



CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Contraste del estado natural y el fraguado del yeso calcinado a 4365 msnm. En la Región-Pasco



Ing. Abel Robles Carbajal
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo electrónico: roble.bel@hotmail.com

26

Resumen: Este trabajo de investigación tiene como objetivo contrastar el estado natural y fraguado del yeso calcinado a 4 365 msnm en la región Pasco. El yeso como materia natural que existe en gran cantidad de reserva en Pillao y Rocco, no es aprovechado por los pobladores de esta región por desconocimiento. El método empleado es cuantitativo del tipo experimental y las muestras seleccionadas son de las canteras de la parte alta de Rocco y Pillao; los instrumentos utilizados son: horno de quemados de muestras acoplado con pirómetro (marcador de temperatura y termo cupla), mortero cerámico, pilón cerámico, tamices de malla, disco moledor para la reducción de tamaños y balones de gas. Los resultados de análisis en crudo de la cantera de Rocco nos indican que el CaO es 32.40% y de Pillao es 32.33%. Se concluye que al transformar mediante el quemado en el horno a diferentes temperaturas se obtuvo el yeso calcinado. Finalmente se tiene que del yeso estuco de Rocco fraguado en 5, 6, y 7 minutos cuya dureza es óptima, mientras en los otros ensayos el fraguado es de mayor tiempo; pero su dureza es frágil la cual no garantiza la obra a ejecutarse; en el caso de Pillao con la misma cantidad ha fraguado en 6 y 7 minutos, se obtuvo una dureza óptima.

Palabras claves: Natural/ fraguado/ yeso calcinado/ yeso estuco.

Abstract: This research work aims to contrast the natural and setting state of calcined gypsum at 4 365 masl in the Pasco region. Gypsum, as a natural material that exists in a large quantity of reserves in Pillao and Rocco, is not used by the inhabitants of this region due to lack of knowledge. The method used is quantitative of the experimental type selected samples are the quarries of the upper part of Rocco and Pillao, the instruments used are: sample burner furnace coupled with pyrometer (temperature marker and termo cupla), ceramic mortar, ceramic pylon, mesh sieves, grinding disc for size reduction and gas balloons. The results of the crude analysis of the Rocco quarry indicate that the CaO is 32.40% and that of Pillao is 32.33%. It is concluded that when burned in the furnace at different temperatures, calcined gypsum was obtained. Finally, the stucco plaster of Rocco is set in 5, 6, and 7 minutes, the hardness of which is optimal, while in the other tests the hardening is longer, but its hardness is fragile which does not guarantee the work to be executed; in the case of Pillao with the same amount has set in 6 and 7 minutes, an optimum hardness was obtained.

Keywords: Natural / setting / calcined plaster / stucco plaster.

Résumé : Ce travail de recherche a pour objectif contraster l'état naturel et fabriqué du gypse calciné à 4 365 msnm dans la région Pasco. Le gypse comme matière naturelle qui existe dans une grande quantité de réserve dans Pillao et Rocco, n'est pas mis à profit par les habitants de cette région a cause de l'ignorance. La méthode employée est quantitative du type expérimental et les échantillons sélectionnées sont les carrières de la haute partie de Rocco et de Pillao, les instruments utilisés sont : un four de brûlés des échantillons assemblé avec pirómetro (un marqueur de température et de thermos cupla), un mortier céramique, un pylône céramique, des tamis de maille, de disque broyeur pour la réduction de tailles et les ballons de gaz. Les résultats d'analyse dans un brut de la carrière de Rocco nous indiquent que le CaO est 32.40 % et de Pillao c'est 32.33 %. On finit que, après avoir transformé au moyen de brûlé dans le four à différentes températures, le gypse calciné a été obtenu. On a finalement que du gypse le stuc de Rocco fabriqué dans 5, 6, et 7 minutes dont la dureté est parfaite, tandis que dans les autres essais le fabriqué est du plus grand temps; mais sa dureté est fragile qui ne garantit pas l'oeuvre à exécuter; dans le cas de Pillao avec la même quantité il(elle) a pris dans 6 et 7 minutes, une dureté parfaite a été obtenue.

Mots-clés: Le naturel / Le fabriqué / Le gypse calciné / Le gypse en stuc.

1. Introducción

El yeso es uno de los materiales más antiguos empleados en la industria de la construcción. El presente trabajo tiene como objetivo contrastar el estado natural y fraguado del yeso calcinado a 4 365 msnm en la Región Pasco, entre las canteras de Rocco y Pillao en la provincia de Daniel Alcides Carrión de Pasco se encuentra ubicada en la parte central del territorio nacional, al Este de la cordillera Occidental, abarcando zonas andinas y de selva amazónica que comprende los sectores de la cuenca alta y media del río Pachitea. Su temperatura promedio en la sierra fluctúa entre los 5 °C y 18 °C y en la selva la temperatura se encuentra entre los 15 °C a 30 °C.

