IV en combinación con solo agua destilada, con la recomendación de que siempre se use una técnica adecuada y se siguieran las recomendaciones del fabricante, el cual puede ser de ayuda para la comunidad odontológica en la elección del yeso tipo IV en cuanto al saber qué tipo de agua utilizar en el protocolo de mezcla para poder obtener las mejores propiedades y así garantizar el éxito en la elaboración de los modelos de trabajo.

VI. CONCLUSIONES

1. No existe diferencia significativa ($p=0.086$) en la resistencia compresiva entre los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada, por el contrario si se registró diferencia significativa ($p=0.043$) en la dureza superficial entre los grupos de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada
2. La resistencia compresiva en los grupos de yeso tipo IV fue mayor mezclado con agua potable, que con agua destilada.
3. La dureza superficial en los grupos de yeso tipo IV fue mayor mezclado con agua destilada, que con agua potable.
4. En la resistencia compresiva el valor mínimo en los grupos de yeso tipo IV con agua potable fue de 26.85 y el valor máximo fue de 34.40; asimismo, en la resistencia compresiva el valor mínimo en los grupos yeso tipo IV con agua destilada fue de 24.89 y el valor máximo fue de 33.47.
5. En la dureza superficial el valor mínimo en los grupos de yeso tipo IV con agua potable fue de 23.2 y el valor máximo fue de 27.1; asimismo, en la dureza superficial el valor mínimo en los grupos de yeso tipo IV con el agua destilada fue de 24.8 y el valor máximo fue de 28.3

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar ensayos experimentales considerando muestras de yeso de tipo IV de diferentes marcas, que permitan confirmar la mejora de los resultados en cuanto a resistencia a la compresión y dureza superficial aquí obtenidos.
2. Se recomienda emplear agua destilada para la preparación de yeso tipo IV, de modo que garantice, para los diferentes propósitos dentales, la suficiente medida de resistencia compresiva y dureza superficial.
3. Llevar a cabo un estudio químico que permita detectar si la presencia de minerales del agua potable afecta a la dureza y, por consiguiente, las propiedades del yeso tipo IV en su preparación.
4. Se sugiere llevar a cabo ensayos experimentales, preparando el yeso tipo IV con un mezclador al vacío que facilite una espatulación adecuada para conseguir, así, un mejor fraguado.

REFERENCIAS

1. Alaa N. y Al-Saraj. The effect of mixing technique and methods on some physical properties of dental stone. Prosthetic dentistry department. 2013;13 (1): 170-5. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337817911_The_Effect_of_Mixing_Technique_and_Methods_on_Some_Physical_Properties_of_Dental_Stone
2. Avila J. y Alcón G. Yesos odontológicos (GYPSO). Rev de actualización clínica boliviana. 2013; 30: 1483-7. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a02.pdf
3. López L., Rodríguez D. y Espinosa N. Materiales de impresión de uso estomatológico. Órgano científico estudiantil de ciencias médicas de Cuba. 2018. 57(267): 64-72. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2018/abr18267k.pdf>
4. Redondo M., Perea B. y Labajo E. Dental unit waterlines in odontology. C Gaceta Dental. 2013; 250: 2-14. Disponible en: <https://gacetadental.com/2013/09/dental-unit-waterlines-en-odontologia-44693/>
5. Ayoub W., Ahmed I., Jan T. y Bashir A. Comparison of tap water, distilled water and slurry water on surface hardness of gypsum die an in vitro study, India international journal of applied dental sciences. 2019; 5(2): 281-3. Disponible en: <https://www.oraljournal.com/pdf/2019/vol5issue2/PartE/5-2-53-216.pdf>
6. Demir N., Akkus B., Karci M. y Yazman S. Compressive and diametral tensile strength of dental stones with SiO₂ and Al₂O₃ nanoparticles, Turquía. International journal of medical sciences and innovative research. 2018;3(5):

139-47.

