



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**EXACTITUD DIMENSIONAL EN LOS MODELOS DE TRABAJO,
ELABORADOS CON TRES YESOS TIPO IV MEZCLADOS AL
VACIO**

AUTOR:

Investigador Principal:

Dr. Jimmy Alain Málaga Rivera.

Sub Investigador:

CD. Kervan Edgardo Medianero Bazán.

SECCIÓN:

Ciencias Médicas

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Físico – Química de Biomateriales con Aplicaciones en Ciencias de la Salud

LIMA - 2017

DEDICATORIA

A mis padres por haberme traído al mundo inculcándome valores y haberme brindado una correcta educación con mucha responsabilidad, Gracias.

A Eusebio y Carmela que están en el cielo, que serán la motivación en cada momento de mi vida.

A papá Tito y mamá Rupe gracias por haberme dado estos padres maravillosos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar en este trabajo de Investigación, mi más profundo agradecimiento y reconocimiento a las personas que con sus experiencias, inquietudes y conocimientos, me impulsaron a generar el presente estudio; resaltando en esta ocasión, el importante apoyo de mi amigo, hermano el CD., Kervan Edgardo Medianero Bazán, en el campo de la Investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO (TRABAJO DE INVESTIGACIÓN)

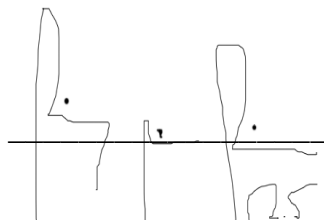
Por el presente documento, informo que he elaborado el Trabajo de Investigación denominado: **EXACTITUD DIMENSIONAL EN LOS MODELOS DE TRABAJO, ELABORADOS CON YESOS TIPO IV MEZCLADOS AL VACIO**, declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el/la autor/a que lo suscribe y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable de todo su contenido y asumo, como autor, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales.

Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Dirección de Investigación, que dictamine la Universidad Privada Juan Pablo II - Escuela Académico de Estomatología.


NOMBRE Y APELLIDOS : Jimmy Alain Málaga Rivera
DNI X C.E. : 09674281
INSTITUCION DE PROCEDENCIA : Doctor en Investigación Científica - **AAU**; Maestro en Docencia e Investigación en Estomatología - **UNFV**; Docente Responsable en el área preclínica de Anatomía Dental y Oclusión - **UPJPII**; Docente Responsable en el área preclínica de Operatoria Dental - **UPJPII** ; Facultad de Ciencias de la Salud - Escuela Académico de Estomatología.

FIRMA:



NOMBRE Y APELLIDOS : Kervan Edgardo Medianero Bazán
DNI X C.E. : 10330555
INSTITUCION DE PROCEDENCIA : Cirujano Dentista de profesión; Diplomado de Especialización en Gestión del comercio internacional - **ADEX**; egresado de la Maestría en Gestión de los servicios de Salud - **UPSP**; Diplomado en Gestión de Negocios - **UESAN**; Gerente Comercial en el Laboratorio Quillapharma; Gerente Comercial en boticas Inkasalud - inversiones tobal sac.

FIRMA:



Lima, 31 de agosto del 2017
Páginas preliminares
Portada

Pág.
i

Dedicat6ria	ii
Agradecimientos	iii
Declaraci6n de Autenticidad y No Plagio	iv
6ndice	v
Lista de Tablas	vi

RESUMEN
ABSTRACT

I. INTRODUCCI6N	01
Antecedentes	02
Fundamentaci6n cient6fica, t6cnica o human6stica	06
Justificaci6n	24
Problema	24
Hip6tesis	25
Objetivos	25
II. MARCO METODOL6GICO	27
2.1. Variables	27
2.2. Operacionalizaci6n de variables	27
2.3. Metodolog6a	27
2.4. Tipos de estudio	27
2.5. Dise6o	28
2.6. Poblaci6n, muestra y muestreo	28
2.7. T6cnicas e instrumentos de recolecci6n de datos	29
2.8. M6todos de an6lisis de datos	32
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSI6N	40
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGR6FICAS	49
ANEXOS	52

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Medidas de tendencia central y variabilidad del yeso FUJIROCK EP.	41
Tabla 2. Estadísticas de contraste entre modelos con yeso FujiRock EP y patrón.	41
Tabla 3. Medidas de tendencia central y variabilidad del yeso ELITE ROCK.	42
Tabla 4. Estadísticas de contraste entre modelos con yeso Elite Rock y patrón.	42
Tabla 5. Medidas de tendencia central y variabilidad del yeso RUBIMIX.	43
Tabla 6. Estadísticas de contraste entre modelos con yeso RUBIMIX y patrón.	43
Tabla 7. Diferencias en la reproducción de la distancia D1 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.	44
Tabla 8. Diferencias en la reproducción de la distancia D2 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.	44
Tabla 9. Diferencias en la reproducción de la distancia D3 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.	45
Tabla 10. Diferencias en la reproducción de la distancia D4 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.	45
Tabla 11. Diferencias en la reproducción de la distancia L12 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.	46
Tabla 12. Diferencias en la reproducción de la distancia L34 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.	46
Tabla 13. Nivel de significancia de acuerdo a la reproducción de las distancias de los tres modelos de yeso tipo IV según las pruebas estadísticas.	47

RESUMEN

EXACTITUD DIMENSIONAL EN LOS MODELOS DE TRABAJO, ELABORADOS CON TRES YESOS TIPO IV MEZCLADOS AL VACIO, es una tesis que logró precisar cuan exacto deben de ser los yesos tipo IV en su manipulación para la obtención de un correcto modelo de trabajo en el laboratorio.

Para proceder a su comprobación, se formaron tres grupos aleatorios, realizando una evaluación pretest, para posteriormente hacer una sola aplicación; para verificar la exactitud dimensional en los modelos de trabajo se hizo una evaluación posttest para cada grupo y todas las comparaciones posibles.

Se utilizaron fichas de recolección de datos para su posterior análisis, obteniéndose, que no existen diferencias significativas en los resultados en el uso de cualquiera de las tres marcas de yeso utilizados en el presente estudio.

Se encontró que el yeso Fujirock EP se acerca más a las medidas del patrón, pero estadísticamente estas diferencias no fueron significativas.

SUMMARY

DIMENSIONAL ACCURACY IN WORK MODELS, ELABORATED WITH THREE TYPE IV GYPSUM MIXED IN VACUUM,

is a thesis that managed to specify how exact type IV gypsum must be in its manipulation to obtain a correct working model in the laboratory.

In order to verify them, three random groups were formed, performing a pretest evaluation, and then making a single application; to verify the dimensional accuracy in the working models a posttest evaluation was made for each group and all possible comparisons.

Data collection sheets were used for further analysis, obtaining, that there are no significant differences in the results in the use of any of the three plaster brands used in the present study.

It was found that the Fujirock EP gypsum was closer to the measurements of the pattern, but statistically these differences were not significant.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se están desarrollando diversos procedimientos en la confección de restauraciones protésicas que cumplan con altas expectativas funcionales, biocompatibilidad y estética. Sin embargo, a pesar de la introducción de nuevos materiales y avances tecnológicos en el proceso de elaboración, se ha cuestionado el comportamiento en los cambios dimensionales que pudieran sufrir los materiales utilizados para la confección definitiva de los trabajos en el laboratorio dental (coronas unitarias, coronas de diseño anatómico y coronas monolíticas de adecuada translucidez con vitrocerámica de disilicato de litio y zirconia, entre otros). El yeso es un mineral común, constituido en sulfato cálcico dihidratado; es un tipo de roca sedimentaria ampliamente distribuido, formado por la precipitación del sulfato cálcico en el agua del mar y se origina en zonas volcánicas por la acción del ácido sulfúrico sobre minerales con contenido de calcio¹. Bajo el término de "productos del yeso" se hace referencia a varias formas de sulfato cálcico fabricadas por calcinación del sulfato cálcico dihidratado, esta calcinación puede ser controlada para producir una parcial o completa deshidratación; también pueden obtenerse productos del yeso por calcinación sintética o química.²

Los yesos tipo IV, son utilizados ampliamente en Odontología, especialmente en los procedimientos de laboratorio, debido a que los trabajos realizados como aparatos dentales protésicos se construyen fuera de la boca del paciente; su correcto uso contribuye al éxito de estos procedimientos.³ Existen diferencias en la estabilidad dimensional, humectabilidad y dureza de la superficie de los modelos de yeso; aunque algunos estudios han informado acerca de la compatibilidad entre las combinaciones con los materiales de impresión, en relación con detalles de la reproducibilidad de las diferentes marcas de yeso Tipo IV y los elastómeros.⁴

El lector encontrará en el presente estudio fundamentación científica y relevante que sea necesario para su conocimiento en los procesos del día a día para su práctica profesional; de igual forma la descripción del Problema de Investigación, a partir de una descripción de la realidad, su formulación y justificación, así como los Objetivos e Hipótesis, como parte importante del estudio, se realizaron pruebas estadísticas de comparación entre las muestras;

en la que se demostraron que no existe diferencia significativa en la exactitud dimensional de los yesos tipo IV; pero sí que había un yeso que se acercaba más a los valores de exactitud en la se utilizó una maquina al vacío que pudo realizar las mezclas adecuadamente.

El Objetivo del estudio, fue demostrar y comparar cuantitativamente cuan exacto son los cambios de dimensión que podrían sufrir los yesos tipo IV utilizados en el laboratorio dental, y de esta manera relacionarlo con el éxito del trabajo final.

Antecedentes

Werner Finger (1980); determinó que la medida de la expansión de fraguado de dos yesos piedra según la especificación N ° 25 de la ADA, fue inferior a la expansión determinada por un método indicador de línea. Los valores de esta última prueba y la desviación en porcentaje del diámetro del modelo de yeso de una corona completa (producido en las impresiones de silicona individuales.) con el diámetro de la preparación original eran idénticos. Una reducción de la efectiva del cambio en la expansión a un valor de 0,05% o menos es deseable y demostró que era posible estudiar los materiales de piedra, sin alterar otras propiedades importantes.¹

Price Richard (1991); determinó la precisión dimensional de los modelos realizados utilizando una combinación de cuatro materiales de impresión y tres de yeso tipo IV. De un molde metálico fue preparada la corona de un molar tallado para una corona completa, y 10 réplicas de piedra fueron hechas con 12 diferentes combinaciones de materiales de impresión y yesos piedra. Las distancias entre los puntos de referencia en el metal y los modelos de yeso piedra se midieron en tres direcciones con un microscopio de viaje. Análisis de varianza y las comparaciones de MR de Duncan ($P < .05$) mostró que todos modelos de yeso fueron más grandes que el modelo maestro. Ninguna combinación de material de impresión / yeso piedra produce un acortamiento o alargamiento significativo en las tres direcciones medidas.²

Millstein P.L. (1992); realizó un estudio para evaluar la exactitud de los modelos realizados en yeso tipo IV. En su estudio utilizó cuatro marcas de Yeso tipo IV para elaborar sus modelos y los comparó. Los resultados indicaron distorsión en todos los modelos, pero además encontró diferencias significativas entre las diversas marcas de yeso tipo IV utilizadas en su investigación.⁵

Pereira T, et al (2002); analizaron y compararon la resistencia a la tracción diametral y compresión de los modelos de yeso tipo IV utilizando diferentes técnicas de manipulación. Para ello, en los grupos I y III, se utilizó manipulación mecánica y en los grupos II y IV manipulación manual. En los grupos I y II se midió la resistencia a la compresión y en los grupos III y IV, la resistencia a la tracción diametral. Los resultados de estadística ($p < 0,05$) al aplicar la prueba de Tukey no se mostraron diferencias entre las técnicas para el ensayo de compresión. La manipulación manual influyó negativamente en la resistencia a la tracción diametral.³

Brian J. Kenyon et al (2005); compararon la exactitud dimensional lineal de 7 de materiales para confección (Velmix type IV, Hard rock type V, Resin rock Type IV con resina impregnada, Die epoxy fast set Resina epoxy, Model tech Resina de poliuretano, integrity Bis-Acryl composite y Cooper plated). Un modelo maestro análogo a una preparación para una corona veneer fue preparada de acero quirúrgico inoxidable y 3 mediciones se hicieron a partir de 3 líneas de referencia definidos por los investigadores. Los modelos obtenidos de la impresión con polivinilsiloxano, se midieron a un rango de precisión de 0,0001 mm. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza / pruebas de Duncan al nivel de significación de 0,05 y las comparaciones por pares. En los resultados obtenidos el material de yeso tipo IV impregnado con resina fue el que más se aproximaba a las dimensiones del modelo maestro, y no fueron significativamente diferentes los otros materiales entre sí. Los yesos convencionales tipos IV y V para modelo exhibían cambios de la expansión dentro del rango apropiado para yeso. Los materiales de resina epoxy demostraron una contracción comparable a la expansión de los yesos tipos IV y V. En conclusión, el material de yeso Tipo IV impregnado con fue más preciso que los otros materiales a prueba.⁴

Willers H. et al (2005); realizaron un estudio comparativo sobre laboratorios, midiendo la dilatación y la contracción de los diferentes materiales para modelos. En este estudio se elaboraron 11 modelos con diferentes materiales de 5 fabricantes distintos para las mediciones. Como valor inicial se creó un modelo de acero (modelo 0) para 4 distancias de medición diferentes. Estas distancias se midieron con un pie de rey electrónico que se ajustaba a los puntos de medición (implantes del modelo) sin tolerancia. La prueba fue claramente favorable a los yesos naturales reforzados con resina y a la resina epóxica curada de manera lenta.⁶

Al-Abidi (2006); evaluó el efecto de la adición de las bases de yeso dental (con diferentes tipos de piedras dentales, II, III, y IV) sobre la exactitud del modelo de trabajo. Se elaboraron 40 muestras divididas en cuatro grupos de diez para cada tipo de yeso, se realizaron las mediciones y comparaciones correspondientes en base a tres medidas definidas en el modelo patrón. Se concluyó que hubo una diferencia en el promedio de las mediciones de los modelos de yeso en diferentes puntos de referencia. La diferencia en las mediciones entre el modelo maestro y el yeso tipo III fue el más pequeño. No hubo diferencias significativas en las mediciones entre los cuatro materiales. En general hemos encontrado que el yeso tipo III (Quick stone) es el mejor material para bases de colada en términos de que arrojó el más pequeño margen de error en las mediciones.⁷

Sansiviero A, et al (2008); evaluaron el efecto de la manipulación manual a cielo abierto y la manipulación mecánica al vacío en las diferentes marcas de yeso de piedra de alta resistencia. 48 muestras para el análisis se construyeron en un dispositivo concebido por Garlipp Bombonatti, en el que la expansión de fraguado de las muestras de ensayo se midió. Los datos fueron sometidos a la prueba de Kruskal - Walls y de Mann-Whitney (0,05) y mostró los siguientes resultados: Durone IV (M), 0,092 a; Durone IV (V), 0.090; EliteRock (M), 0,085 a; EliteRock (V), 0,087 A; SilkyRock (M), 0,088 a; SilkyRock (V), 0.090; GilRock (M), 0,085 a; GilRock (V), 0,083 a. Con el resultado, se concluyó que no hay diferencia entre los distintos yesos testeados, ni entre las técnicas de mezcla manual y manipulación mecánica al vacío.⁸

Rodríguez AN., Gassó CA., Oliva C., Pacchioni A., Edelberg MH. (2010); realizaron un estudio para evaluar las propiedades de los yesos para troqueles de baja expansión según dos técnicas de mezclado: convencional y tipo cemento. El uso del yeso para modelos tipo IV (también denominado yeso piedra mejorado o densita), requiere de una meticulosa proporción, manipulación y técnica para alcanzar modelos o troqueles de alta calidad. Dada la relación agua/polvo indicada por el fabricante, el mezclado debe llevarse a cabo de modo de obtener una masa plástica, densa (libre de poros o aire) y cuya consistencia asegure el correcto vaciado de la impresión.