Figura N°1. Ubicación de la Región Pasco



28

El problema de las Comunidades Campesinas que poseen recursos naturales y no son aprovechados por desconocimiento estas materias, la universidad en lograr de mejorar los recursos económicos de los pobladores se ha considerado priorizar la importancia del yeso en sus diferentes derivados.

La presencia de los minerales no metálicos en la Región Pasco, debidamente identificados y con grandes volúmenes de reserva son: La arcilla, la caliza, el yeso, el carbón, la sílice, baritina, también encontrándose yacimientos de otros tipos de minerales de menor escala de reservas, además de los minerales no metálicos industriales también se encuentran las rocas ornamentales.

El yeso en estado natural el, piedra de yeso o yeso crudo, contiene 79,07% de sulfato de calcio anhidro y 20,93% de agua y es considerado una roca sedimentaria, incolora o blanca en estado puro; sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones, entre las que encontramos la arcilla, óxido de hierro, sílice, caliza, etc.

El yeso es una roca muy abundante en la naturaleza que se ha formado por la desecación de mares interiores y lagunas. Químicamente es el sulfato cálcico hidratado con dos moléculas de agua, cuya fórmula es: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; en estado puro, es incoloro,

transparente, blando y algo soluble en el agua, es un mineral blanco, pero debido a impurezas puede tornarse gris, castaño o rosado.

El yeso es un producto preparado básicamente a partir de una piedra natural denominada aljez, mediante deshidratación, al que puede añadirse en la fábrica determinadas adiciones de otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, densidad, resistencia, adherencia y retención de agua.

El alabastro de yeso es una variedad cristalizada de grano finísimo y traslúcido en piezas de poco espesor, que se emplea en ornamentación y escultura; fácil de tallar y tornearse (piedra de Huamanga).

Como resultado final del fraguado del yeso estuco de las canteras de Rocco y Pillao, de acuerdo nuestros gráficos, hemos concluido que con 150 g. de yeso calcinado y tamizado a malla-20 procedente de la cantera de Rocco; con 80 y 90 cm³ de agua, ha fraguado en 5 minutos. Ambas muestras, cuya dureza es óptima, mientras en los otros ensayos el fraguado es de mayor tiempo, pero la dureza es un tanto débil, lo cual no garantiza la duración del material quirúrgico a emplearse. Con 150 g. de yeso estuco y tamizado a malla -20 procedente de la cantera de Pillao, a diferencia de la cantera de Rocco con 80, 90 y 100 cm³ de agua ha fraguado en 3 minutos los dos primeros ensayos y 4 minutos el último ensayo indicado, y se obtiene una dureza óptima después del fraguado, en el resto de los ensayos no es óptima el fraguado ni la dureza.

2. Material y métodos

Los materiales utilizados en la investigación son: un horno de laboratorio de fabricación, cuyo componente es una caja metálica revestida por ladrillo refractario, incorporando una termocupla conectado a un pirómetro, con el que reporta la lectura de la temperatura del interior del horno. Así mismo, como mortero cerámico, pilón cerámico, tamices de malla, disco molidor para la reducción de tamaños y balones de gas.

29

Figura N°2: Horno cerámico y pirómetro



Fuente: Elaboración propia

Figura N°3: Muestrario y olla

Fuente: Elaboración propia

El método de la investigación empleado es cuantitativo del tipo experimental las muestra seleccionadas son las canteras de la parte alta de Rocco y Pillao de la provincia de Daniel Alcides Carrión, las muestras de yeso son de las canteras de Rocco y Pillao mineral no metálico.

2.1. Procedimiento

30

Extracción: el sulfato de calcio dihidratado se extrae de las minas a cielo abierto o subterráneo, dependiendo de la profundidad en que se encuentran. El tamaño de las rocas puede ser de hasta 50 cm de diámetro.

Selección de la materia prima: se hace una minuciosa selección de la roca de yeso natural, posteriormente se almacena para su uso en el proceso de calcinación dependiendo del tipo de yeso a fabricar.

Calcinación: una vez seleccionado el yeso crudo, se somete a una deshidratación parcial con una técnica de calcinación a altas presiones con un riguroso control de tiempo y temperatura, obteniendo cristales de mínima porosidad y forma regular, que permitirán producir modelos de gran dureza y resistencia. La estructura y propiedades del producto final dependen directamente de las condiciones de calcinación empleadas.