Disponible

en:

[https://www.researchgate.net/publication/333089255 Compressive and Diametral Tensile Strength of Dental Stones with SiO₂ and Al₂O₃ Nanoparticles](https://www.researchgate.net/publication/333089255_Compressive_and_Diametral_Tensile_Strength_of_Dental_Stones_with_SiO2_and_Al2O3_Nanoparticles)

7. Trujillo J. 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, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018. 1(1): 1-74. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10080/>
8. Niekawa C., Kreve S., A'vila G., Godoy G., Avila G., Vieira da Silva J. y Dias S. Analysis of the mechanical behavior and surface rugosity of different dental die materials. J int soc prev community dent. 2017;7(1):34. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5343681/>
9. Kusumastuti K., Irawan B. y Damiyanti M. Effect of shelf life on compressive strength of type iv gypsum, EE.UU. Journal of physics: conference series. 2017; 1-6. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/884/1/012092>
10. Firas K., Ihab Y. y Wael R. Effect of adding some additives and drying method on compressive strength of gypsum products key words introduction: materials and method. Tikrit j dent Sci. 2017;5(1):25–32. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/327561635 Effect of Adding some Additives and Drying Method on Compressive Strength of Gypsum Products](https://www.researchgate.net/publication/327561635_Effect_of_Adding_some_Additives_and_Drying_Method_on_Compressive_Strength_of_Gypsum_Products)
11. Choudhary S., Banerjee A., Giri T. y Rohilla A. Study of surface hardness of gypsum casts made with slurry water: an in vitro study. j dent med sci.

- 2016;15(12):23–6. Disponible en: <https://www.iosrjournals.org/iosr-idms/papers/Vol15-Issue%2012/Version-1/E1512012326.pdf>
12. Subhan R., Pervaiz K., Malik S. y Choudhry Z. The effect of diverse water type on the water powder ratio of various dental gypsum products. Pakistán. Pakistan oral dental journal. 2016; 36(2): 331-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/306228243_the_effect_of_diverse_water_type_on_the_water_powder_ratio_of_various_dental_gypsum_products
13. Dos Santos J., Susuki M., Da Costa S., Shindi B., Baena M. y Ruiz E. Influence of different water types on the physical and mechanical properties of gypsum. Braz J oral sci. 2015; 14(3): 199-203. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/297736213_Influence_of_different_water_types_on_the_physical_and_mechanical_properties_of_gypsum
14. Amer T., Nada M. y Tariq K. The effect of adding some chemical material on the compressive strength and Surface hardness of dental stone. Irak. Eastern academic journal. 2015; 4: 104-110. Disponible en: [\(pdf\) the effect of adding some chemical materials on the compressive strength and surface hardness of dental stone \(researchgate.net\)](#)
15. Skinner. La Ciencia de los materiales dentales. 8va edición. Interamericana, editor. Mexico; 1992. 400 p. Disponible en: https://www.academia.edu/36411713/Ciencia_de_Los_Materiales_Dentales_Phillips
16. Avila J. y Alcón G. Yesos odontológico (Gypso). Rev actualización clin. 2013;30:1483–7. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013000300002&script=sci_arttext
17. Gajardo M. Materiales dentales. Modul I - Man apoyo teor. 2016;1(1):1–15. Disponible en: <http://www.materialesdentales.cl/unab/curso.php?id=13>

18. O'Brien R. Materiales Dentales. 6ta Edicio. Elsevier, editor. Buenos Aires; 1992. Disponible en: https://www.todostuslibros.com/libros/materiales-dentales_978-84-8174-188-9
19. Proença S., Suzuki M., Cesar S., Hirata B., Lopes M., Fernando E., et al. Influence of different water types on the physical and mechanical properties of gypsum. Braz J oral sci. 2015;14(3):199–203. Disponible en: <https://www.fop.unicamp.br/bjos-new/index.php/bjos/article/view/328>
20. Sudhakar A, Srivatsa G, Shetty R, Rajeswari CL, Manvi S. Evaluation of the various drying methods on surface hardness of type IV dental stone. J int oral heal. 2015;7(6):103–6. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/279456956_Evaluation_of_the_Various_Drying_Methods_on_Surface_Hardness_of_Type_IV_Dental_Stone
21. De Jesus R., Klug R., Vieira M., Bezerra G., Bandeca M. y Firoozmand L. Influence of water/powder ratio in the mineral and synthetic casts. Brazilian J oral sci. 2014;13(3):225–8. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bjos/a/x7dFLgCKDF6BvPtCGN5GtFB/?lang=en#:~:text=An%20increase%20in%20the%20water,replication%20of%20mold%20details10.>
22. López J. y Alarcón M. Calcium sulfate: properties and clinical applications. Rev clin periodoncia implant rehabil oral. 2011;4(43):138–43. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/piro/v4n3/art12.pdf>
23. Córdoba M., Coco V. y Basualdo J. Agua y salud humana. Rev Química Viva. 2010;9(3):105–19. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v9n3/basualdo.pdf>