En tal sentido, la manipulación convencional en una taza de plástico con una espátula para yeso, si bien cumple con los requisitos de la mezcla, incorpora muchas burbujas de aire y suele ser dificultosa para lograr la consistencia apropiada. Con el intento de sobrellevar estos inconvenientes, se suele indicar la mezcla de estos tipos de yesos como si fuera la mezcla de un cemento, sobre una loseta de vidrio liso y con una espátula para cemento. El objetivo de este trabajo fue evaluar ambas técnicas a través de una serie de ensayos mecánicos, en este caso, mediante un ensayo de resistencia diametral indicado para materiales frágiles. Los resultados obtenidos no determinaron diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas empleadas aunque, subjetivamente, la mezcla tipo cemento pareciera ser operativamente más sencilla y eficiente (se puede usar menos material).⁹

Pedro Díaz Díaz (2014); realizó un estudio experimental sobre manipulación y propiedades físico-mecánicas de los productos derivados del yeso usados en odontología donde se realizaron mediciones de la expansión de fraguado, de la dureza y de la resistencia a la compresión de los yesos; determinando según el Test "T de Student" si la muestra es inferior a 30 datos o el "Test de Normalidad" si iguala o supera esa cifra; para ambos tipos de test estadísticos se calculo los límites o intervalo de confianza para una fiabilidad del 95%, así como el valor P o nivel de significación, que indicó la probabilidad de desviación de la hipótesis nula. Llegando a la conclusión que la mezcla mecánica al vacío reduce significativamente, hasta un 44.98% en la expansión de fraguado de los productos derivados del yeso usados en odontología, con respecto a una mezcla

manual; la mezcla mecánica al vacío disminuye significativamente, hasta un 14,67%, la Dureza de los productos derivados del yeso, al compararse con una mezcla manual; la resistencia a la Compresión están más ajustados a la Norma ISO 6873 que sus homólogos de expansión de fraguado (cumplimiento del 57.89% para la R.C. frente al 25.8% de la E.F.); la dureza y la resistencia a la compresión son parámetros mecánicos independientes, no existiendo correlación entre ambos; de igual forma la calidad del agua empleada en la mezcla de los yesos no influye significativamente en la expansión de fraguado de los mismos.¹⁰

Vega Ruiz, Malú Ingrid (2014); realizó un estudio sobre los cambios dimensionales de modelos con yeso tipo IV en relación a la proporción polvo-líquido para la preparación del alginato; en la que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del modelo maestro con los grupos experimentales de estudio en las localizaciones E entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo 0-3. Para la localización F entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo; en cuanto a la localización G existieron diferencias entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo 0-3. Por último en la localización H, entre el Grupo 0-2, Grupo 0-3. Sin embargo en las localizaciones A, B, C y D no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Existiendo una significancia en cuanto a los cambios dimensionales en algunas localizaciones de los modelos de yeso tipo IV cuando alteramos las proporciones polvo-líquido para la mezcla del alginato dental.¹¹

Fundamentación científica, técnica o humanística

Historia y Orígenes

El primer autor del que tenemos noticia el cual realizó una toma de impresiones fue el alemán Philip Pfaff en el año 1755. Utilizó cera blanda para realizar impresiones de diferentes secciones de la boca y obtuvo modelos de escayola a partir del vaciado de las mismas.¹²

En 1843, Durming describe el yeso como material idóneo para toma de impresiones, y antes de comenzar el siglo XX ya se conocían los principios

fundamentales de importantes procedimientos odontológicos, entre ellos la obtención de impresiones.¹²

Los primeros elastómeros no acuosos que fueron introducidos en la década de los 50 fueron los polisulfuros. La aparición de las siliconas, ocurre en 1955 con las de polimerización por condensación y desde entonces no han dejado de experimentar cambios y mejoras en cuanto a sus propiedades y fiabilidad.¹²

Las siliconas de adición fueron introducidas en el año 1970. Desde esos años y especialmente en la década pasada, estos materiales han ganado una gran aceptación e importancia en el mercado de materiales de impresión.¹³

El Yeso (Del latín gypsum, y este del griego gypsos)¹⁴, se originó hace 200 millones de años como resultado de depósitos marinos, cuando parte de lo que ahora son nuestros continentes eran inmensas extensiones oceánicas; durante este periodo, algunos mares se secaron dejando lechos de yeso que se recubrieron para ser descubiertos posteriormente por el hombre.¹⁵

Durante siglos se han utilizado diferentes formas de yeso para propósitos de construcción; se supone que el alabastro que se utilizó en la construcción del templo del rey Salomón, de fama bíblica, fue una variedad del yeso¹⁶; también el yeso fue utilizado como uno de los revestimientos para preservar cuidadosamente la forma del cuerpo de las momias egipcias.¹⁷

Algunos dentistas americanos habían usado yeso para impresiones en la década de 1840, y la técnica fue presentada mayoritariamente a la profesión por Chapin Harris en 1853.¹⁸

Desde abril de 1929, la asociación dental americana (ADA), ha mantenido un sistema de apoyo a investigaciones e investigadores en la oficina nacional de normas. De acuerdo a la ADA, todos los materiales deben cumplir con determinadas especificaciones. La especificación para el yeso dental es la nº 25 (Del año 2000 reafirmado en el año 2005). Esta revisión es una adopción de la norma ISO 6873:1998 para productos dentales de yeso.¹⁹

Yeso

Es un material que se emplea en construcción, escultura y en muchos procesos odontológicos. Es un mineral a base de sulfato de calcio que se obtiene de minas o reservas naturales en forma de alabastro; este es un mármol translúcido o

piedra caliza que por encontrarse expuesto al ambiente por acción de las lluvias se ha hidratado (sulfato de calcio hidratado).²⁰

Yeso dental

Este material es el resultado de la calcinación del yeso.¹⁶

Los bloques de yeso son calentados para eliminar el agua y formar un sulfato de calcio hemihidratado. Este proceso, con ligeras diferencias y condiciones, se sigue para obtener los distintos tipos de yeso que se usan en odontología.²⁰

Usos:²¹

- Para impresiones en prótesis fija y registro de mordida
- Usado primariamente para la elaboración de modelos de exposición y de diagnóstico y, en forma secundaria, para el montaje de modelos en el articulador y para enmuflar.
- Primariamente para la elaboración de modelos de trabajo y secundariamente para procesos de enmuflado.
- Para la elaboración de troqueles y como material de unión aglutinante en los revestimientos para colar y soldar.

Composición:

Es materia cerámica y, si se analiza su estructura, por ejemplo, con microscopía electrónica y otros medios de estudio como la difracción de radiaciones, puede detectarse su naturaleza multicristalina (una porción de yeso está constituida por muchos cristales de manera similar a como lo está una porción de esmalte dentario).²²

El análisis de la composición de esos cristales muestra que contiene azufre, oxígeno y calcio, en forma de un sulfato de calcio, e hidrógeno y oxígeno como agua de cristalización (estabiliza la estructura al igual que sucede en los cristales de fosfato de calcio que constituyen la hidroxiapatita).²²

Estequiométricamente, esa agua de cristalización está en una relación de dos moles de agua por cada mol de sulfato de calcio por lo que, de modo esquemático, se puede representar a la sustancia con la siguiente fórmula: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.²²

De acuerdo con esta composición es habitual describir al yeso como un sulfato de calcio dihidratado y, en lo que podríamos llamar “la jerga”, se denomina dihidrato.²²

El yeso dental, se obtienen a partir de la deshidratación del mineral yeso. Es decir que se obtienen usando energía, concretamente calor, para eliminar de la estructura, parte o la totalidad del agua de cristalización. Cuando el calentamiento del mineral se realiza, aproximadamente, entre 110 y 130°C se logra la eliminación de tres cuartas partes de esa agua. Si se mencionó que la estructura del yeso contiene dos moles de agua por mol de sulfato de calcio, esto significa que, con ese calentamiento, se obtiene una estructura con medio mol de agua por cada mol de sulfato de calcio. Por ese motivo, el producto obtenido se conoce como sulfato de calcio hemihidratado o en la citada jerga, simplemente hemihidrato. Su fórmula química esquemática sería: $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.²²

Si el sulfato de calcio hemihidratado se mezcla con agua sin ningún modificador, su tiempo de fraguado será largo; para eliminar esta desventaja y ofrecernos productos con tiempos de endurecimiento que se ajusten a la norma, el fabricante le agrega productos químicos como aceleradores (sulfato de potasio, cloruro de sodio y otros ácidos fuertes) y retardadores (bórax o sales de ácidos débiles); ya que lo hace el fabricante para que el producto tenga las propiedades físicas ideales, no es recomendable que el clínico agregue ningún químico al yeso.²⁰

También se les agrega dentro de su composición agentes colorantes o pigmentos para diferenciar los yesos entre sí.²³

Clasificación

De acuerdo al método empleado para la calcinación, se obtiene tres variedades de yeso:

1. El Yeso común

También llamado yeso parís, porque se patentó por primera vez en París, se obtiene calentando el gipso a 110-130°C, utilizando tanques, hornos o calderas abiertas al aire libre donde se expulsa el agua con gran rapidez, para así obtener un producto semicristalino amorfo de agujas irregulares y

porosas, de baja densidad, denominado hemihidrato beta, y usado para impresiones y para modelos.²¹

2. El yeso piedra

También llamado hidrocal, Tipo I, se obtiene calentando el gipso en autoclave a 125°C, bajo presión y vapor de agua, obteniéndose un producto de cristales alargados, hexagonales uniformes y de densidad moderada, llamado yeso alfa.²¹

3. El yeso mejorado

También llamado densita, tipo II, se obtienen por calentamiento a 120-130°C en autoclave, agregándole una solución de succinato de sodio al 0,5% o solución de cloruro de calcio al 30% y posteriormente lavado para eliminar las sales. Se obtiene un producto de cristales regulares y más pequeños que el yeso piedra, denso, llamado hemidrato alfa modificado.²¹

Se enlistan cinco tipos de yeso dental identificados por la especificación nº 25 de la American Dental Association, junto con las propiedades que se requieren para cada uno:^{16,20}

1. **Tipo I**

Para impresiones. Este fue uno de los primeros materiales usados para obtener negativos o moldes de los dientes y tejidos blandos de la boca. Actualmente sólo se usa en algunos casos para obtener relaciones interoclusales e impresiones limpias en prostodoncia total.²⁰

2. **Tipo II** (Escayola para modelos).²⁴

Para modelos de laboratorio. Para montaje de modelo a los articuladores y algunos otros procesos de laboratorio.²⁰

3. **Tipo III** (Cemento piedra).²⁴

Para modelos de estudio y en algunos casos modelos de trabajo en ortodoncia y prótesis removibles y prostodoncia total y algunos procesos de laboratorio.²⁰

4. **Tipo IV** (Cemento piedra de gran resistencia).²⁴

Para modelos de trabajo donde se requiere alta resistencia, gran dureza (modelos sobre los cuales se van a fabricar patrones de cera con instrumentos filosos que pueden producir desgaste) y una baja expansión

de fraguado; comúnmente se conocen como yesos para fabricar dados de trabajo.²⁰

5. **Tipo V** (Cemento piedra de gran resistencia y expansión).²⁴

Los mismos usos que el tipo IV, sólo que estos tienen una alta expansión de fraguado, necesaria para compensar, en la fabricación del patrón de cera, la contracción de cristalización de las aleaciones de alto punto de fusión o de algún otro material que se contraiga. En general, son de mayor resistencia y dureza que los yesos del tipo IV. Siempre que se utilice este yeso, se tendrá que contar con un modelo del tipo IV para hacer el ajuste final.²⁰

Características físicas y químicas

- Forma física

La escayola, el cemento piedra y el cemento piedra de gran resistencia están constituidas por partículas semihidratadas cuyo tamaño, forma y porosidad difieren para cada material. Estas diferencias físicas entre partículas semihidratadas son factores básicos que determinan las condiciones de manipulación para la mezcla de las partículas y las propiedades y aplicaciones del derivado del yeso endurecido.²⁴

- Reacción química de fraguado

La fórmula química del yeso es $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Al calentarlo durante el proceso de fabricación este pierde $1\frac{1}{2}$ moles de sus dos moles de agua de cristalización se convierte en la forma semihidratada del sulfato de calcio. La fórmula química del sulfato de calcio semihidratado es $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.²⁴

Cuando se mezcla con agua el sulfato cálcico semihidratado en forma de escayola, cemento piedra o cemento piedra de gran resistencia, se produce una reacción química y la forma semihidratada se convierte nuevamente en sulfato de calcio dihidratado. La reacción química, de carácter exotérmico es la siguiente:²⁴



La reacción de 1 g de mol de escayola con 1,5 g mol de agua produce 1 g mol de yeso. En otras palabras, 145.15g de escayola necesitan 27.02g de agua para reaccionar y formar 172.17 g de yeso. Por consiguiente, 100g de escayola necesitan 18.61 g de agua para formar sulfato de calcio dihidratado.²⁵