Figura N°4: Calcinación de yeso

Fuente: Elaboración propia

Trituración: la primera trituración, reduce el tamaño de las rocas para facilitar su manejo a una dimensión inferior a 15 cm; la segunda trituración por medio de quebradoras permite reducir el tamaño de las piedras de 4 a 5 cm.

Molienda y cribado: La operación posterior a la trituración es la molienda, el yeso calcinado es llevado a tolvas que dosifican la cantidad de material proporcionado a los molinos. La proporción y distribución de los tamaños de partícula es un factor determinante con respecto a las propiedades del producto.

Mezclado: una vez que el yeso está finamente molido, se ajustan los detalles con aditivos para que el producto responda a las necesidades del cliente en lo que se refiere a tiempo de fraguado, viscosidad, porosidad, resistencia mecánica, expansión de fraguado, color, entre otros factores.

Pruebas de estudio: las pruebas y experimentos de laboratorio se llevan a cabo en etapas de producción para cada lote, para garantizar que todos los productos cumplan las estrictas especificaciones requeridas antes de ser envasados y expedidos.

Almacenamiento: se selecciona el empaque correcto para cada uno de los productos, ofreciendo envasado de óptima protección que mantenga la calidad del producto durante todo su trayecto hasta llegar al usuario final.

En la calcinación, si se aumenta la temperatura hasta lograr el desprendimiento total de agua, fuertemente combinada, se obtienen durante el proceso diferentes yesos empleados en construcción, los que, de acuerdo con las temperaturas crecientes de deshidratación, pueden ser:

- Temperatura ordinaria: piedra de yeso o sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- 107 °C: formación de sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$).
- 107 – 200 °C: desecación del hemihidratado, con fraguado más rápido que el anterior (yeso comercial para estuco).
- 200 – 300 °C: yeso con ligero residuo de agua, de fraguado lentísimo y de gran resistencia.
- 300 – 400 °C: yeso de fraguado aparentemente rápido, pero de muy baja resistencia.
- 500 – 700 °C: yeso anhidro o extracocido, de fraguado lentísimo o nulo (yeso muerto).

- 750 – 800 °C: empieza a formarse el yeso hidráulico.
- 800 – 1000 °C: yeso hidráulico normal o de pavimento.
- 1000 – 1400 °C: yeso hidráulico con mayor proporción de cal libre y fraguado más rápido.

Generalmente es utilizado en obras de construcción como pasta para enlucidos y revoques; como pasta de agarre y de juntas, se utiliza para obtener estucados y en la preparación de superficies de soporte para la pintura artística al fresco.

También, se emplea para la elaboración de materiales prefabricados como paneles de yeso (dry wall o sheetrock) para tabiques y escayolados para techos, como aislante térmico, pues el yeso es mal conductor del calor y la electricidad.

El yeso, como producto industrial, es sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), también llamado vulgarmente yeso cocido. Se comercializa molido, en forma de polvo. Una variedad de yeso es el denominado alabastro, se utiliza mucho, por su facilidad de tallado, para elaborar pequeñas vasijas, estatuillas y otros utensilios.

Asimismo, se usa para fabricar moldes de dentaduras, en odontología; para usos quirúrgicos en forma de férula para inmovilizar un hueso y facilitar la regeneración ósea en una fractura. Además, en los moldes utilizados para preparar y reproducir esculturas, en la elaboración de tizas para la escritura, en la fabricación de cemento, etc.

Asimismo, se usa para fabricar moldes de dentaduras, en odontología; para usos quirúrgicos en forma de férula para inmovilizar un hueso y facilitar la regeneración ósea en una fractura. Además, en los moldes utilizados para preparar y reproducir esculturas, en la elaboración de tizas para la escritura, en la fabricación de cemento, etc. Para mejorar las tierras agrícolas, pues su composición química, rica en azufre y calcio, hace del yeso un elemento de gran valor como fertilizante y también en la corrección de suelos, aunque en este caso se emplea el mineral pulverizado y sin fraguar para que sus elementos componentes se puedan dispersar en el terreno.

32

Figura N°5: Yeso pulverizado



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, una de las aplicaciones más recientes del yeso es la remediación ambiental en suelos, esto es, la eliminación de elementos contaminantes de los mismos, especialmente metales pesados. Ayuda a sustituir el sodio por calcio y permite que el sodio drene y no afecte a las plantas. Mejora la estructura del terreno y aporta calcio sin aumentar el pH, como haría la cal.

De la misma forma, el polvo de yeso crudo se emplea en los procesos de producción del cemento Portland, donde actúa como elemento retardador del fraguado. Asimismo, es

utilizado para obtener ácido sulfúrico, se usa como material fundente en la industria, bajo temperaturas superiores a los 4000 °C.

Dureza: 2 Escala de Mohs

Peso específico: 2,32 g/cm³

Brillo: vítreo generalmente, perlado o sedoso, incoloro, blanco, gris, etc.