24. Roman M. Yeso Paris, Piedra Y Piedra Mejorado. Rev Actual Clin. 2013;30(1):1488–92. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013000300003&script=sci_arttext
25. Chang Y., Yu C., Liang W., Tu M. y Chen S. Comparison of the surface roughness of gypsum models constructed using various impression materials and gypsum products. Vol. 11, Journal of Dental Sciences. 2016. p. 23–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30894941/>
26. De Cesero L., Mota E., Burnett L. y Spohr A. The influence of postpouring time on the roughness, compressive strength, and diametric tensile strength of dental stone. J Prosthet Dent. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry. 2014;112(6):1573–7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391314003631>
27. nusavice K., Phillips R., Shen C., et al. Philip’s science of dental materials. Editorial Elsevier Saunders. 2013; 12(1): 588. Disponible en: https://www.academia.edu/41764796/Phillips_Science_of_Dental_Materials_Phillip_Anusavice
28. De Cesero L, Nunes M, The addition of silica nanoparticles on the mechanical properties of dental stone. J. Prosthet. Dent. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry. 2012.p. 1-5.
29. Pineda SE, Moreno S, Flórez J. Conocimientos y prácticas sobre el manejo del yeso dental en estudiantes de laboratorio dental. Ciencia y Salud Virtual. 2018;10(1):15-23. Disponible en: <https://revistas.curn.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/957>
30. Sardi G. y Giovanna D. Yesos dentales utilizados en odontología. Catálogo ZEUS. Italia: Rina Quacer Cisq. 2011;(25): 5-27. Disponible en: <https://revistas.curn.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/957>

31. Bomfim M., Pino R., Consani S., Coelho M., Ferraz M. y Xediek R. 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 Science. 2012.p. 588-593. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3881792/>
32. Mohammed O., Mohammad A. y Mahdi R. Evaluation of the linear dimensional changes and hardness of gypsum product and 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)
33. Kenneth J. Ciencia de los materiales dentales. 10ª Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México. 1998.p. 193-195.
34. Macchi R. Materiales dentales. 4ª Edición. Editorial Panamericana. Argentina. 2009.p. 242-250.
35. Macchi C. Materiales dentales. 4ª Edición. Editorial Panamericana. México. 2006. p.275-277.
36. Mamani G. y Huaynoca N. Técnica de elaboración del modelo primario. Revista de Actualización Clínica Médica, La Paz. 2012; 2444: 1134-1137. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682012000900002&lng=es&nrm=iso
37. Murgueitio R. Propiedades mecánicas en odontología. Revista de Estomatología Universidad del Valle. Colombia. 2001; 9(2): 30-8. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/2550/Propiedades%20mecanicas%20en%20odontologia.pdf;jsessionid=525DA6620DA569B4E46CE00F81E1E319?sequence=1>

38. López A., Castilla M. y Correa A. Evaluación de la microdureza de cementos resinosos de uso odontológico: Estudio in vitro. Revista Científica Odontológica. Perú. 2014; 2: 67-74. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/view/78/102>
39. Rubén F. y Gonzalo L. Actualización de una máquina para ensayos de tracción y compresión a polímeros producidos por la Empresa Gert S.A, Colombia. Universidad Autónoma de Occidente. 2019; 1(1): 1-114. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11256/T08658.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
40. Sánchez H. y Reyes C. Metodología y Diseños en la Investigación Científica. Lima: Visión Universitaria; 2006. p. 43. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789972969539/metodologia-y-disenos-en-la-investigacion-cientifica/>
41. Anicama J. Diseño univariable bicondicional [Internet]. Scribd. 2012 [citado el 27 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/424556349/Diseno-Univariable-Bicondicional>
42. Viorato N. y Reyes V. La ética en la investigación cualitativa. [Internet]. 2019; 8(16): 35-43. Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/cuidarte/article/view/70389>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO DE ESCALA
Dureza superficial	Corresponde a la resistencia a la que posee un material. ¹	Magnitud de la fuerza aplicada en Vickers. Utilizando el equipo Microdurómetro Vickers digital automático.	Vickers(kg/mm ²)	De razón
Resistencia a la compresión	Corresponde a la capacidad para soportar una carga. ³⁹	Magnitud de la fuerza aplicada en MPa. Utilizando el equipo de ensayo universal Instron	Mega pascales (MPa)	De razón
Tipo de Agua	El agua es componente de la naturaleza más importante y esencial para la conservación de la vida ya sea humana o animal en la tierra ²³	Los tipos de agua utilizados en este estudio se clasificaron según su origen; el agua potable y el agua destilada.	0: Potable 1: Destilada	Nominal