Propiedades

Tiempos de fraguado inicial y final

- Mecanismo de fraguado

La teoría más importante y aceptada para explicar el mecanismo de fraguado es la teoría cristalina. Fue propuesta en 1887 por Henry Louis Châtelier, un químico francés; más tarde en 1907, recibió el apoyo pleno de Van't Hoff, un famoso químico holandés. Según Van't Hoff, el fraguado de estos materiales se debe a la diferencia entre la solubilidad del sulfato de calcio dihidratado y la del hemihidratado. El sulfato de calcio disuelto precipita en forma de sulfato de calcio dihidratado debido a que éste es menos soluble que el hemihidratado.²⁵

La reacción del fraguado del yeso se ha explicado de la siguiente forma: Al mezclar el polvo con el agua, se forma una suspensión acuosa de semihidrato. Esta forma una solución saturada que luego precipita a través de núcleos de cristalización y, finalmente, hay un entrecruzamiento denso de los cristales hasta endurecer completamente formando Dihidrato.²¹

- El tiempo de fraguado inicial

Se denomina también tiempo de trabajo. Durante el tiempo de trabajo el material se puede mezclar y verter sobre la impresión. Aunque la reacción química se pone en marcha en el momento en que se mezcla el polvo con agua, en esta primera fase sólo se convierte en yeso una pequeña parte del producto semihidratado. La masa recién mezclada tiene una consistencia semifluida y se puede verter en moldes de cualquier forma. Sin embargo, al avanzar la reacción aumenta el número de cristales semihidratados que reaccionan formando cristales dihidratados. La viscosidad de la masa ya no puede fluir y penetrar en los detalles más finos de la impresión. En ese momento el material ha alcanzado el tiempo de fraguado inicial y no se debe seguir manipulando.²⁴

Se puede identificar clínicamente el tiempo de fraguado inicial gracias a un fenómeno conocido como pérdida del brillo.^{16,24}

Asimismo, se puede medir el tiempo de fraguado por medio del aumento de la temperatura de la masa, ya que la reacción química es exotérmica.²⁵

- **El tiempo de fraguado final**

Se define como el momento en el que el material puede separarse de la impresión sin distorsiones ni rupturas, momento en el que la reacción química prácticamente ha terminado. El tiempo del fraguado final suele medirse de forma arbitraria por algún tipo de prueba de penetración como a aguja de Gilmore. Aunque el tiempo de fraguado final de muchos derivados del yeso utilizado para fabricar modelos y troqueles es de unos 20 minutos a partir del comienzo de la mezcla, en la práctica se suele dejar que la masa de yeso endurezca durante 45-60 minutos antes de separarla de la impresión.²⁴

- **Control del tiempo de fraguado**

El tiempo de fraguado de los yesos puede modificarse por los siguientes factores:

a. Agua en el polvo: si el yeso se deja expuesto al medio ambiente, el agua que penetra forma núcleos de cristalización de Dihidrato, que posteriormente inhiben alargar el fraguado, ya que recubren las partículas de hemihidrato, evitando que reaccionen con el agua.²¹

b. Adición de Sales aceleradoras: estas aceleran la velocidad de reacción, reduciendo el tiempo de fraguado (sulfato de potasio al 2%, cloruro de sodio al 5, terra alba o polvo de yeso ya fraguado).²¹

c. Acción de Retardadores: estos disminuyen la velocidad de reacción y por lo tanto alargan el tiempo de fraguado. La sal más utilizada es el bórax al 2%. Los coloides, la sangre, la saliva, tienen el mismo efecto. Dado que la sangre y la saliva son retardadores, se debe lavar la impresión para evitar su acción sobre los modelos.²¹

d. Relación agua polvo: la cantidad de agua y hemihidrato deben medirse en forma exacta por peso. La proporción de agua y polvo de hemihidrato suele expresarse como relación agua-polvo o como cociente que se obtiene cuando

el peso (o volumen) del agua se divide entre el peso del polvo. La relación se abrevia A:P. Por ejemplo si se mezclan 100 g de yeso con 60ml de agua la relación A:P será de 0.6; si se mezclan 100 g de yeso piedra con 28ml de agua la relación A:P será de 0.28. La relación A:P es muy importante para determinar las propiedades físicas y químicas del producto final del yeso. Por ejemplo cuanto mayor sea la relación A:P, más largo será el tiempo de fraguado y más frágil será el producto de yeso. Aunque la relación A:P varia de una marca en particular de yeso París o de yeso piedra las relaciones siguientes son las recomendadas: tipo II de París, 0.45 a 0.50; yeso piedra tipo III, 0.38 0.30; yeso piedra tipo IV, 0.22 a 0.24.¹⁶

e. Espatulación: consiste en la mezcla manual o mecánica de una cantidad determinada de agua/polvo. Se recomienda proceder manualmente, colocar primero el agua y luego el polvo en una tasa de goma y unirlos con una espátula para yesos. En el caso de espatulación mecánica se hace primero la espatulación manual y luego la mecánica. El tiempo de espatulación debe ser de 45 – 60 segundos. Es importante la remoción de aire por remoción o vacío.²¹

f. Temperatura del agua: La temperatura del agua tiene importancia para controlar el tiempo de fraguado del yeso. El agua hasta 37° C, acelera el tiempo de fraguado, mientras que el agua fría lo alarga.²¹

- **Fraguado higroscópico**

El proceso de cristalización es un fenómeno físico que se presenta durante el fraguado normal de los yesos con crecimiento de cristales y expansión. Si durante este proceso la mezcla de yeso se pone en contacto con agua, ésta influirá en el crecimiento de los cristales aumentando aún más esa expansión. El crecimiento de los cristales de yeso, por haber más presencia de agua en el medio, se llama expansión higroscópica.²⁰

Los cristales de yeso son de forma detritica (tentacular); éstos, al ir aumentando de tamaño al encontrar espacio para hacerlo (agua), ejercen un empuje contra los otros cristales, que también están en crecimiento, y se expande el yeso.²⁰

- **Reproducción de los detalles**

El yeso fraguado tiene una superficie porosa a nivel microscópico. Se puede reducir la rugosidad superficial de algunos cementos piedra de gran resistencia usando una solución endurecedora en lugar de agua para mezcla. Con frecuencia se forman burbujas de aire a nivel de la superficie de unión entre la impresión y el modelo de yeso, debido a que el yeso recién mezclado no humedece bien alguno material de impresión. El número de burbujas formado en un modelo es proporcional a la humectabilidad del material de impresión, tal como indica el ángulo de contacto entre el yeso recién mezclado y la impresión.²⁴ Se puede reducir notablemente la frecuencia de las burbujas vibrando el modelo durante el vertido.^{16,24,25}

- **Resistencia a la compresión**

La resistencia de los materiales de yeso es directamente proporcional a la densidad de la masa fraguada. Dado que el cemento piedra de gran resistencia se mezcla con el mínimo exceso de agua, es el material de yeso más denso y fuerte. La escayola para modelos al ser la menos densa es la más débil del grupo.^{24,25}

La resistencia a la compresión durante una hora mide en realidad la resistencia del yeso húmedo, ya que todavía no ha perdido el exceso de agua. Dicha resistencia aumenta una vez que el yeso se seca. Esta resistencia en seco duplica aproximadamente el valor de la resistencia en húmedo (en una hora).²⁴

- **Resistencia a la tracción**

Tiene una gran importancia en las estructuras que están sometidas a flexiones debido a fuerzas laterales, como las que se generan al separar los modelos de las impresiones flexibles. Debido a la fragilidad de los derivados del yeso, los dientes del modelo se pueden romper en lugar de doblarse. Normalmente se usa la prueba de compresión diametral para materiales frágiles para medir la resistencia a la tracción de los derivados del yeso.²⁵

La escayola para modelos tiene una resistencia a la tracción durante una hora de unas 330lbs/in² (2,3 MPa). Una vez que se seca, la resistencia de la escayola a la tracción se duplica. El cemento piedra de gran resistencia tiene una resistencia a la tracción unas dos veces mayor que la escayola, tanto en seco

como en húmedo. Tanto la escayola como los cementos piedra son considerablemente menos resistentes a la tracción que a la compresión.²⁴

- **Dureza y resistencia a la abrasión**

La dureza superficial de los materiales de yeso depende de su resistencia a la compresión. Cuanto mayor es la resistencia a la compresión de la masa endurecida mayor es la dureza superficial. La resistencia a la abrasión aumenta también al aumentar la resistencia a la compresión. La máxima dureza y resistencia a la abrasión se alcanza cuando el material ha adquirido la dureza en seco. El cemento piedra de gran resistencia es el más resistente de los materiales de yeso.²⁴

Mezclando un cemento piedra de gran resistencia con una solución endurecedora comercial que tenga sílice coloidal (un 30%) mejora la dureza superficial del yeso fraguado.²⁵

Se recomienda recortar los modelos cuando están húmedos porque en este estado su dureza es menor.²¹

- **Exactitud dimensional**

Todos los materiales de yeso experimentan al fraguar una expansión lineal cuantificable. La expansión se debe al crecimiento de los cristales de sulfato cálcico dihidratado y a la colisión de dichos cristales entre sí.²⁵

Generalmente, los troqueles fabricados con cemento piedra de gran resistencia son más exactos que los fabricados mediante electro chapado o con epoxi. La precisión depende también de la variación dimensional que experimenta el material de impresión a fraguar y del estrechamiento de la preparación. Una preparación de corona completa más estrechada presentará menos discrepancia marginal en la pieza colada fabricada con un troquel pequeño de una preparación que tenga unas paredes axiales casi paralelas.²⁴

El porcentaje de expansión de fraguado varía dependiendo del tipo de material. En condiciones normales, la escayola para modelos se expande un 0,2-0,3% al fraguar; el cemento piedra, un 0,08%-0.1%, y el cemento piedra de gran resistencia, sólo un 0,05-0,07%. La expansión del cemento piedra de gran resistencia/expansión oscila entre un 0.13 y un 0.28%. Normalmente, un 70% de

la expansión que se observa a las 24 horas se ha producido durante la primera hora.²⁵

Manipulación

- Almacenamiento del polvo

El polvo debe guardarse en algún recipiente hermético que lo proteja de la humedad. Conviene agitar el envase antes de abrirlo para distribuir parejamente las partículas de diverso tamaño.²²

- Instrumentos

Se utiliza habitualmente una taza de goma o material similar de fondo parabólico (facilita la limpieza) y una espátula de metálica no muy flexible. El instrumental no debe tener restos de mezclas que afecten el fraguado y los cambios dimensionales.²²

Existen dispositivos para mezcla mecánica y también para realizar la mezcla con presión ambiente negativa (“al vacío”) para disminuir la presencia de porosidad.²²

- Proporción de agua polvo

Debe usarse la proporción indicada para el tipo de producto que se esté empleando. Cuando se quiere seguridad en el trabajo (por ejemplo para obtener modelos de alta resistencia) conviene medir el agua y pesar el polvo.²²

- Incorporación del polvo al agua

No es conveniente atrapar aire, pues provoca porosidad adicional que debilita al yeso fraguado. Para evitarlo debe incorporarse poco a poco el polvo al agua ya colocada en la taza.²²

Para trabajos que demanden menos precisión puede intentarse el trabajo sin medir el agua y el polvo, se incorpora el polvo al agua poco a poco hasta observar que comienza a “aflorar” en la superficie. En este momento se puede considerar una relación agua/polvo adecuada.²²

Mezcla

- **Manual:** Debe hacerse con cierto vigor especialmente cuando se utilizan relaciones agua polvo bajas (yesos piedra y yesos mejorado o tipo IV)

hasta obtener una mezcla sin grumos y con todo el polvo incorporado en el agua. El tiempo que demanda es usualmente entre 30 y 60 segundos²² aproximadamente a 2 revoluciones por segundo.²⁵

Se tiene que evitar las conjeturas de agregar de manera repetida agua y polvo para obtener la consistencia apropiada, ya que esto trae como resultado un fraguado irregular en la masa y en consecuencia , una resistencia baja y distorsión, una de las causas principales de la inexactitud en el uso de productos de yeso.¹⁶

- **Mecánica:** El espatulado con un espatulador mecánico a motor obliga primero a humedecer el polvo en el agua igual que en la mezcla manual. Posteriormente se espátula la mezcla durante 20 segundos accionando el mezclador a baja velocidad. El vacío producido durante la mezcla disminuye la cantidad de aire que queda atrapado en la masa.²⁵

- **Vibrado y Vaciado**

Completada la mezcla y durante el vaciado (volcado de la masa plástica llenando la impresión) conviene someterla a vibración (existen dispositivos mecánicos que ayudan) para eliminar burbujas de aire y disminuir la porosidad.²²

Hay que extremar las precauciones para evitar que se quede aire atrapado en las zonas críticas. El yeso mezclado debe verterse lentamente o aplicarse sobre la impresión con una espátula de cera. La masa debe correr hacia el interior de la impresión lavada bajo vibración, de manera que vaya empujando el aire a medida que va rellenando las impresiones dejadas por los dientes.²⁵

Para construir un modelo o vaciado existen varios métodos. Uno de ellos se envuelve la impresión con tiras de cera blanda, denominada cera de encajonar, para formar un molde con el yeso. Al manipular la cera blanda hay que tener cuidado para no deformar el material de impresión.²⁴

Un segundo método para la construcción de un modelo o vaciado comienza con el llenado de la impresión como se describió anteriormente. Seguidamente se puede invertir la impresión rellena y colocarla sobre un montón de escayola recién mezclada sobre una placa de vidrio. Antes que el yeso fragüe conviene moldear con una espátula para reducir el tiempo necesario en el recortador de modelos cuando el yeso haya fraguado.²⁴

El tercer método se invierte la impresión llena de cemento piedra y se coloca en un molde de goma denominado formador de modelos en el que se ha vibrado una cantidad de escayola recién mezclada.²⁴

- **Fraguado**

Una vez vertido, el yeso debe endurecer durante 45-60 minutos antes de proceder a separar y desinfectar los modelos.²⁵

En las impresiones de hidrocoloide es mejor mantenerlo en ambiente 100% de humedad relativa (no sumergirlo en agua) hasta que se completa el fraguado.²²

- **Desinfección del modelo**

Si no se desinfecta la impresión, o si el laboratorio no se asegura de que siguió un protocolo de desinfección apropiado, es prudente desinfectar el modelo de yeso.¹⁶

Para desinfectar los modelos se pueden sumergir en una solución 1:10 de hipoclorito sódico durante 30 minutos, o se pueden rociar con pulverizador de yodoformo, siguiendo las instrucciones del fabricante.²⁵

Perfil técnico- Yeso tipo IV GC Fujirock EP²⁶

Una de las escayolas dentales de Tipo IV más populares del mundo con una calidad superior. Fujirock EP es ideal para todo tipo de prótesis, proporciona una gran precisión, una dureza excelente en los bordes y estabilidad ante altas presiones. Fujirock EP es muy fluida, y aún así tixotrópica, para unas propiedades de manejo excelente y un vertido fácil sin burbujas de aire.