3. Resultados

Los resultados se muestran en los siguientes gráficos, que representan las tablas de los datos que se acompañan en el costado derecho de cada cuadro.

Cuadro N°1: Resultado de análisis químico.

Compuestos	% C.P. Rocco	ppm	Compuestos	% c.p. Rocco	Ppm
Al ₂ O ₃	0.02		P ₂ O ₅	0.01	
Ba		<10	SiO ₂	1.08	
CaO	32.33		Sr		626
Cr ₂ O ₃	0.01		TiO ₂	0.01	
Fe ₂ O ₃	0.08		Y		<10
K ₂ O	0.01		Zn		<10
MgO	0.03		Zr		<10
MnO	0.01		Sum	54.49	
Na ₂ O	0.02		LOI	20.91	
Nb		<10			

Fuente: Elaboración propia

33

Figura N°6: Yeso del Distrito de Centro Poblado Rocco



Fuente: Elaboración propia

Del cuadro 1 y figura 6, el yacimiento de sulfato de calcio (yeso) después de la calcinación resulta 32.33 % óxido de calcio (CaO), indica que este material es de excelente calidad; cabe destacar, que el óxido de silicio 1.08 % es bastante bajo para dañar la calidad del material; asimismo, los otros minerales son insignificantes.

Los resultados indican claramente que este yacimiento es de buena calidad para los objetivos propuestos; además, el yeso que aparece en el Atlas de Minerales Industriales tiene 33.33 % de CaO, esto indica que este material se aproxima a la calidad excelente.

Cuadro N° 2. Resultado de análisis químico

Compuestos	% Quichquivado	ppm	Compuestos	% Quichquivado	ppm
Al ₂ O ₃	0.04		P ₂ O ₅	0.02	
Ba		13	SiO ₂	0.23	
CaO	32.40		Sr		2 952
Cr ₂ O ₃	0.01		TiO ₂	0.01	
Fe ₂ O ₃	0.03		Y		<10
K ₂ O	0.01		Zn		<5
MgO	0.08		Zr		<10
MnO	0.01		Sum	53.61	
Na ₂ O	0.01		LOI	20.79	
Nb		<10			

Fuente: Elaboración propia

Figura N°7: Yeso del distrito de Pillao (quichquivado)



Fuente: Elaboración propia

34

Del Cuadro 2 y Gráfico 7, como en el caso anterior, el yacimiento de sulfato de calcio (yeso) después de la calcinación resulta 32.40 % óxido de calcio (CaO), esto indica la calidad buena del mineral; Asimismo, que los contaminantes son despreciables en este yacimiento.

Los dos yacimientos estudiados tales como la del Distrito de Yanahuanca, el mismo que se encuentra en el Asentamiento Humano de Rocco y la del Distrito de Pillao, ubicado en el paraje de Quichquivado son semejantes en calidad, cabe recalcar, el yeso que aparece en Atlas de Minerales Industriales tiene 33.33 % de CaO, en consecuencia, estos dos yacimientos tienen casi el mismo porcentaje.

Cuadro N°3: Comparación de dos yacimientos.

Compuestos	Yanahuanca		San Pedro de Pillao	
	% c.p. Rocco	ppm	Quichquivado	ppm
Al ₂ O ₃	0.02		0.04	
Ba		< 10		13
CaO	32.33		32.4	
Cr ₂ O ₃	0.01		0.01	
Fe ₂ O ₃	0.08		0.03	
K ₂ O	0.01		0.01	
MgO	0.03		0.08	
MnO	0.01		0.01	
Na ₂ O	0.02		0.01	
Nb		< 10		< 10
P ₂ O ₅	0.01		0.02	
SiO ₂	1.08		0.23	
Sr		626		2952
TiO ₂	0.01		0.01	
Y		< 10		< 10
Zn		< 10		< 5
Zr		< 10		< 10
Sum	54.49		53.61	
LOI	20.91		20.79	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°8: Comparación de yacimientos de yesos



Fuente: Elaboración propia

Los reportes del Laboratorio indican que ambos yacimientos tienen casi los mismos porcentajes de óxido de calcio, 33.33 % del Centro Poblado de Rocco y 32.40 % de San Pedro de Pillao: estos materiales están casi al nivel del libro ATLAS ILUSTRADO DE

LOS MINERALES, que reporta 32.57 % de CaO, esto nos demuestra que están al nivel de los mejores yacimientos que se encuentran en la naturaleza. En consecuencia, estos yacimientos se pueden explotar para ser transformador en productos acabados como yeso para estuco, yeso cerámico y yeso quirúrgico.