ANEXO 2

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FICHA DE OBSERVACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DUREZA SUPERFICIAL
DEL YESO TIPO IV CON AGUA POTABLE Y DESTILADA”**

 HTL <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>		<small>- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES - LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES</small>			
INFORME DE ENSAYO N°		IE-036-2021	EDICION N° 2	Página 2 de 2	
6. RESULTADOS GENERADOS					
Grupo 1			Yeso tipo IV + agua potable		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Grupo 2			Yeso tipo IV + Agua destilada		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
• Velocidad de ensayo 1 mm/min					
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA: 22 °C HUMEDAD RELATIVA: 65 %			
8. VALIDEZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN ING. MECANICO LABORATORIO HTL CERTIFICATE		 HTL <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>			

ANEXO 3

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN MUESTRAS DE YESOS ODONTOLÓGICOS



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°		IE-037-2021	EDICIÓN N° 2	Página 1 de 3
ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN MUESTRAS DE YESOS ODONTOLÓGICOS				
1. TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DUREZA SUPERFICIAL DEL YESO TIPO IV CON AGUA POTABLE Y DESTILADA"			
2. DATOS DEL SOLICITANTE				
NOMBRE Y APELLIDOS	Diana Lisette Vertiz Torres			
DNI	46899146			
DIRECCIÓN	Calle mar de Java MZ. J lote 8 ubr. Miramar			
DISTRITO	Punta Hermosa			
NOMBRE Y APELLIDOS	Isabel Paola Paredes Cuya			
DNI	731219494			
DIRECCIÓN	Av. Samuel Alcázar 110			
DISTRITO	Rímac			
3. EQUIPOS UTILIZADOS				
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers Electronico – Marca LG			
MARCA	HV-1000			
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X			
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm			
MARCA	Mitutoyo			
APROXIMACIÓN	0.01mm			
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS				
FECHA DE INGRESO	12	Abril	2021	
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.			
CANTIDAD	3 Grupos			
DESCRIPCIÓN	Muestras de Yeso Ø 4mm y 6 mm de altura			
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Yeso tipo IV + agua potable		
	Grupo 2	Yeso tipo IV + Agua destilada		
5. REPORTE DE RESULTADOS				
FECHA DE EMISION DE INFORME	13	Abril	2021	

INFORME DE ENSAYO N°		IE-037-2021		EDICION N° 2		Página 2 de 3	
6. RESULTADOS GENERADOS							
Grupo 1		Yeso tipo IV + agua potable					
Espécimen	Carga de ensayo q (N)	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Promedio Hv Kg/mm ²		
1	50 (0.4903)	25.8	26.8	26.1	26.9		
2		25.1	25.1	25.4	25.2		
3		28.5	26.7	26.1	27.1		
4		26.1	24.8	24.8	25.2		
5		24.7	25.3	25.3	25.1		
6		26.4	25.1	26.7	26.1		
7		25.4	24.8	25.2	25.1		
8		23.7	22.1	23.7	23.2		
9		24.1	23.5	24.8	24.1		
Grupo 2		Yeso tipo IV + Agua destilada					
Espécimen	Carga de ensayo q (N)	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Promedio Hv Kg/mm ²		
1	50 (0.4903)	23.7	25.7	25.1	24.8		
2		25.7	23.4	25.7	24.9		
3		26.1	23.8	25.1	25.0		
4		28.1	27.8	26.9	27.6		
5		27.3	26.8	27.1	27.1		
6		28.1	25.1	27.6	26.9		
7		29.1	27.4	28.3	28.3		
8		27.4	26.3	26.5	26.7		
9		27.8	23.4	28.1	26.4		