Elija el color que mejor se adecue a su trabajo y a su laboratorio: marrón dorado, beis topacio, amarillo pastel o blanco perla.

Descripción: Escayola dental tipo IV.

Usos: Ideal para todo tipo de prótesis.

Características:

- Alta precisión.
- Sobresaliente dureza en las esquinas.
- Alta estabilidad.

Ventajas:

- Excelentes propiedades físicas.
- Corto tiempo de mezcla (en aproximadamente 1 minuto). Rápido y fácil de usar.
- Largo tiempo de trabajo (más de 8 minutos).
- Corto tiempo de fraguado (solo 12 minutos)
- Retirable del molde después de sólo 30 minutos. Se ahorra tiempo.
- De gran fluidez, y aún así tixotrópico, para unas propiedades de manejo excelentes y un vertido fácil sin burbujas de aire.
- Expansión mínima (menos de 0.08%). Reproducción exacta de detalles.
- Estabilidad inmediata. Perfecto ajuste con las prótesis.
- Tiempo de vaciado breve, tras solo 30 minutos.
- Fraguado controlado con un mayor tiempo de trabajo y un menor tiempo de fraguado.

Propiedades físicas (ISO 6873)

- Proporción P/L: 20ml/100g
- Mezcla manual: 15 s
- Mezcla al vacío: 45 s
- Tiempo de fraguado: 10-13 min
- Tiempo de extracción: 30-40 min
- Expansión de fraguado (tras 2h): $\leq 0.09\%$
- Resistencia a la compresión: ≈ 53 MPa

Presentación: Paquete de 5 o 12kg

Avisos

1. Almacenar en lugar seco y en un contenedor cerrado. Las escayolas se deterioran al estar expuestas a la atmósfera, especialmente con elevada humedad.
2. Usar agua destilada para optimizar las propiedades físicas.
3. No inhalar el polvo.
4. En caso de contacto con los ojos lavar inmediatamente con agua en abundancia.
5. Al recortar usar gafas protectoras.

Perfil técnico- Yeso tipo IV Elite rock Zhermack²⁷

Para una mayor resistencia a la compresión.

Para reducir la abrasión a un mínimo y garantizar una excelente precisión.

Descripción: yeso extra duro para muñones e Implantología, de tipo 4.

Usos: Para la realización de modelos en prótesis fijas totales o parciales y prótesis de Implantología.

Características:

- Altas características mecánicas.
- Tiempo de trabajo largo.
- Tixotropía.
- Disponible en cinco colores diferentes.

Ventajas:

- Resistencia al astillado.
- Resistencia a la abrasión.
- Excelente vaciado bajo vibración.
- Muy baja expansión.

Propiedades físicas (ISO 6873)

- Proporción agua/polvo: 19-20ml/100g
- Mezcla manual: 60 s
- Mezcla al vacío: 30 s
- Tiempo de trabajo: 12 min
- Tiempo de fraguado (Vicat): 14 min
- Tiempo de extracción: 45 min
- Expansión de fraguado (tras 2h): $\leq 0.08\%$
- Resistencia a la compresión: ≈ 52 Mpa

Presentación: Paquete de 200g, 1kg, 3kg y 25kg

Perfil técnico- Yeso tipo IV Rubimix Protechno²⁸

Descripción: Yeso dental natural extra duro tipo IV, de alta calidad ISO 6873

Usos: Especialmente indicado para confección de modelos, muñones y bases en prótesis fija y removible.

Características y ventajas:

- Gran estabilidad dimensional
- Superficies muy lisas y duras
- Gran resistencia a las rayadas y a la abrasión
- Óptima definición de detalles
- Compatible con todos los materiales de impresión
- Yeso tixotrópico con consistencia óptima de colado y manipulación.

Propiedades físicas (ISO 6873)

- Proporción agua/polvo: 22-24ml/100g

- Mezcla manual: 60 s
- Mezcla al vacío: 30 s
- Tiempo de trabajo: 7 min
- Tiempo de fraguado (Vicat): 12 min
- Tiempo de extracción: 28 min
- Expansión de fraguado: $\leq 0.10\%$
- Resistencia a la compresión: ≈ 40 MPa

Presentación: Bolsa 1/2kg

Perfil técnico- Mezclador al Vacío Mix-Vaccum VRC²⁹

El espatulador Mix Vaccum VRC® es un equipo que imprime toda la experiencia de la VRC en la fabricación de espatuladores de vacío junto con el diseño innovador y tecnológico de la nueva identidad de la empresa, una máquina simplemente completa, resistente y que en realidad fue bien pensada, tiene mecanismos exclusivos y estructura que garantizan una óptima homogeneización y la eliminación de burbujas de aire de su la capa o el yeso con comodidad y rapidez.

Características:

- Vacuómetro con escala de medición de 0 a 30 Pulg./Hg.
- Sistema de vacío con la bomba en seco.
- Sistema de Espatulado de 400 RPM.
- Sistema de Alarma Sonora.
- Sistema Electrónico de Despresurización con el botón de accionamiento con anillo Led e inoxidable.
- Control de tiempo y funcionamiento de la membrana de contacto digital (Modelo Digital).
- Estructura en Aluminio.
- Revestimiento en acero inoxidable cepillado.
- Tazas de aluminio con cubierta de acrílico transparente.
- Espátulas de acero inoxidable con sistema de rodamientos blindados.

Diferenciales:

- Sistema electrónico de despresurización.
- El equipo ya cuenta con una bomba de vacío interno que trabaja en colaboración con el espatulado para garantizar un óptimo resultado en los trabajos.
- Un equipo realmente hechos para durar.
- El único que acompaña soporte para colgar en la pared.
- Base de aluminio con retención de líquidos.
- Diseño Innovador.
- El más compacto de la categoría.
- El único con revestimiento en acero Inoxidable Cepillado.
- El único con dos cubas de aluminio (Media – 300ml / Gran – 650ml).

Justificación

La exactitud dimensional con la que deben contar los modelos de trabajo al replicar las estructuras orales, es de suma importancia para el éxito en los tratamientos odontológicos; para encontrarla, debemos escoger el mejor material a utilizar en cada una de las etapas para la obtención del modelo como son: cubeta de stock, material de impresión, antiséptico para la impresión, yeso para el vaciado del modelo y antiséptico para la desinfección del modelo de trabajo.

El buen criterio en el manejo de cada etapa, contribuye en igual importancia al óptimo resultado del modelo de trabajo, por lo tanto tener claro el manejo y la selección del material en la etapa de la elaboración del modelo de trabajo con yeso tipo IV, nos ayudará a encontrar o acercarnos más al resultado que buscamos, logrando así mejores resultados clínicos en nuestros tratamientos.

Problema

A nivel mundial existe una gran variedad de marcas de yeso dental tipo IV, cada una con sus respectivas características, muy similares entre si en cuanto a instrucciones de manipulación y propiedades físicas según lo indica el fabricante, pero muy diferentes en cuanto a precio, presentación de envasado y color, pero al final cada marca busca como objetivo ofrecernos un material de altísima calidad para nuestra elaboración de modelos de trabajo los cuales deben contar

con ciertos requisitos mínimos como son: resistencia, dureza, resistencia a la abrasión y mínima expansión de fraguado.

En el Perú las marcas de yeso tipo IV más usadas son cuatro las cuales también cuentan con características muy similares y a la vez diferentes entre si, por ejemplo para su manipulación la relación agua polvo (A/P) fluctúa entre 20/100gr a 23/100gr, y asimismo existe una gran diferencia de costos entre ellos.

Sabemos que para tener los resultados que nos muestra cada marca en sus especificaciones técnicas, debemos utilizar el yeso tipo IV cumpliendo al pie de la letra las indicaciones de sus fabricantes en cuanto a tiempos y proporciones (ml. y gr.) en los diferentes pasos de su manipulación, lo cual generalmente no hacemos ya sea por desconocimiento o por falta de infraestructura. A pesar de ello existen profesionales que tienen preferencias hacia algunas marcas por poseer el respaldo de grandes firmas comerciales que los fabrican y/o distribuyen y otros profesionales prefieren otras marcas buscando el tema económico, ambos grupos satisfechos con los resultados obtenidos por sus marcas de elección.

Teniendo en cuenta que los modelos de trabajo deben ser reproducciones exactas de las estructuras orales para poder obtener éxito en nuestros tratamientos clínicos, debemos hacer lo posible por encontrar la mejor exactitud dimensional con el material a utilizar; es por ello que nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Existe diferencia en la exactitud dimensional de los modelos de trabajo elaborados con tres yesos tipo IV mezclados al vacío?

Hipótesis

Los modelos de trabajo elaborados con el yeso tipo IV GC Fujirock EP, resultan tener mejor exactitud dimensional frente a los otros yesos mezclados al vacío.

Objetivos

- Objetivo general

Determinar las diferencias de exactitud dimensional en los modelos de trabajo, elaborados con tres yesos tipo IV mezclados al vacío.

- Objetivos Específicos

- Determinar la exactitud dimensional en el modelo de trabajo, elaborado con yeso tipo IV GC Fujirock EP, mezclado al vacío.
- Determinar la exactitud dimensional en el modelo de trabajo, elaborado con yeso tipo IV Elite Rock Shermack, mezclado al vacío.
- Determinar la exactitud dimensional en el modelo de trabajo, elaborado con yeso tipo IV Rubimix Protechno, mezclado al vacío
- Comparar los cambios dimensionales posibles que puedan existir entre los yesos tipo IV mezclados al vacío; utilizados en el presente estudio.

I. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Variables

Variable Independiente:

- Modelos de trabajo elaborados con yeso tipo IV

Variable Dependiente:

- Cambio dimensional.

2.2. Operacionalización de Variables

	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA	
			GC Fujirock EP		
			Elite rock Zhermack		
			Rubimix Protechno		

2.3. Metodología

El presente estudio es de tipo experimental in vitro.

2.4. Tipos de estudio

- **Comparativo:** porque se realizó la comparación de los resultados obtenidos con tres yesos tipo IV.
- **Prospectivo:** porque se registró la información según vayan ocurriendo los fenómenos.
- **Transversal:** porque se estudiaron las variables en forma simultánea en determinado momento, haciendo un corte en el tiempo.

2.5. Diseño

Con el diseño se bosquejó, la comparación entre las diferencias de los cambios de dimensiones en los tres yesos tipo IV con la máquina de medición por coordenadas.

G₁ AO₁ X₁ O₂

G₂ AO₁ X₁ O₂

G₃ AO₁ X₁ O₂

Diseño Experimental propiamente dicho con 03 grupos experimentales; una evaluación pretest de cada uno de los especímenes de acuerdo a su conformación; una sola aplicación, basadas en la medición por coordenadas y una evaluación posttest, después de la medición.

2.6. Población, muestra y muestreo

La población fueron todos los modelos de trabajo, elaborados con los diferentes yesos tipo IV; se utilizaron para la muestra 30 modelos de trabajo que cumplieron con los criterios de inclusión y fueron distribuidos de la siguiente manera: **Anexo 2**

- **Grupo 1:** 10 modelos de trabajo elaborados con yeso tipo IV FUJIROCK EP.
- **Grupo 2:** 10 modelos de trabajo elaborados con yeso tipo IV ELITE ROCK ZHERMACK.
- **Grupo 3:** 10 modelos de trabajo elaborados con yeso tipo IV RUBIMIX PROTECHNO.

Criterios de Selección de la Muestra

Los modelos obtenidos con yeso tipo IV; cumplieron con los siguientes requisitos; para ser considerados óptimos:

- Reproducción ideal de las estructuras dentarias y adyacentes.
- No presentar burbujas ni perlas de yeso.
- La superficie del yeso debió ser firme y dura.

2.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

2.7.1. Técnicas de Recolección de Datos

a. Confección de Modelo Patrón

Se confeccionó un modelo patrón, de acuerdo a una situación clínica, en la que se reprodujo el primer y el segundo premolar superior tallados, siguiendo los parámetros promedio en cuanto a preparación de una pieza dentaria para su correcta función como pilar de prótesis fija metal cerámica. Este modelo patrón se fabricó en acero inoxidable en un torno paralelo Takisawa japonés de 1 metro de escote x 15" de volteo. **Anexo 3**

b. Confección de Cubeta de Impresión

De acuerdo al modelo patrón, se confeccionó una caja metálica con agujeros de desfogue para el material de impresión, que hizo la función de cubeta de impresión, la cual podía separarse en dos partes para retirar sin dificultad el modelo de yeso una vez tomada la impresión. Esta caja se fabricó en una fresadora matricera vertical Seiki japonesa, velocidad variable, vise de 6" y con una rectificadora plana automática de plato magnético. **Anexo 3**

c. Toma de Impresión

Se fabricó un sistema para poder tomar las impresiones de una manera precisa en cuanto a fuerza y dirección en el ingreso del modelo patrón en la caja metálica y el retiro del mismo. Se fijó por medio de pernos el modelo patrón en una platina de acero, la cual cuenta con dos bocinas, una a cada lado y conectada a una palanca en la parte central. Por el otro lado del sistema se utilizó una base de metal en la cual se posicionó la caja metálica por medio de cuatro pines. Esta base de metal cuenta con dos pines guías de acero inoxidable las cuales encajan perfectamente con las bocinas ubicadas en la platina que lleva consigo al modelo patrón. La base también contó con un poste en la parte posterior al lugar donde se posicionó la caja metálica, el cual sirvió de punto de apoyo de la palanca. Se colocaron las bocinas fijadas a la platina que lleva empernado al modelo patrón en las respectivas guías de la base de metal orientando el modelo patrón hacia la cavidad realizada para el material de impresión en la caja metálica, y se conecto la palanca, la cual al accionarla transporta al modelo patrón hacia la caja metálica en una dirección precisa y con una fuerza controlada, lo cual

nos da los mismos parámetros en cuanto a fuerza y dirección en cada toma de impresión. Se tomaron 30 impresiones al modelo patrón. Se utilizó una silicona por adición, la cual cuenta con una mejor estabilidad dimensional dentro de los materiales de impresión, no sin antes aplicar el adhesivo respectivo según las especificaciones del fabricante para mejorar aun más la cualidad de la silicona por adición. Se colocó la silicona por adición en presentación de masa alta viscosidad (pesada) y luego la silicona por adición en presentación de baja viscosidad (fluida) en la caja metálica por intermedio de su aplicador, lo cual nos da una mezcla homogénea con mínima posibilidad de diferencias entre impresión e impresión. Las impresiones fueron retiradas después del tiempo estipulado por el fabricante. Se verificó la óptima reproducción del modelo patrón en la impresión. **Anexo 4,5**

d. Vaciado del Modelo

Se procedió a vaciar cada impresión, luego del tiempo recomendado por el fabricante, con yeso tipo IV, utilizando una pipeta de 2ml y una balanza digital para realizar las medidas exactas de la siguiente manera: **Anexo 4,5**