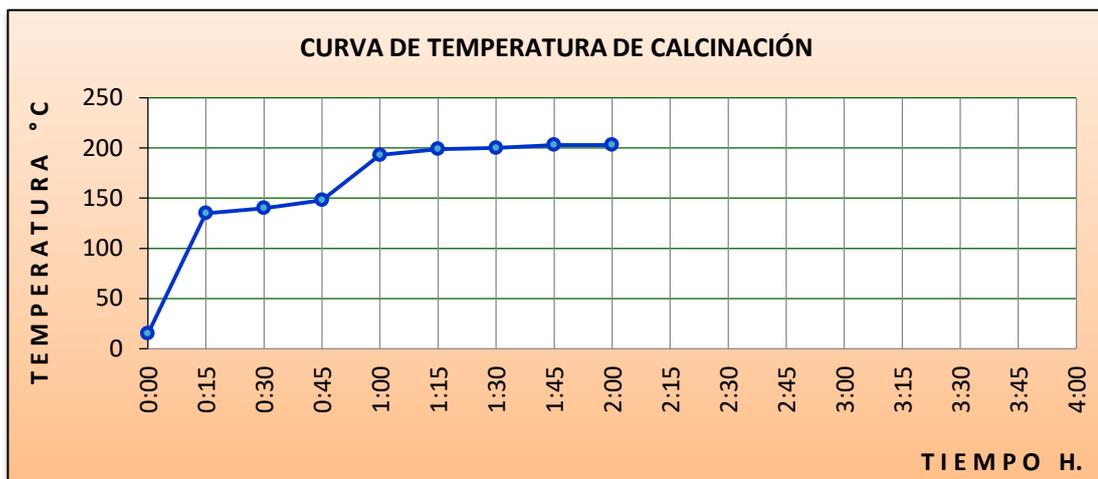
Resultado de calcinación y fraguado del yeso centro poblado de Rocco.

Cuadro N°4: Calcinación del yeso estuco

N° Ensayos	cód.	Calcinación		Peso material			Fraguado			
		Temp. (°C)	Tiempo (horas)	W o (g.)	W f (g.)	W H ₂ O (g.)	Sólido (g.)	Líquido (cm ³)	Relac. S/L (grs/cm ³)	Tiempo (min.)
1	12-YE	200	2	2000.00	1737.03	262.97	150.00	80.00	1.88	5.00
2	12-YE	200	2	2000.00	1737.03	262.97	150.00	90.00	1.67	6.00
3	12-YE	200	2	2000.00	1737.03	262.97	150.00	100.00	1.50	7.00
4	12-YE	200	2	2000.00	1737.03	262.97	150.00	110.00	1.36	8.00
5	12-YE	200	2	2000.00	1737.03	262.97	150.00	120.00	1.25	10.00
6	12-YE	200	2	2000.00	1737.03	262.97	150.00	130.00	1.15	13.00