INFORME DE ENSAYO N°		IE-037-2021		EDICION N° 2		Página 3 de 3	
Observaciones:							
<ul style="list-style-type: none"> tiempo de indentación 10-15 segundos. 							
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA: 23 °C HUMEDAD RELATIVA: 61 %					
8. VALIDÉZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN ING. MECANICO LABORATORIO HTL CERTIFICATE		 HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE					

ANEXO 4

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN MUESTRAS DE YESOS ODONTOLÓGICOS



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-036-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 2
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN YESOS ODONTOLÓGICOS			
1. TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DUREZA SUPERFICIAL DEL YESO TIPO IV CON AGUA POTABLE Y DESTILADA"		
2. DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Diana Lisette Vertiz Torres		
DNI	46899146		
DIRECCIÓN	Calle mar de Java MZ. J lote 8 ubr. Miramar		
DISTRITO	Punta Hermosa		
NOMBRE Y APELLIDOS	Isabel Paola Paredes Cuya		
DNI	731219494		
DIRECCIÓN	Av. Samuel Alcázar 110		
DISTRITO	Rímac		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	21	Abril	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de yeso Ø 4mm y 6 mm de altura		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Yeso tipo IV + agua potable	
	Grupo 2	Yeso tipo IV + Agua destilada	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	22	Abril	2021

INFORME DE ENSAYO N°		IE-036-2021	EDICION N° 2	Página 2 de 2	
6. RESULTADOS GENERADOS					
Grupo 1			Yeso tipo IV + agua potable		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	6.00	12.63	409.78	32.45
2	4.00	6.00	12.57	384.24	30.58
3	4.00	6.00	12.57	426.20	33.92
4	4.01	6.00	12.63	431.24	34.15
5	4.01	6.01	12.63	339.16	26.85
6	4.00	6.02	12.57	405.67	32.28
7	4.00	6.01	12.57	361.68	28.78
8	4.00	6.02	12.57	379.48	30.20
9	4.02	6.01	12.69	436.67	34.40
Grupo 2			Yeso tipo IV + Agua destilada		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	6.02	12.63	388.05	30.73
2	4.00	6.01	12.57	415.37	33.05
3	4.00	6.02	12.57	317.58	25.27
4	4.00	6.00	12.57	338.54	26.94
5	4.00	6.00	12.57	336.76	26.80
6	4.02	6.00	12.69	416.85	32.84
7	4.02	6.01	12.69	315.85	24.89
8	4.01	6.02	12.63	422.69	33.47
9	4.01	6.01	12.63	391.51	31.00
• Velocidad de ensayo 1 mm/min					
7. CONDICIONES AMBIENTALES					
TEMPERATURA: 22 °C HUMEDAD RELATIVA: 65 %					
8. VALIDÉZ DE INFORME					
VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN ING. MECANICO LABORATORIO HTL CERTIFICATE			 HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		

ANEXO 5

CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPO USADOS PARA LA EXPERIMENTACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2020 - 020

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2020-10-09
Fecha de expiración: 2021-10-10
Expediente: LMC-2020-0666

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DURÓMETRO
Marca : LG
Modelo : HV-1000
Serie : No Indica
Identificación : 8975 (*)
Procedencia : Corea
Tipo : Digital
Ubicación : No Indica
Fecha de Calibración : 2020-10-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:

En las instalaciones de HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	59 % HR	59 % HR

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Gerente de Metrología



Firmado digitalmente por
JORGE JESUS PADILLA
DUEÑAS
Fecha: 2020.10.09 18:35:00
-0500'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

ANEXO 6

REGISTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE REGISTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS	ÁREA DE INVESTIGACIÓN
---	---	-----------------------

I. DATOS INFORMATIVOS

1.1. ESTUDIANTE :	Diana Lisette Vértiz Torres Isabel Paredes Cuya
1.2. TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN :	“Resistencia compresiva y dureza superficial del yeso tipo IV con agua potable y destilada”
1.3. ESCUELA PROFESIONAL :	Estomatología
1.4. TIPO DE ENSAYO :	Ensayo experimental en grupos de especímenes de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada
1.5. PRUEBA ESTADÍSTICA EMPLEADA :	T de Student para muestras independientes
1.6. FECHA DE APLICACIÓN :	30 de abril de 2021
1.7. MUESTRA APLICADA :	- Dos grupos de 9 especímenes cada uno para calibración de resistencia compresiva - Dos grupos de 9 especímenes cada uno para calibración de dureza superficial