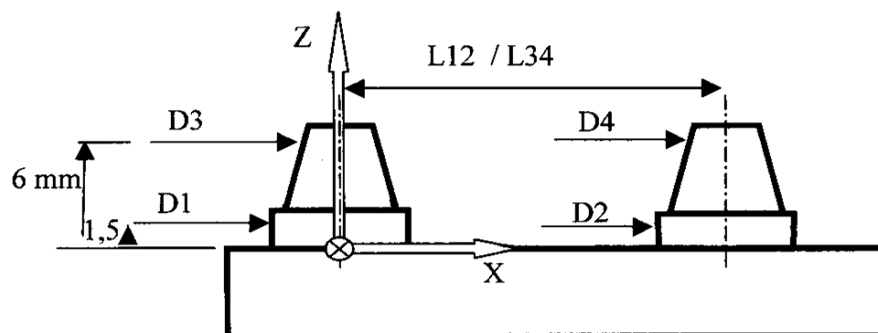
- 10 vaciados con yeso tipo IV GC FUJIROCK EP respetando las indicaciones del fabricante:
 - Relación agua/polvo 0.20 (20ml/100gr).
 - Mezcla al vacío.
 - Uso de vibrador al finalizado del vaciado.
 - Tiempo de fraguado hasta retirar el modelo de la impresión: 40 minutos.
- 10 vaciados con yeso tipo IV ELITE ROCK ZHERMACK respetando las indicaciones del fabricante:
 - Relación agua/polvo 0.20 (20ml/100gr).
 - Mezcla al vacío.
 - Uso de vibrador al finalizado del vaciado.
 - Tiempo de fraguado hasta retirar el modelo de la impresión: 45 minutos.
- 10 vaciados con yeso tipo IV RUBIMIX PROTECHNO respetando las indicaciones del fabricante:
 - Relación agua/polvo 0.23 (23ml/100gr).
 - Mezcla al vacío.
 - Uso de vibrador al finalizado del vaciado.

- Tiempo de fraguado hasta retirar el modelo de la impresión: 28 minutos.

e. Medición de las Muestras y el Modelo Patrón

La medición se realizó en el Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura - CETAM del departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en una máquina de medición por coordenadas marca Mitutoyo Corporation modelo BLN-710, Nro. de serie BA000175, con un palpador de contacto de 0.5mm de diámetro.

Para la medición, se definió un sistema de coordenadas XYZ, donde el plano XY coincide con la superficie plana inferior, la cual es la base de los pilares. El centro de coordenadas coincide con el centro de la circunferencia D1 proyectado sobre XY y el eje X pasa por los centros de las circunferencias D1 y D2 indicadas en la siguiente figura:



En donde:

D1 y D2 son diámetros de las circunferencias a una altura $Z= 1.5\text{mm}$, D3 y D4 son diámetros de las circunferencias a una altura $Z= 6\text{mm}$., L12 es la distancia entre los centros de las circunferencias D1 y D2 y L34 es la distancia entre los centros de las circunferencias D3 y D4.

En resumen, se consideraron 6 longitudes para realizar las comparaciones correspondientes: D1, D2, D3, D4, L12 y L34. **Anexo 6**

2.7.2. Instrumento de Recolección de Datos

Se confeccionó una ficha de recolección de datos en la que se indicó las seis longitudes a considerar en cada uno de los modelos de trabajo obtenidos con los tres yesos tipo IV, la cual se describe en el **Anexo 1**.

2.8. Métodos de Análisis de Datos

El análisis estadístico, consiste en la manipulación de hechos y números, para lograr ciertas informaciones en las técnicas que nos ayudaran a tomar decisiones apropiadas; la idea principal del presente estudio fue lograr cierta información válida y confiable.

Se utilizó la prueba T de Student para ver los siguientes aspectos:

- a. Comparación de las medidas de los modelos de trabajo elaborados con yeso tipo IV obtenidos con la marca FUJIROCK EP, ELITE ROCK ZHERMACK y RUBIMIX PROTECHNO.
- b. Comparación de las medidas de los modelos de yeso tipo IV con las medidas del modelo maestro.

Se utilizó el análisis de Varianza (ANOVA), seguida de la prueba de Turkey para comparar los tres yesos tipo IV.

La exactitud será expresada como porcentaje de desviación de las medidas del modelo maestro.

VIII. RESULTADOS

Tabla 1. Medidas de tendencia central y variabilidad del yeso FUJIROCK EP

Parámetro de resumen	medidas de distancias (mm)					
	D1	D2	D3	D4	L12	L34
Promedio	7.917	7.166	5.396	4.344	11.837	11.866
Desv. Estándar	0.015	0.010	0.003	0.006	0.011	0.010
Mediana	7.920	7.162	5.397	4.344	11.840	11.870
Rango Intercuartílico	0.019	0.015	0.004	0.009	0.010	0.013
Valor máximo	7.931	7.184	5.400	4.353	11.849	11.874
Valor mínimo	7.889	7.151	5.390	4.336	11.815	11.846
Tipo de distribución	diferente	normal	normal	normal	diferente	diferente
N	10	10	10	10	10	10
Medida del patrón	8.016	7.249	5.514	4.459	11.869	11.89
Shapiro Wilk sig	0.022	0.222	0.418	0.804	0.016	0.004

En los resultados obtenidos en las medidas de tendencia central y variabilidad de las muestras obtenidas con el yeso FUJIROCK EP, podemos observar que fueron menores con respecto a las medidas del patrón correspondiente.

Tabla 2. Estadísticas de contraste entre modelos con yeso FujiRock EP y patrón.

Medidas Comparadas	Prueba Estadística	Nivel de Significancia
D1 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002
D2 en modelo -patrón	t de Student	0.000
D3 en modelo -patrón	t de Student	0.000
D4 en modelo -patrón	t de Student	0.000
L12 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002
L34 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002

En la contrastación de las medidas comparadas entre las muestras obtenidas con yeso FUJIROCK EP y las medidas del patrón mediante la prueba del signo y T de Student, todos los parámetros mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 3. Medidas de tendencia central y variabilidad del yeso ELITE ROCK

Parámetro de resumen	medidas de distancias (mm)					
	D1	D2	D3	D4	L12	L34
Promedio	7.907	7.178	5.392	4.347	11.837	11.859
Desv. Estándar	0.015	0.005	0.011	0.010	0.012	0.015
Mediana	7.906	7.179	5.392	4.348	11.838	11.860
Rango Intercuartílico	0.027	0.006	0.021	0.016	0.021	0.027
Valor máximo	7.925	7.183	5.404	4.359	11.853	11.874
Valor mínimo	7.883	7.167	5.379	4.330	11.818	11.835
Tipo de distribución	normal	normal	diferente	normal	normal	diferente
N	10	10	10	10	10	10
Medida del patrón	8.016	7.249	5.514	4.459	11.869	11.89
Shapiro Wilk sig	0.202	0.125	0.007	0.165	0.263	0.020

En los resultados obtenidos en las medidas de tendencia central y variabilidad de las muestras obtenidas con el yeso ELITE ROCK, podemos observar que fueron menores con respecto a las medidas del patrón correspondiente.

Tabla 4. Estadísticas de contraste entre modelos con yeso Elite Rock y patrón.

Medidas Comparadas	Prueba Estadística	Nivel de Significancia
D1 en modelo -patrón	t de Student	0.000
D2 en modelo -patrón	t de Student	0.000
D3 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002
D4 en modelo -patrón	t de Student	0.000
L12 en modelo -patrón	t de Student	0.000
L34 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002

En la contrastación de las medidas comparadas entre las muestras obtenidas con yeso ELITE ROCK y las medidas del patrón mediante la prueba del signo y T de Student, todos los parámetros mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5. Medidas de tendencia central y variabilidad del yeso RUBIMIX

Parámetro de resumen	medidas de distancias (mm)					
	D1	D2	D3	D4	L12	L34
Promedio	7.916	7.154	5.392	4.348	11.832	11.860
Desv. Estándar	0.027	0.015	0.016	0.016	0.004	0.057
Mediana	7.913	7.154	5.388	4.353	11.832	11.858
Rango Inter cuartílico	0.033	0.029	0.014	0.024	0.007	0.012
Valor máximo	7.962	7.171	5.422	4.363	11.838	11.868
Valor mínimo	7.879	7.134	5.365	4.320	11.825	11.854
Tipo de distribución	normal	diferente	normal	normal	normal	diferente
N	10	10	10	10	10	10
Medida del patrón	8.016	7.249	5.514	4.459	11.869	11.89
Shapiro Wilk sig	0.379	0.035	0.116	0.066	0.634	0.018

En los resultados obtenidos en las medidas de tendencia central y variabilidad de las muestras obtenidas con el yeso RUBIMIX, podemos observar que fueron menores con respecto a las medidas del patrón correspondiente.

Tabla 6. Estadísticas de contraste entre modelos con yeso RUBIMIX y patrón.

Medidas Comparadas	Prueba Estadística	Nivel de Significancia
D1 en modelo -patrón	t de Student	0.000
D2 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002
D3 en modelo -patrón	t de Student	0.000
D4 en modelo -patrón	t de Student	0.000
L12 en modelo -patrón	t de Student	0.000
L34 en modelo -patrón	Prueba del signo	0.002

En la contrastación de las medidas comparadas entre las muestras obtenidas con yeso RUBIMIX y las medidas del patrón mediante la prueba del signo y T de Student, todos los parámetros mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 7. Diferencias en la reproducción de la distancia D1 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.

Parámetro de resumen			
Promedio	0.099	0.108	0.100
Desv. Estándar	0.015	0.015	0.027
Mediana	0.096	0.110	0.103
Rango Intercuartílico	0.019	0.027	0.033
Valor máximo	0.127	0.133	0.137
Valor mínimo	0.085	0.091	0.054
Tipo de distribución	diferente	normal	normal
N	10	10	10
Prueba de Friedman	0.285		

Al realizar la comparación en las diferencias en la reproducción de la distancia D1 en las muestras obtenidas con los tres yesos tipo IV y el patrón se encontró que la muestras obtenidas con yeso tipo IV FUJIROCK EP tuvieron una menor diferencia con respecto al valor del patrón, mientras que la muestras obtenidas con yeso ELITE ROCK tuvieron una mayor diferencia con respecto al valor del patrón, sin embargo, estadísticamente no se mostro una diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV.

Tabla 8. Diferencias en la reproducción de la distancia D2 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.

Parámetro de resumen			
Promedio	-0.083	0.071	0.095
Desv. Estándar	0.010	0.005	0.015
Mediana	0.087	0.070	0.095
Rango Intercuartílico	0.015	0.006	0.029
Valor máximo	0.098	0.082	0.115
Valor mínimo	0.065	0.066	0.078
Tipo de distribución	normal	normal	diferente
N	10	10	10
Prueba de Friedman	0.001		

Al realizar la comparación en las diferencias entre la reproducción de la distancia D2 en las muestras obtenidas con los tres yesos tipo IV y el patrón, se encontró que la muestras obtenidas con yeso tipo IV ELITE ROCK tuvieron una menor diferencia con respecto al valor del patrón mientras que la muestras obtenidas con yeso RUBIMIX tuvieron una mayor diferencia con respecto al valor del patrón, en donde, estadísticamente existe una diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV.

Tabla 9. Diferencias en la reproducción de la distancia D3 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.

Parámetro de resumen			
Promedio	-0.118	0.122	0.122
Desv. Estándar	0.003	0.011	0.016
Mediana	0.117	0.123	0.126
Rango Inter cuartílico	0.004	0.021	0.014
Valor máximo	0.124	0.135	0.149
Valor mínimo	0.114	0.110	0.092
Tipo de distribución	normal	diferente	normal
N	10	10	10
Prueba de Friedman		0.407	

Al realizar la comparación en las diferencias entre la reproducción de la distancia D3 en las muestras obtenidas con los tres yesos tipo IV y el patrón, se encontró que la muestras obtenidas con yeso tipo IV FUJIROCK EP tuvieron una menor diferencia con respecto al valor del patrón mientras que la muestras obtenidas con yeso RUBIMIX tuvieron una mayor diferencia con respecto al valor del patrón, sin embargo, estadísticamente no se mostro una diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV.

Tabla 10. Diferencias en la reproducción de la distancia D4 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.

Parámetro de resumen			
Promedio	-0.115	0.112	0.111
Desv. Estándar	0.006	0.010	0.016
Mediana	0.115	0.112	0.106
Rango Inter cuartílico	0.009	0.016	0.024
Valor máximo	0.123	0.129	0.139
Valor mínimo	0.106	0.100	0.096
Tipo de distribución	normal	normal	normal
N	10	10	10
ANOVA		0.708	

Al realizar la comparación en las diferencias entre la reproducción de la distancia D4 en las muestras obtenidas con los tres yesos tipo IV y el patrón se encontró que la muestras obtenidas con yeso tipo IV RUBIMIX tuvieron una menor diferencia con respecto al valor del patrón mientras que la muestras obtenidas con yeso FUJIROCK EP tuvieron una mayor diferencia con respecto al valor del patrón, sin embargo, estadísticamente no se mostro una diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV.

Tabla 11. Diferencias en la reproducción de la distancia L12 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.

Parámetro de resumen			
Promedio	0.032	0.032	0.038
Desv. Estándar	0.011	0.012	0.004
Mediana	0.029	0.031	0.038
Rango Intercuartílico	0.010	0.021	0.007
Valor máximo	0.054	0.051	0.044
Valor mínimo	0.020	0.016	0.031
Tipo de distribución	diferente	normal	normal
N	10	10	10
Prueba de Friedman	0.061		

Al realizar la comparación en las diferencias entre la reproducción de la distancia L12 en las muestras obtenidas con los tres yesos tipo IV y el patrón se encontró que la muestras obtenidas con yeso tipo IV FUJIROCK EP tuvieron una menor diferencia con respecto al valor del patrón mientras que la muestras obtenidas con yeso RUBIMIX tuvieron una mayor diferencia con respecto al valor del patrón, sin embargo, estadísticamente no se mostro una diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV.