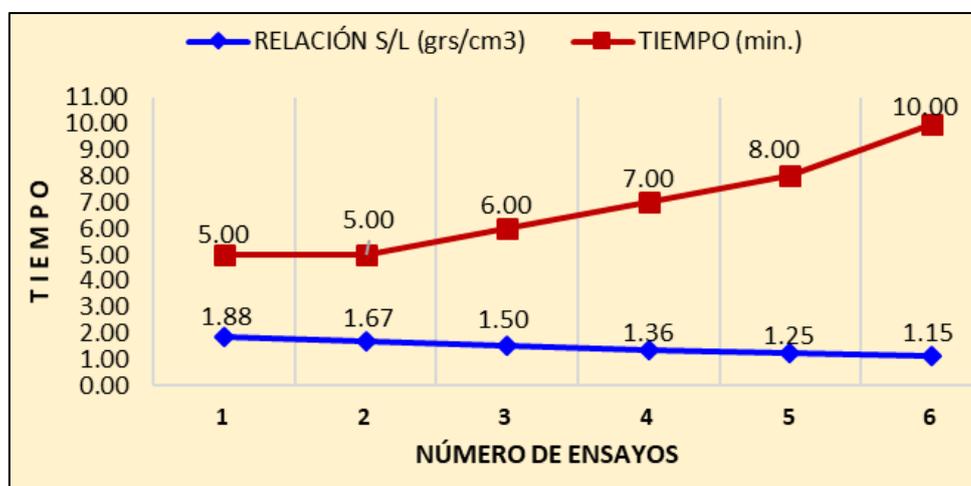
Fuente: Elaboración propia

36



Fuente: Elaboración propia

Figura N°10: Curva del fraguado del yeso estuco



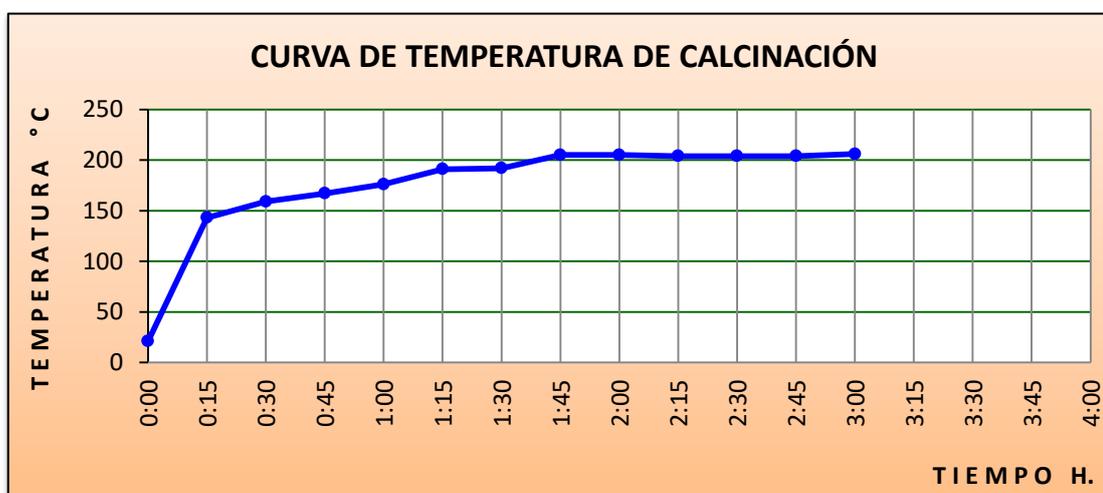
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°5: Calcinación del yeso cerámico

N° ensayos	cód.	calcinación		peso material			fraguado			
		temp. (°c)	tiempo (horas)	W o (grs.)	W f (grs.)	W h2o (grs.)	Sólido. (grs.)	líquido (cm³)	Relac. s/l (g/cm³)	Tiempo (min.)
1	9-YE	200	3	2000.00	1746.34	253.66	150.00	80.00	1.88	6.00
2	9-YE	200	3	2000.00	1746.34	253.66	150.00	90.00	1.67	7.00
3	9-YE	200	3	2000.00	1746.34	253.66	150.00	100.00	1.50	8.00
4	9-YE	200	3	2000.00	1746.34	253.66	150.00	110.00	1.36	10.00
5	9-YE	200	3	2000.00	1746.34	253.66	150.00	120.00	1.25	10.00

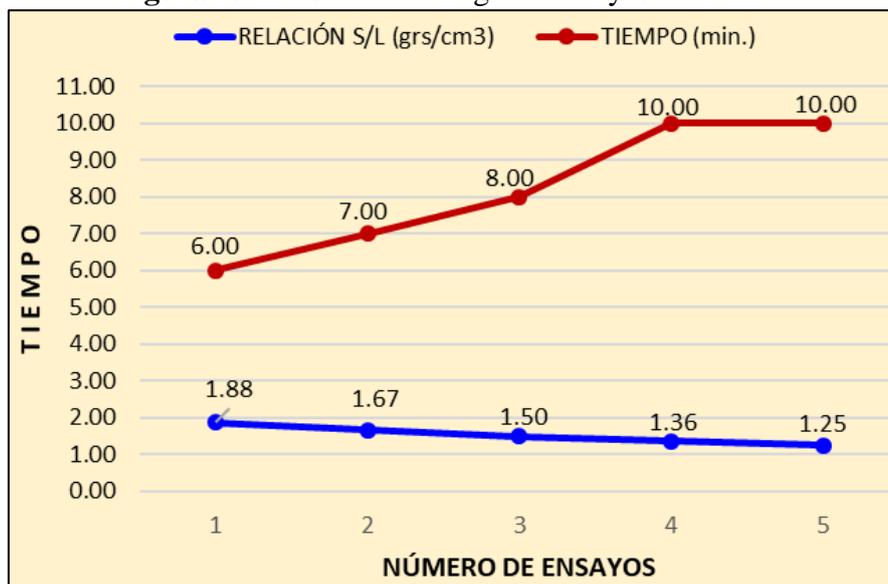
Fuente: Elaboración propia

Figura N°11: curva de calcinación del yeso cerámico



Fuente: Elaboración propia

Figura N°12: Curva del fraguado del yeso cerámico



Fuente: Elaboración propia

4. Discusión

38

4.1. Calcinación y fraguado del yeso estuco de Rocco y Pillao

Durante la calcinación para el yeso estuco se han tomado muestras de cada una de las canteras de Rocco del Distrito de Yanahuanca como del distrito de San Pedro de Pillao; detallando en los siguientes pasos:

- Se ha tomado un promedio de 2 000 g. de muestra de yeso crudo y se ha estibado en el horno a nivel de laboratorio, independientemente en fechas distintas.
- En el encendido del horno (de 4 hornillas) se ha desarrollado el calentamiento lentamente con una sola hornilla, hasta llegar a 200°C de temperatura gradualmente mediante la perilla durante 2 horas, en el caso de yeso proveniente de la cantera de Rocco. Y la misma cantidad, durante 3 hora de calcinado en el caso de la cantera de Pillao. En el contraste se observa (Tablas de calcinación del yeso estuco de Pillao y calcinación del yeso estuco de Pillao, ambas muestras se calcinan a 200°C de temperatura, pero el tiempo de quemado dentro del horno para una calcinación adecuada ha sido de 2 horas en el caso del yeso proveniente de la cantera de Rocco y de 3 horas para el yeso proveniente de la cantera de Pillao; lo que nos ratifica también las curvas de calcinación de ambas canteras que se difiere en el tiempo de 2 y 3 horas.
- Se observa en los cuadros de calcinación de Yeso de ambas canteras, el balance de materiales luego del calcinado, se obtiene 1737.03 g. de yeso sólido hemihidratado, habiéndose eliminado agua de 262.97 g. de peso en el primer caso, y 1637.96 g. de yeso hemihidratado con la eliminación 362.04 g. de agua en el segundo caso.

- a) En la gráfica Curva de fraguado se realiza la mezcla del yeso sólido de 150 g. tamizado con malla -20 en ambos casos. Para el proceso mismo del fraguado se ha medido indistintamente para muestras de cada cantera cantidades de agua por el comportamiento de cada material; para muestras de la cantera de Rocco, se ha tomado 6 ensayos, de 80, 90,100,110,120,130 cm³ de agua con las muestras de 150 g. en cada ensayo, encontrándose una relación sólido/líquido de 1.88, 1.67, 1.50, 1.36, 1.25 y 1.15 g/cm³ respectivamente, y en el caso de la cantera de Pillao, de la mezcla de yeso sólido de 150 g. calcinado a 200°C en 3 horas y tamizado con malla -20 con cantidades de 100, 110, 120, 130, 140,150 y 160 cm³ de agua, encontramos una relación sólido/líquido de 1.50, 1.36, 1.25, 1.15, 1.07, 1.00 y 0.94 g/cm³.
- b) Encontramos también en los mismos gráficos de curva del fraguado tiempos (min), Nos. de ensayos (relación s/l), luego en la curva de fraguado del Yeso estuco de Rocco, verificamos la siguiente lectura:
- La relación 1.88 (ensayo n°1), ha fraguado en 5 minutos
 - La relación 1.67 (ensayo n°2), ha fraguado en 6 minutos
 - La relación 1.50 (ensayo n°3), ha fraguado en 7 minutos
 - La relación 1.36 (ensayo n°4), ha fraguado en 8 minutos
 - La relación 1.25 (ensayo n°5), ha fraguado en 10 minutos
 - La relación 1.15 (ensayo n°6), ha fraguado en 13 minutos, y
- En la curva de fraguado del Yeso estuco de Pillao, verificamos la siguiente lectura:
- La relación 1.50 (ensayo n°1), ha fraguado en 4 minutos
 - La relación 1.36 (ensayo n°2), ha fraguado en 6 minutos
 - La relación 1.25 (ensayo n°3), ha fraguado en 7 minutos
 - La relación 1.15 (ensayo n°4), ha fraguado en 8 minutos
 - La relación 1.07 (ensayo n°5), ha fraguado en 9 minutos
 - La relación 1.00 (ensayo n°6), ha fraguado en 9 minutos, y
 - La relación 0.94 (ensayo n°7), ha fraguado en 10 minutos.

4.2. Calcinación y fraguado del yeso cerámico de Rocco y Pillao

Durante la calcinación para el yeso cerámico se han tomado muestras de cada una de las canteras de Rocco del Distrito de Yanahuanca como del distrito de San Pedro de Pillao; detallando en los siguientes pasos:

- Se ha pesado un promedio de 2 000 g. de muestra de yeso crudo y se ha estibado en el horno a nivel de laboratorio, independientemente en fechas distintas.
- En el encendido del horno (de 4 hornillas) se ha desarrollado el calentamiento lentamente con una sola hornilla hasta llegar a 200°C durante 1 hora y media, luego se incrementó 1 hornilla más distribuidas en ambos extremos para un quemado proporcional y gradual controlando mediante las perillas de los quemadores hasta completar las 3 horas de quemado, en el caso de yeso proveniente de la cantera de Rocco, y la misma cantidad, durante 3 hora de calcinado, y a diferencia de temperatura de 300°C en el caso de la cantera de Pillao. En el contraste se observa (cuadros de calcinación del yeso cerámico de Rocco, y calcinación del yeso Cerámico de Pillao, ambas muestras se calcinan en un tiempo de 3 horas, pero la temperatura de calcinación dentro del horno y controlado por un pirómetro es de 200°C en el caso del yeso proveniente de la

cantera de Rocco y de 300°C en el caso del yeso proveniente de la cantera de Pillao; lo que nos ratifica también las curvas de calcinación de ambas canteras que se difieren en temperaturas de 200°C y 300°C.