II. RESULTADOS

VALORES DE T DE STUDENT OBTENIDOS :	- Resistencia compresiva: $t = 0.086$ (no significativo al nivel de $p < 0.05$) - Dureza artificial: $t = 0.043$ (significativo al nivel de $p < 0.05$)
-------------------------------------	--

III. DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

- Los datos de los ensayos con los grupos de especímenes de yeso tipo IV con agua potable y agua destilada, se procesaron con el software IBM SPSS 25.
- Se determinaron las puntuaciones mínima y máxima de resistencia compresiva y dureza artificial en los grupos de especímenes mencionados.
- Se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, con el fin de establecer diferencias en cada variable entre los grupos referidos.

Estudiante:
DNI :


Mg. Jorge Luis Enriquez Veragu
CPSP 7050
Asesor metodológico
Escuela de Estudios Superiores - CPAL

ANEXO 7

PROTOCOLO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y DUREZA SUPERFICIAL DEL YESO TIPO IV

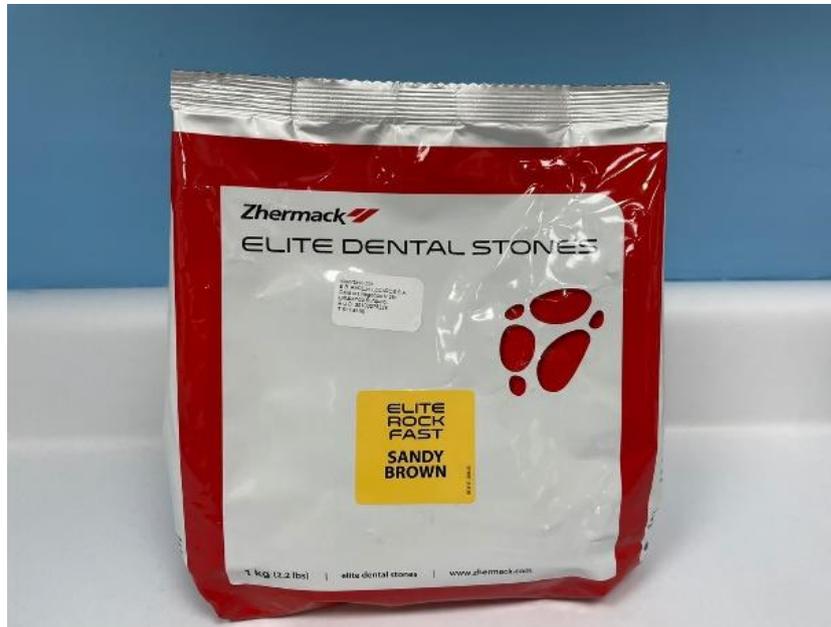


Figura 1. Presentación sellada del yeso tipo IV Elite Rock de la marca Zhermack.



Figura 2: Presentación de los medidores que se utilizarán para medir la cantidad correcta de líquido y yeso.



Figura 3: Presentación del tubo de ensayo con agua potable.



Figura 4: Presentación del yeso tipo IV añadida en la taza de goma. Se utilizó 1.1 g. aproximadamente de yeso tipo IV por cada muestra.



Figura 5: Procedemos a realizar la mezcla del yeso con los tipos de agua.

ANEXO 8

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra se hizo uso de la fórmula de comparación de grupos:

$$n = \frac{w - w^2 \times Z_{\beta} + 1.4 \times Z_{\alpha}^2}{w^2}$$

$$n = \frac{0.80 - 0.80^2 \times 0.842 + 1.4 \times 1.96^2}{0.80^2}$$

$$n = 8.66$$

Dónde:

$$N = 9$$

N: Número mínimo de repeticiones presentes en el estudio.

Z α : Valor designado al nivel estadístico.

Z β : Valor designado al valor estadístico.

W: La diferencia mínima observable.

Siendo, Z α = 1.96: Z β = 0.842 y W = 0.80 (80%).

El número de repeticiones por ensayo es 9, entonces multiplicado por los dos tipos de agua, y las dos propiedades a experimentar hace un total de 36 muestras de análisis.