Tabla 12. Diferencias en la reproducción de la distancia L34 según los tres modelos de yeso tipo IV y patrón.

Parámetro de resumen			
Promedio	0.025	0.031	0.030
Desv. Estándar	0.010	0.015	0.005
Mediana	0.020	0.030	0.033
Rango Intercuartílico	0.013	0.027	0.012
Valor máximo	0.044	0.055	0.036
Valor mínimo	0.016	0.016	0.022
Tipo de distribución	diferente	diferente	diferente
N	10	10	10
Prueba de Friedman	0.442		

Al realizar la comparación en las diferencias entre la reproducción de la distancia L34 en las muestras obtenidas con los tres yesos tipo IV y el patrón se encontró que la muestras obtenidas con yeso tipo IV FUJIROCK EP tuvieron una menor diferencia con respecto al valor del patrón mientras que la muestras obtenidas con yeso ELITE ROCK tuvieron una mayor diferencia con respecto al valor del patrón, sin embargo, estadísticamente no se mostro una diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV.

Tabla 13. Nivel de significancia de acuerdo a la reproducción de las distancias de los tres modelos de yeso tipo IV según las pruebas estadísticas.

Medidas comparadas	Prueba Estadística	Nivel de Significancia
D1	Prueba de Friedman	0.285
D2	Prueba de Friedman	0.001
D3	Prueba de Friedman	0.407
D4	ANOVA	0.708
L12	Prueba de Friedman	0.061
L34	Prueba de Friedman	0.442

En los resultados obtenidos de acuerdo a la comparación de las diferencias en la reproducción de la distancias obtenidas en cada yeso tipo IV; se puede determinar que no existe una diferencia significativa entre las muestras, determinándose que si bien es cierto cada yeso individualmente se comporta de una manera estable no existe un cambio dimensional que pueda alterar dichos yesos.

IX. DISCUSIÓN

Los hallazgos en el presente estudio, que muestran la exactitud dimensional de los yesos tipo IV en los grupos experimentales, no presentan diferencias marcadas al ser calibradas con un medidor por coordenadas, en lo que podría manifestarse que siguiendo un correcto protocolo en su preparación, estos yesos no sufrirán cambios para la realización de trabajos en el laboratorio y de esta manera el Odontólogo podrá prolongar sus procedimientos sin ningún inconveniente.

Werner Finger (1980); determinó que la medida de la expansión de fraguado de dos yesos piedra según la especificación N ° 25 de la ADA, fue inferior a la expansión determinada por un método indicador de línea. Los valores de esta última prueba y la desviación en porcentaje del diámetro del modelo de yeso de una corona completa (producido en las impresiones de silicona individuales) con el diámetro de la preparación original eran idénticos. Una reducción de la efectiva del cambio en la expansión a un valor de 0,05% o menos es deseable y demostró que era posible estudiar los materiales de piedra, sin alterar otras propiedades importantes.

Price Richard (1991); determinó la precisión dimensional de los modelos realizados utilizando una combinación de cuatro materiales de impresión y tres de yeso tipo IV. De un molde metálico fue preparada la corona de un molar tallado para una corona completa, y 10 réplicas de piedra fueron hechas con 12 diferentes combinaciones de materiales de impresión y yesos piedra. Las distancias entre los puntos de referencia en el metal y la los modelos de yeso piedra se midieron en tres direcciones con un microscopio de viaje. Análisis de varianza y las comparaciones de MR de Duncan ($P < .05$) mostró que todos modelos de yeso fueron más grandes que el modelo maestro. Ninguna combinación de material de impresión / yeso piedra produce un acortamiento o alargamiento significativo en las tres direcciones medidas.

Milltein P.L. (1992); realizó un estudio para evaluar la exactitud de los modelos realizados en yeso tipo IV. En su estudio utilizó cuatro marcas de Yeso tipo IV para elaborar sus modelos y los comparó. Los resultados indicaron distorsión en todos los modelos, pero además encontró diferencias

significativas entre las diversas marcas de yeso tipo IV utilizadas en su investigación.

Según lo mencionado por los investigadores, comparto con la opinión en vista que en sus resultados obtuvieron el mismo coeficiente dimensional que en el presente estudio. Dicho estudio comparó la exactitud dimensional en los modelos de trabajo elaborados con tres yesos tipo IV mezclados al vacío, para determinar cuál de ellos presentaba alteración en sus valores, este proceso se realizó en el grupo experimental, obteniendo como resultado que los yesos tipo IV no presentaban alteración alguna en sus cambios dimensionales, pero cabe mencionar que el yeso Fujirock EP se acercó más a las medidas del patrón, resultando estadísticamente no significativas.

Brian J. Kenyon et al (2005); compararon la exactitud dimensional lineal de 7 de materiales para confección (Velmix type IV, Hard rock type V, Resin rock Type IV con resina impregnada, Die epoxy fast set Resina epoxy, Model tech Resina de poliuretano, integrity Bis-Acryl composite y Cooper plated). Un modelo maestro análogo a una preparación para una corona veneer fue preparada de acero quirúrgico inoxidable y 3 mediciones se hicieron a partir de 3 líneas de referencia definidos por los investigadores. Los modelos obtenidos de la impresiones con polivinilsiloxano, se midieron a un rango de precisión de 0,0001 mm. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza / pruebas de Duncan al nivel de significación de 0,05 y las comparaciones por pares. En los resultados obtenidos el material de yeso tipo IV impregnado con resina fue el que más se aproximaba a las dimensiones del modelo maestro, y no fueron significativamente diferentes los otros materiales entre sí. Los yesos convencionales tipos IV y V para modelo exhibían cambios de la expansión dentro del rango apropiado para yeso. Los materiales de resina epoxi demostraron una contracción comparable a la expansión de los yesos tipos IV y V. En conclusión el material de yeso Tipo IV impregnado con fue más preciso que los otros materiales a prueba.

Willers H. et al (2005); realizaron un estudio comparativo sobre laboratorios, midiendo la dilatación y la contracción de los diferentes materiales para modelos. En este estudio se elaboraron 11 modelos con diferentes

materiales de 5 fabricantes distintos para las mediciones. Como valor inicial se creó un modelo de acero (modelo 0) para 4 distancias de medición diferentes. Estas distancias se midieron con un pie de rey electrónico que se ajustaba a los puntos de medición (implantes del modelo) sin tolerancia. La prueba fue claramente favorable a los yesos naturales reforzados con resina y a la resina epóxica curada de manera lenta.

Al-Abidi (2006); evaluó el efecto de la adición de las bases de yeso dental (con diferentes tipos de piedras dentales, II, III, y IV) sobre la exactitud del modelo de trabajo. Se elaboraron 40 muestras divididas en cuatro grupos de diez para cada tipo de yeso, se realizaron las mediciones y comparaciones correspondientes en base a tres medidas definidas en el modelo patrón. Se concluyó que hubo una diferencia en el promedio de las mediciones de los modelos de yeso en diferentes puntos de referencia. La diferencia en las mediciones entre el modelo maestro y el yeso tipo III fue el más pequeño. No hubo diferencias significativas en las mediciones entre los cuatro materiales. En general hemos encontrado que el yeso tipo III (Quick stone) es el mejor material para bases de colado en términos de que arrojó el más pequeño margen de error en las mediciones.

Vega Ruiz, Malú Ingrid (2014); realizó un estudio sobre los cambios dimensionales de modelos con yeso tipo IV en relación a la proporción polvo-líquido para la preparación del alginato; en la que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del modelo maestro con los grupos experimentales de estudio en las localizaciones E entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo 0-3. Para la localización F entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo; en cuanto a la localización G existieron diferencias entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo 0-3. Por último en la localización H, entre el Grupo 0-2, Grupo 0-3. Sin embargo en las localizaciones A, B, C y D no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Existiendo una significancia en cuanto a los cambios dimensionales en algunas localizaciones de los modelos de yeso tipo IV cuando alteramos las proporciones polvo-líquido para la mezcla del alginato dental.

Si bien es cierto los modelos definitivos según lo planteado por los autores son el camino para un adecuado proceso de los trabajos en el laboratorio

dental debemos de tener en cuenta no sólo el tipo de yeso a utilizar sino también el tipo de material de impresión definitivo; ya que estos también sufren procesos de deformación que pueden ser permanentes sino se trabajan siguiendo los protocolos; por el contrario en dicho estudio, se realizó la comparación de cambios dimensionales de tres tipos de yeso tipo IV utilizando como material de impresión una silicona por adición para evitar una deformación en las tomas de impresión y de esta manera los positivos en yeso puedan conservar sus dimensiones que eso es lo que se trataba de buscar en el presente estudio, observándose que el yeso Fujirock EP se acercaba mas al patrón en cuanto a los cambios dimensionales frente a los demás yesos tipo IV, no mostrando así significancia alguna.

Sansiviero A, et al (2008); evaluaron el efecto de la manipulación manual a cielo abierto y la manipulación mecánica al vacío en las diferentes marcas de yeso de piedra de alta resistencia. 48 muestras para el análisis se construyeron en un dispositivo concebido por Garlipp Bombonatti, en el que la expansión de fraguado de las muestras de ensayo se midió. Los datos fueron sometidos a la prueba de Kruskal - Walls y de Mann-Whitney (0,05) y mostró los siguientes resultados: Durone IV (M), 0,092 a; Durone IV (V), 0.090; EliteRock (M), 0,085 a; EliteRock (V), 0,087 A; SilkyRock (M), 0,088 a; SilkyRock (V), 0.090; GilRock (M), 0,085 a; GilRock (V), 0,083 a. Con el resultado, se concluyó que no hay diferencia entre los distintos yesos testeados, ni entre las técnicas de mezcla manual y manipulación mecánica al vacío.

Rodríguez AN., Gassó CA., Oliva C., Pacchioni A., Edelberg MH. (2010); realizaron un estudio para evaluar las propiedades de los yesos para troqueles de baja expansión según dos técnicas de mezclado: convencional y tipo cemento. El uso del yeso para modelos tipo IV (también denominado yeso piedra mejorado o densita), requiere de una meticulosa proporción, manipulación y técnica para alcanzar modelos o troqueles de alta calidad. Dada la relacion agua/polvo indicada por el fabricante, el mezclado debe llevarse a cabo de modo de obtener una masa plástica, densa (libre de poros o aire) y cuya consistencia asegure el correcto vaciado de la impresión.

En tal sentido, la manipulación convencional en una taza de plástico con una espátula para yeso, si bien cumple con los requisitos de la mezcla, incorpora muchas burbujas de aire y suele ser dificultosa para lograr la consistencia apropiada. Con el intento de sobrellevar estos inconvenientes, se suele indicar la mezcla de estos tipos de yesos como si fuera la mezcla de un cemento, sobre una loseta de vidrio liso y con una espátula para cemento. El objetivo de este trabajo fue evaluar ambas técnicas a través de una serie de ensayos mecánicos, en este caso, mediante un ensayo de resistencia diametral indicado para materiales frágiles. Los resultados obtenidos no determinaron diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas empleadas aunque, subjetivamente, la mezcla tipo cemento pareciera ser operativamente más sencilla y eficiente (se puede usar menos material).

Pedro Díaz Díaz (2014); realizó un estudio experimental sobre manipulación y propiedades físico-mecánicas de los productos derivados del yeso usados en odontología donde se realizaron mediciones de la expansión de fraguado, de la dureza y de la resistencia a la compresión de los yesos; determinando según el Test “T de Student” si la muestra es inferior a 30 datos o el “Test de Normalidad” si iguala o supera esa cifra; para ambos tipos de test estadísticos se calculo los límites o intervalo de confianza para una fiabilidad del 95%, así como el valor P o nivel de significación, que indicó la probabilidad de desviación de la hipótesis nula. Llegando a la conclusión que la mezcla mecánica al vacío reduce significativamente, hasta un 44.98% en la expansión de fraguado de los productos derivados del yeso usados en odontología, con respecto a una mezcla manual; la mezcla mecánica al vacío disminuye significativamente, hasta un 14,67%, la Dureza de los productos derivados del yeso, al compararse con una mezcla manual; la resistencia a la Compresión están más ajustados a la Norma ISO 6873 que sus homólogos de expansión de fraguado (cumplimiento del 57.89% para la R.C. frente al 25.8% de la E.F.); la dureza y la resistencia a la compresión son parámetros mecánicos independientes, no existiendo correlación entre ambos; de igual forma la calidad del agua empleada en la mezcla de los yesos no influye significativamente en la expansión de fraguado de los mismos.

Con respecto a la exactitud dimensional que deben poseer los yesos tipo IV, debemos tener en cuenta que parte del proceso de mezcla de estos materiales son importantes para la obtención del trabajo final en el laboratorio, es por ello que concuerdo con los trabajos de investigación antes mencionados de utilizar correctamente los equipos, debido a que por la falta de los mismos estos materiales sean incorrectamente preparados trayendo como consecuencia la presencia de imperfecciones, burbujas en su estructura, alterando los procesos en el laboratorio dental con respecto al trabajo final.

Vega Ruiz, Malú Ingrid (2014); realizó un estudio sobre los cambios dimensionales de modelos con yeso tipo IV en relación a la proporción polvo-líquido para la preparación del alginato; en la que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del modelo maestro con los grupos experimentales de estudio en las localizaciones E entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo 0-3. Para la localización F entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo; en cuanto a la localización G existieron diferencias entre el Grupo 0-1, Grupo 0-2, Grupo 0-3. Por último en la localización H, entre el Grupo 0-2, Grupo 0-3. Sin embargo en las localizaciones A, B, C y D no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Existiendo una significancia en cuanto a los cambios dimensionales en algunas localizaciones de los modelos de yeso tipo IV cuando alteramos las proporciones polvo-líquido para la mezcla del alginato dental.

Si bien es cierto, según lo conversado líneas arriba sobre los materiales de impresión que cumplen un rol importante en la realización de los trabajos definitivos en el consultorio dental se debe tener mucha consideración con los protocolos de trabajo ya que el trabajar con materiales que se deformen fácilmente después de retirarlos de la cavidad oral pueden traer como consecuencia una desadaptación del trabajo final y tener como producto un trabajo deficiente; es por ello que no concuerdo con este investigador.

En el presente estudio, se observó la exactitud dimensional en los modelos de trabajo en los tres yesos tipo IV mezclados al vacío, obteniéndose, que no existen diferencias significativas; pero si se encontró que el yeso Fujirock EP se acercó más a las medidas del patrón, pero estadísticamente estas diferencias no fueron significativas.