ANEXO 9

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS USADOS PARA LA EXPERIMENTACIÓN



Figura 6. Balanza usada para pesar la cantidad homogénea de yeso tipo IV.



Figura 7. Aparato usado para la destilación del agua potable.(VEVOR)



Figura 8. Vibrador usado en la mezcla del yeso con los tipos de agua.



Figura 9. Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua potable.



Figura 10. Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.

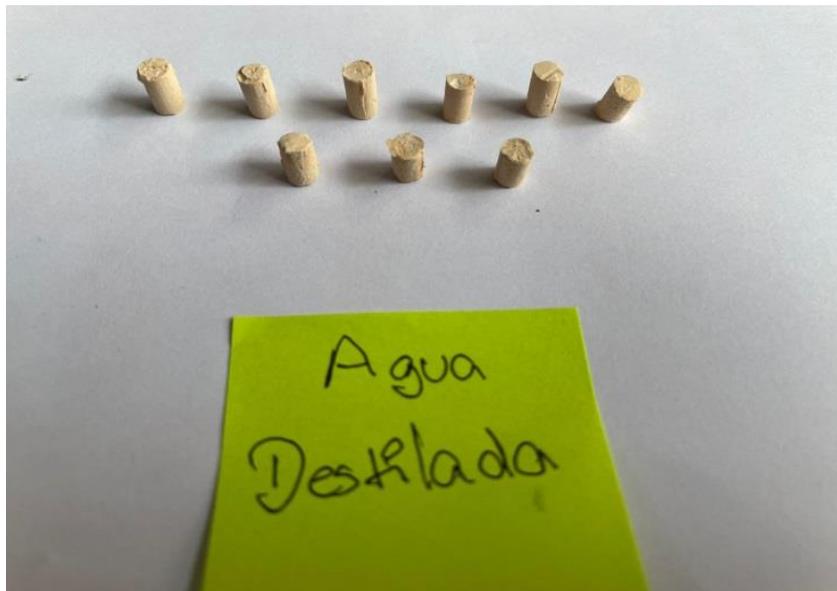


Figura 11. Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.



Figura 12. Muestras obtenidas de la mezcla del yeso tipo IV con el agua destilada.



Figura 13. Muestra de yeso en el aparato en el equipo de ensayo universal Instron.

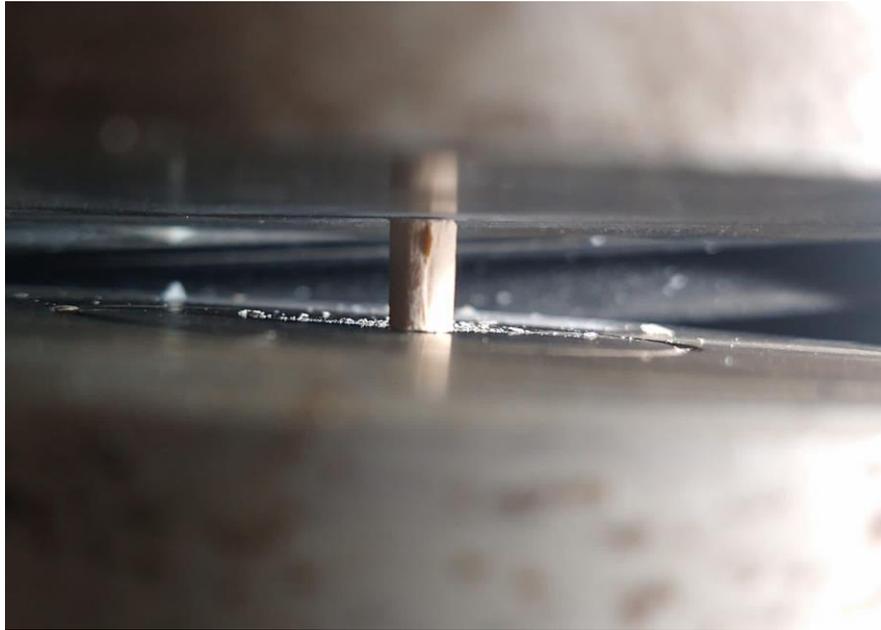


Figura 14. Muestra de yeso en el aparato en el equipo de ensayo universal Instron aplicando la máxima fuerza de compresión.