Debemos tener en cuenta que los materiales utilizados en Odontología, en especial los yesos tipo IV para modelos definitivos de trabajo son de suma importancia debido a la reproducibilidad que deben de tener estos hacia nuestros procedimientos clínicos en rehabilitación oral con la finalidad de obtener un patrón de ajuste ideal con los trabajos de laboratorio y de esta manera no se produzcan desadaptaciones clínicamente.

X. CONCLUSIONES

1. En el presente estudio, se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos sobre la exactitud dimensional de los tres yesos utilizados mezclados al vacío.
2. Se encontró que el yeso Fujirock EP, se acercó más a las medidas del patrón de acuerdo a sus dimensiones, pero estadísticamente estas diferencias no fueron significativas.
3. Asimismo, se realizaron las comparaciones en los valores encontrados entre los grupos según ANOVA, de acuerdo a las mediciones realizadas, determinándose que no existe diferencia significativa.
4. Según la hipótesis formulada, los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas de homogeneidad y comparación múltiple (TUKEY), señalan que no existe diferencia significativa entre los tres yesos tipo IV utilizados en el presente estudio.
5. Se concluye; que los tres yesos tipo IV mezclados al vacío, evaluados según las mediciones por coordenadas de acuerdo al patrón, se comportan de manera similar en cuanto a la exactitud dimensional, pero muy por el contrario el yeso tipo IV Fujirock EP se acercó más a los patrones dimensionales pero estadísticamente no fueron significativas.

XI. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de Investigación de los yesos tipo IV para el uso de modelos definitivos de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas que puedan ser beneficiosas en el éxito de un trabajo en el laboratorio dental.
2. Mejorar algunas propiedades físicas o químicas en la mezcla y el vaciado de los yesos tipo IV con la finalidad de que sean resistentes a la fuerza de fricción dinámica y estática, teniendo en cuenta que la cantidad de agua como parte importante en la formación del yeso, es un factor determinante para que estos fragüen.
3. Se deberá tener en cuenta que el presente estudio fue realizado In Vitro, dándonos valores de exactitud dimensional de los yesos tipo IV en parámetros de investigación sin considerar lo que podría suceder durante las maniobras que se puedan ejercer en el laboratorio dental durante la preparación del trabajo definitivo.
4. Se recomienda la implementación en los laboratorios de las Facultades de Odontología, con maquinaria adecuada para pruebas químicas, físicas y mecánicas de los materiales, a fin de realizar nuestras propias pruebas, seguir protocolos de trabajo para con estos materiales, que son de suma importancia en la preparación de trabajos definitivos y facilitar de esta manera la investigación a futuros estudiantes.
5. Debemos tener en cuenta, el manejo correcto en proporción y siguiendo los protocolos en el laboratorio dental durante la preparación y el vaciado de los yesos tipo IV, con la finalidad de contar con un resultado óptimo.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Finger W. Effect of the setting expansion of dental stone upon the die precision. Scandinavian journal of dental research 1980; 88 (2): 156-2.
2. Price RB, Gerrow JD; Sutow EJ, MacSwenn R. The international journal of prosthodontic 1991;4(2):169-6
3. Pereira T, Santos junior GC, Rubo JH, Valle AL. Gesso tipo IV: influencia des técnicas de manipulação. Revista facultad odontología Bauru, 2002; 10(3):150-5
4. Kenyon BJ, Hagge MH, Leknius C, Daniels WC, Weed ST. Dimensional accuracy of 7 Die Materials. Journal of prosthodontics 2005; 14:25-8.
5. Millstein PL, Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone. Journal of oral rehabilitation 1992; 19: 239-5
6. Willers H, Rübelling G, Popall K. Masas de Yeso. Yeso para modelos de implantes de estabilidad formal. Estudio comparativo in vitro 2005. Quintessence técnica; 16(1)
7. Al-Abidi K, Ellakwa A. The effect of adding a stone base on the accuracy of working casts using different types of dental stone. The journal of contemporary dental practice 2006; 1; 7(4):17-12.
8. Sansiviero A, De Oliveira Bauer JR, Satoiqui Masuda M, Massao Sigemori R, Tavares de Oliveira M, Reis Tavares Junior CA et al. Expansão de presa de gesso tipo IV (pedra) de alta resistência em diferentes técnicas de manipulação e marcas diversas. Conscientiae Saude, 2008; 7(3):373-6
9. Rodríguez AN, Gassó CA, Oliva C, Pacchioni A, Edelberg MH. Propiedades de los yesos para troqueles de baja expansión según dos técnicas de mezclado: convencional y tipo cemento. Rev. Facultad de Odontología (UBA), 2010;25(59).
10. Pedro Díaz Díaz. Estudio experimental sobre manipulación y propiedades físico-mecánicas de los productos derivados del yeso usados en odontología [tesis doctoral]. Madrid: Univ. Complutense de Madrid; 2014.
11. Vega Ruiz, Malú Ingrid. Comparación in vitro de los cambios dimensionales de modelos con yeso tipo IV en relación a la proporción polvo-líquido para la preparación del alginato [tesis para optar el grado de cirujano dentista]. Lima: Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas; 2014.

12. Osorio R, Toledano M, Aguilera. F. Polímeros en Odontología. Hidrocoloides. Elastómeros: polisulfuros y siliconas (condensación y adición). Poliéteres. En: Osorio R, Toledano M, Aguilera F, editores. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Madrid: Avances; 2003. p.83- 99.
13. Mandikos M. Polivinil siloxane impresión materials: An update on clinical use. ADJ 1998;43(6):428-34.
14. Real academia española [base de datos en internet]. Diccionario de la lengua española. 22ed. - [citado el 31 de Octubre del 2009]. Disponible en: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=yeso.
15. Candel Vila R. Yeso. En: Historia natural Tomo IV: Geología. Barcelona, España: Instituto Gallach; 1972. p. 154-156.
16. Phillips RW. Productos del yeso: química del fraguado. Principios básicos. Consideraciones técnicas. En: La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9ed. México, D.F: Interamericana-McGraw-Hill; 1993. p. 69-92.
17. Momias del Antiguo Egipto. El misterio de la vida eterna (sitio en internet). Etapas de la momificación en el antiguo Egipto II. Disponible en: <http://momia.wordpress.com/2007/11/03/la-momificacion.html>. Acceso el 15 de junio del 2017.
18. Ring M.E. La construcción de prótesis. En: Historia de la odontología. España: Egedsa; 1993. p. 265.
19. American dental Association [pág. de inicio en internet]. Chicago: The Association; c1995-2009 [actualizado 2005 Mar 14; citado 2017 abril 14]. ADA standards committee on dental products (ADA SCDP); [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: http://www.ada.org/prof/resources/standards/products_specifications.asp.
20. Barcelo Santana FH, Palma Calero JM. Yesos dentales. En: Materiales dentales conocimientos básicos aplicados. 2ed. México: Trillas; 2004. p. 149-156.
21. Cova Natera JL. Materiales de laboratorio. En: biomateriales dentales. Venezuela: Amolca; 2004. P.75-84.
22. Macchi RL. Yesos y modelos. En: materiales dentales. 3ed. Argentina: Panamericana; 2000. p. 219-228.
23. Combe EC. Materiales y procedimientos de laboratorio. En: materiales dentales. España: Labor; 1990. p.286-295.

24. Craig RG, O'Brian WJ, Powers JM. Materiales para modelos y troqueles. En: materiales dentales. 6ed. España: Mosby; 1996. p.183-196.
25. Craig RG, Ward ML. Productos de yeso y revestimiento. En: materiales de odontología restauradora. 10ed. España: Harcourt Brace; 1998. p. 333-346.
26. Perfil técnico GC Fujirock EP. Disponible en:
<https://erp.somuden.es/laboratorio/articulos/68166032/GC%20ESCAYOLA%20IV%20FUJIROCK%20EP%20DORADA%2012%20KG>
27. Perfil técnico Zhermack Elite Rock. Disponible en:
<http://www.zhermack.com/en/product/elite-rock-cad-cam/>
28. Perfil técnico Protechno Rubimix. Disponible en:
http://www.protechno.com/index.php?id_cms=46&controller=cms&id_lang=1
29. Perfil técnico Mix Vaccum VRC. Disponible en:
<http://www.equipamentosvrc.com.br/produtos/espaulador-a-vacu.html>

ANEXOS

Anexo 2: Ficha de recolección de datos de las muestras.

MUESTRA (20)	MEDIDAS A TOMAR (VER LEYENDA AL PIE)*	MARCAS DE YESOS TIPO IV		
		FUJIROCK EP (mm)	ELITE ROCK ZHERMACK (mm)	RUBIMIX PROTECHNO (mm)
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
	2			
	3			
	4			

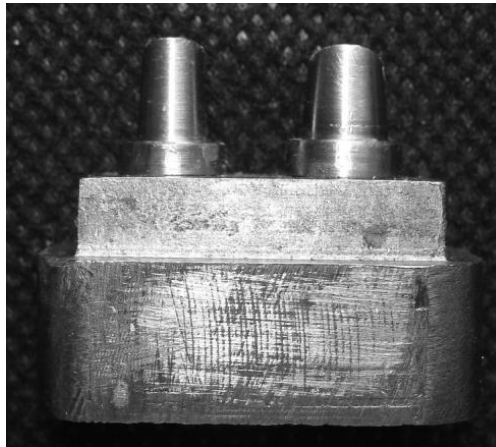
*** Medidas a considerar:**

1. Longitud desde la cúspide vestibular a la cúspide lingual de la 2da premolar
2. Longitud desde la cúspide mesiovestibular a la mesiolingual de la 1era molar
3. Longitud desde la cúspide mesiovestibular a la mesiolingual de la 2da molar
4. Longitud desde el punto ecuatorial de la cara mesial de la 2da premolar hasta el punto ecuatorial de la cara distal de la 2da molar

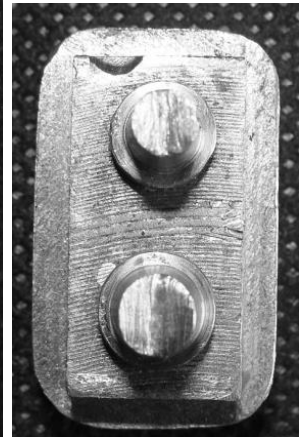
Anexo 3: Confección del Patrón.



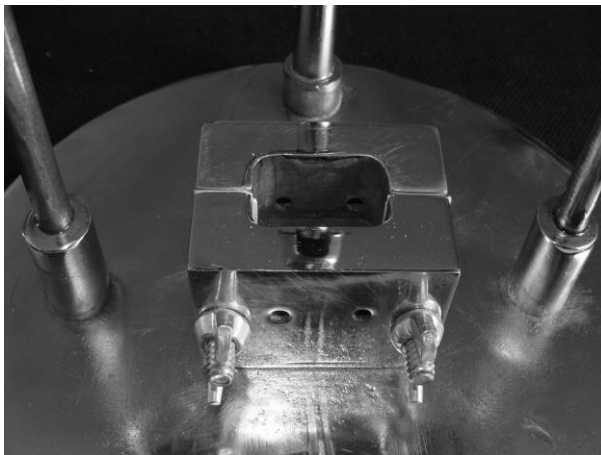
VISTA LATERAL - PROXIMAL



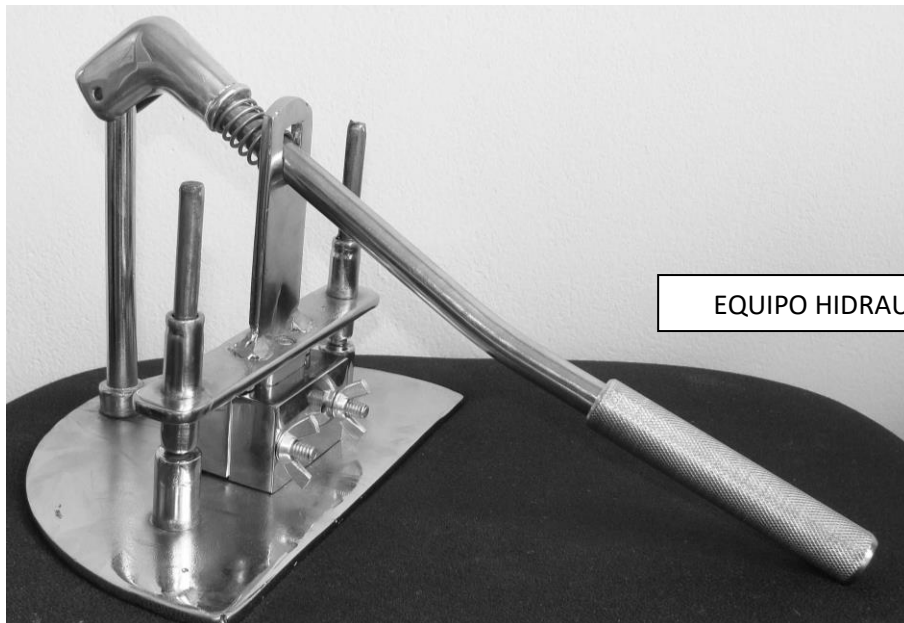
VISTA FRONTAL - CARA LIBRE



VISTA OCLUSAL



CAJA DE ACERO QUIRÚRGICO PARA IMPRESIÓN DEFINITIVA

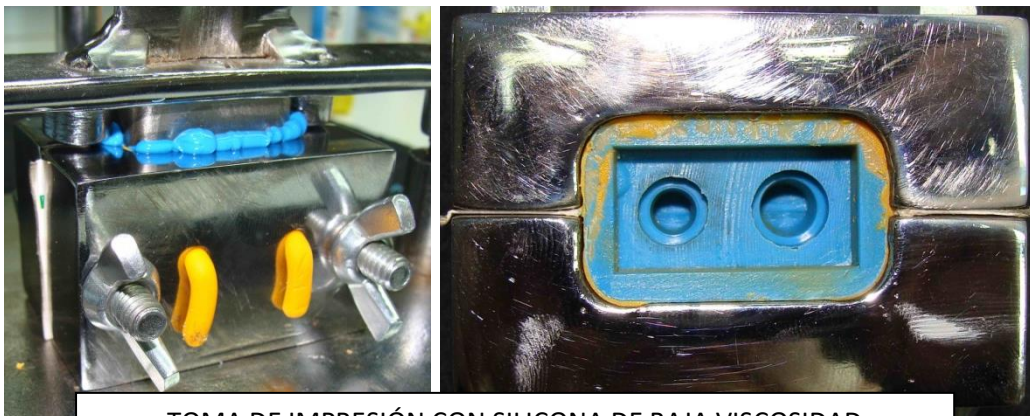


EQUIPO HIDRAULICO

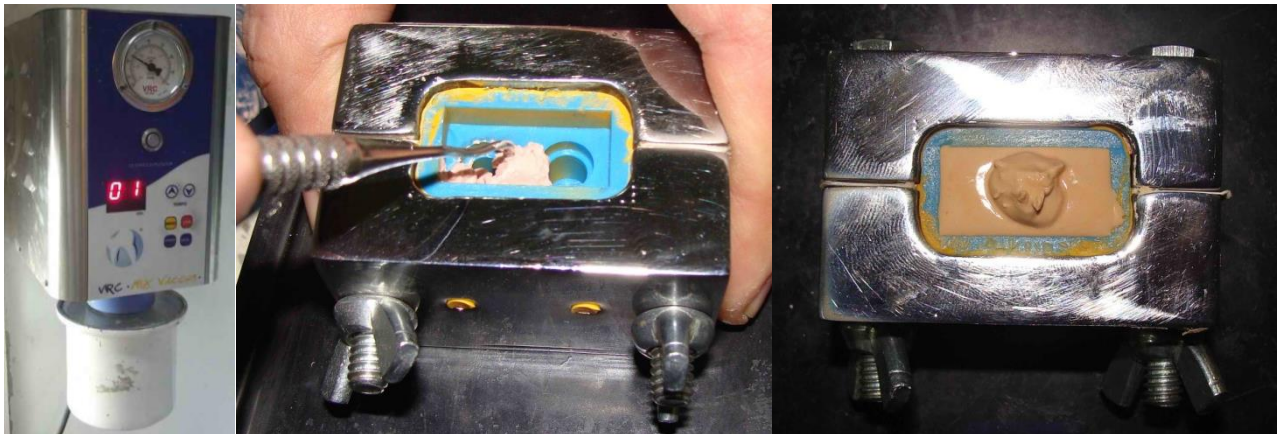
Anexo 5: Toma de Impresión y Vaciado.



TOMA DE IMPRESIÓN CON SILICONA DE ALTA VISCOSIDAD

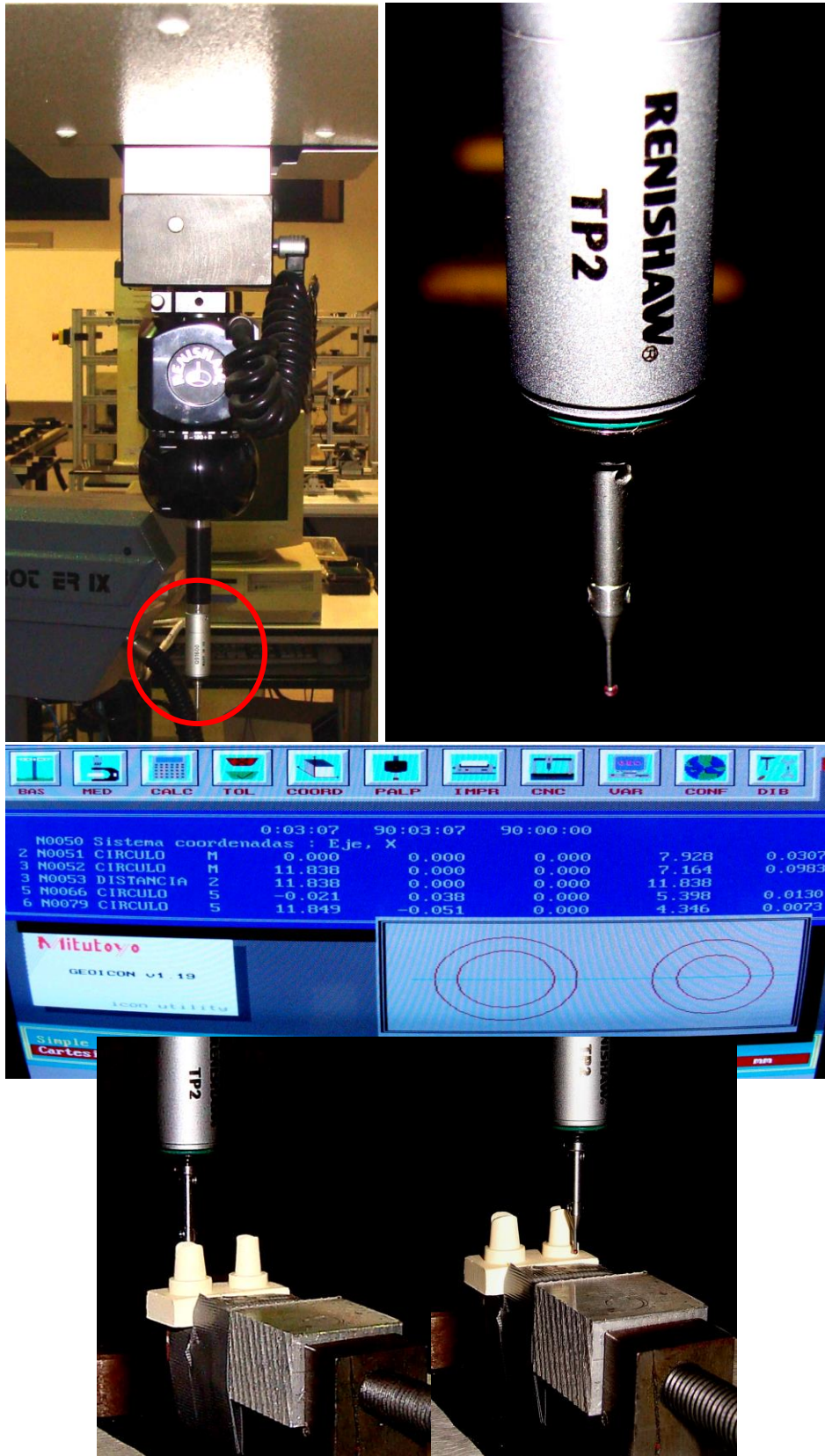


TOMA DE IMPRESIÓN CON SILICONA DE BAJA VISCOSIDAD



VACIADO DEL YESO TIPO IV, MEZCLADO AL VACÍO

Anexo 6: Máquina de medición por Coordenadas.



MEDICIONES DEL PATRON VACIADO EN YESO TIPO IV

Anexo 7a:

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA
CENTRO DE TECNOLOGÍAS
AVANZADAS DE MANUFACTURA - CETAM



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

CETAM-006/2010

INFORME DE ENSAYO

SOLICITADO POR : Sr Kervan Medianero
REALIZADO POR : Ing. Víctor Girón Medina
MUESTRA : Treinta muestras y un patrón, entregadas por el cliente.

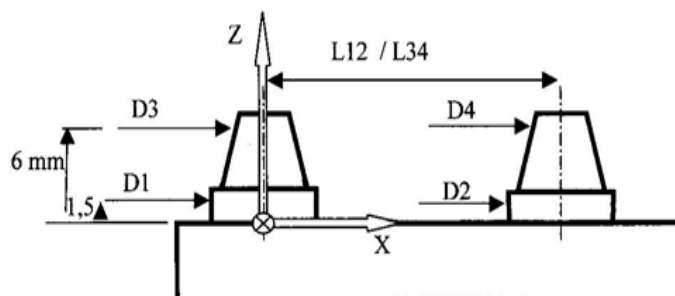
1. OBJETIVO

Resultados de la medición de treinta piezas elaboradas en yeso y un patrón en acero.

2. METODO

La medición se realizó en una máquina de medición por coordenadas marca MITUTOYO Modelo BLN-710, Nro de serie BA000175, con un palpador de contacto de 0,5 mm de diámetro.

Para la medición, se definió un sistema de coordenadas XYZ, donde el plano XY coincide con la superficie plana inferior donde se apoyan los insertos. El centro de coordenadas coincide con el centro de la circunferencia D1 proyectado sobre XY y el eje X pasa por los centros de las circunferencias D1 y D2 indicadas en la siguiente figura.



D1 y D2 son diámetros de las circunferencias a una altura $Z = 1,5$ mm.

D3 y D4 son diámetros de las circunferencias a una altura $Z = 6$ mm.

L12 es la distancia entre los centros de las circunferencias D1 y D2.

L34 es la distancia entre los centros de las circunferencias D3 y D4.

Nota: Las circunferencias fueron medidas con 5 puntos, por lo que el resultado además de proporcionar el diámetro de la circunferencia de mejor ajuste, obtenida por el método de mínimos cuadrados, proporciona la máxima diferencia de las desviaciones de los puntos con respecto a dicha circunferencia.

Av. Universitaria 1801, San Miguel
Lima 32 - Perú
Telf.: (511) 626-2000 anexo 4665

www.pucp.edu.pe cetam@pucp.edu.pe

1 de 3

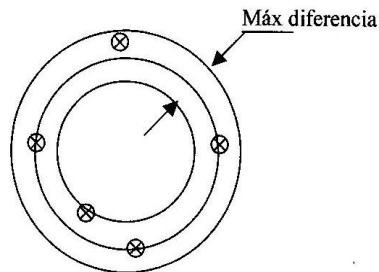
Bc

Anexo 7b:

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA
CENTRO DE TECNOLOGÍAS
AVANZADAS DE MANUFACTURA - CETAM



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ



3. CONDICIONES AMBIENTALES Y TRAZABILIDAD

Las mediciones fueron realizadas en la sala de manufactura del CETAM-PUCP, a una temperatura aproximada de 20°C y 68% H.R. Para la máquina de medición por coordenadas MITUTOYO Modelo BLN-710, Nro de serie BA000175 el certificado de calibración del fabricante es el Nro CAE-051/00, año 2000. Se realiza verificaciones periódicas contrastando la máquina con bloques patrón del laboratorio de manufactura.

Bloques patrón del laboratorio de manufactura, certificado de inspección del fabricante, Mitutoyo Nro S06D00449, con fecha 7 de abril del 2007, el cual que indica trazabilidad al NIST.

4. RESULTADOS

4.1 Muestras de color amarillo.

Todas las medidas en milímetros

Muestra	D1	Max. dif. D1	D2	Max. dif. D2	Distancia L12	D3	Max. dif. D3	D4	Max. dif. D4	Distancia L34
1	7,914	0,06	7,161	0,096	11,842	5,390	0,01	4,344	0,005	11,868
2	7,919	0,044	7,161	0,1	11,841	5,393	0,009	4,341	0,004	11,871
3	7,928	0,031	7,164	0,098	11,838	5,398	0,013	4,346	0,007	11,871
4	7,922	0,043	7,161	0,1	11,839	5,395	0,014	4,344	0,005	11,872
5	7,918	0,057	7,163	0,1	11,843	5,395	0,012	4,342	0,007	11,874
7	7,889	0,029	7,151	0,1	11,820	5,389	0,014	4,336	0,007	11,848
8	7,893	0,019	7,158	0,093	11,815	5,389	0,019	4,336	0,008	11,846
11	7,928	0,03	7,174	0,1	11,839	5,396	0,011	4,348	0,006	11,863
12	7,928	0,051	7,180	0,11	11,844	5,399	0,009	4,35	0,007	11,869
13	7,931	0,04	7,184	0,11	11,849	5,4	0,007	4,353	0,003	11,873

Av. Universitaria 1801, San Miguel
Lima 32 - Perú
Telf.: (511) 626-2000 anexo 4665

2 de 3

www.pucp.edu.pe cetam@pucp.edu.pe

Anexo 7c:

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA
CENTRO DE TECNOLOGÍAS
AVANZADAS DE MANUFACTURA - CETAM



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

4,2 Muestras de color beige

Todas las medidas en milímetros

Muestra	D1	Max, dif, D1	D2	Max, dif, D2	Distancia L12	D3	Max, dif, D3	D4	Max, dif, D4	Distancia L34
1	7,883	0,027	7,167	0,1	11,818	5,379	0,022	4,330	0,005	11,835
2	7,901	0,027	7,176	0,1	11,827	5,382	0,017	4,341	0,005	11,845
4	7,899	0,047	7,180	0,1	11,832	5,382	0,014	4,342	0,006	11,849
5	7,890	0,057	7,174	0,1	11,826	5,381	0,018	4,337	0,01	11,846
6	7,900	0,023	7,177	0,105	11,827	5,383	0,015	4,341	0,003	11,848
7	7,925	0,029	7,179	0,11	11,853	5,403	0,023	4,359	0,019	11,874
8	7,924	0,029	7,179	0,105	11,844	5,400	0,026	4,356	0,016	11,872
9	7,924	0,034	7,181	0,1	11,845	5,400	0,023	4,353	0,015	11,871
10	7,911	0,061	7,181	0,1	11,851	5,403	0,022	4,356	0,018	11,873
11	7,921	0,03	7,183	0,105	11,847	5,404	0,022	4,357	0,02	11,873

4,3 Muestras de color rosado

Todas las medidas en milímetros

Muestra	D1	Max, dif, D1	D2	Max, dif, D2	Distancia L12	D3	Max, dif, D3	D4	Max, dif, D4	Distancia L34
10	7,883	0,077	7,134	0,11	11,838	5,386	0,04	4,325	0,011	11,868
11	7,962	0,044	7,167	0,094	11,829	5,422	0,029	4,363	0,013	11,867
12	7,919	0,04	7,142	0,1	11,831	5,386	0,029	4,342	0,02	11,857
13	7,956	0,037	7,169	0,092	11,825	5,416	0,024	4,363	0,01	11,868
14	7,923	0,043	7,141	0,11	11,825	5,388	0,034	4,341	0,027	11,854
15	7,916	0,057	7,145	0,11	11,832	5,394	0,036	4,347	0,029	11,856
16	7,879	0,059	7,140	0,116	11,834	5,365	0,026	4,320	0,027	11,854
17	7,910	0,062	7,163	0,1	11,831	5,385	0,008	4,359	0,012	11,856
18	7,904	0,078	7,170	0,1	11,836	5,393	0,013	4,360	0,013	11,859
19	7,908	0,056	7,171	0,1	11,834	5,388	0,012	4,360	0,013	11,858

4,4 Muestra de metal

Todas las medidas en milímetros

Muestra	D1	Max, dif, D1	D2	Max, dif, D2	Distancia L12	D3	Max, dif, D3	D4	Max, dif, D4	Distancia L34
Metálica	8,016	0,06	7,249	0,08	11,869	5,514	0,016	4,459	0,008	11,89



Ing. Benjamín Basciga Gamarra
Director del CETAM

Av. Universitaria 1801, San Miguel
Lima 32 – Perú
Telf.: (511) 626-2000 anexo 4665

3 de 3

www.pucp.edu.pe cetam@pucp.edu.pe