- Se observa en los cuadros de calcinación de Yeso de ambas canteras, el balance de materiales luego del calcinado, se obtiene 1746.34 g. de yeso sólido hemihidratado, habiéndose eliminado agua de 253.66 g. de peso en el primer caso, y 1619.73 g. de yeso hemihidratado con la eliminación 380.27 g. de agua en el segundo caso:

a) En la gráfica Curva de fraguado se realiza la mezcla del yeso sólido de 150 g. tamizado con malla -20 en ambos casos. Para el proceso mismo del fraguado se ha medido indistintamente para muestras de cada cantera cantidades de agua por el comportamiento de cada material; para muestras de la cantera de Rocco, se ha tomado 5 ensayos, de 80, 90, 100, 110, 120, cm³ de agua con las muestras de 150 g. en cada ensayo, encontrándose una relación sólido/ líquido de 1.88, 1.67, 1.50, 1.36, 1.25 y g/cm³ respectivamente en el caso de la cantera de Rocco, y de la mezcla de yeso sólido de 150g., calcinado a 300°C en 3 horas y tamizado con malla -20 con 6 ensayos y cantidades de 100, 110, 120, 130, 140 y 150 cm³ de agua, encontramos una relación sólido/líquido de 1.50, 1.36, 1.25, 1.15, 1.07 y 1.00 grs/cm³

b) Encontramos también en los mismos gráficos de curva del fraguado tiempos (min), Nos. de ensayos (relación s/l), luego en la curva de fraguado del Yeso cerámico de Rocco, verificamos la siguiente lectura:

La relación 1.88 (ensayo n°1), ha fraguado en 6 minutos

La relación 1.67 (ensayo n°2), ha fraguado en 7 minutos

La relación 1.50 (ensayo n°3), ha fraguado en 8 minutos

La relación 1.36 (ensayo n°4), ha fraguado en 10 minutos

La relación 1.25 (ensayo n°5), ha fraguado en 10 minutos

La relación 1.15 (ensayo n°6), ha fraguado en 13 minutos, y

En la curva de fraguado del Yeso cerámico de Pillao, verificamos la siguiente lectura:

La relación 1.50 (ensayo n°1), ha fraguado en 5 minutos

La relación 1.36 (ensayo n°2), ha fraguado en 6 minutos

La relación 1.25 (ensayo n°3), ha fraguado en 7 minutos

La relación 1.15 (ensayo n°4), ha fraguado en 8 minutos

La relación 1.07 (ensayo n°5), ha fraguado en 9 minutos

La relación 1.00 (ensayo n°6), ha fraguado en 10 minutos

40

4.3. Calcinación y fraguado del yeso quirúrgico de Rocco y Pillao

Para el proceso de calcinación para el yeso quirúrgico se han tomado muestras representativas de cada una de las canteras de Rocco del Distrito de Yanahuanca como del distrito de San Pedro de Pillao; con se detalla en los siguientes pasos:

- Se ha tomado un promedio de 2 000 g. de muestra de yeso crudo y se ha estibado en el horno a nivel de laboratorio, independientemente en fechas distintas.
- En el encendido del horno (de 4 hornillas) se ha desarrollado el calentamiento lentamente con una sola hornilla hasta llegar a 300°C durante, primeramente con una sola hornilla durante 2 horas luego se incrementó 1 hornilla más distribuidas en ambos extremos para un quemado proporcional y gradual controlando

mediante las perillas de los quemadores hasta completar las 4 horas de calcinado en ambos casos, tanto para las muestras de la cantera de Rocco como para la de Pillao, como muestran los cuadros de calcinación y las curvas de temperatura de calcinación, en las

- Se observa en los cuadros de calcinación de Yeso de ambas canteras, contrastando el balance de materiales al haber sido estibado 2000 g. de yeso crudo, luego del calcinado, se obtiene 14461.38 g. de yeso sólido hemihidratado, habiéndose eliminado agua de 538.62 g. de peso en el primer caso, y 1609.67 g. de yeso hemihidratado con la eliminación 390.33 g. de agua en el segundo caso. Existe una diferencia puntual de los resultados del balance, a pesar de haber sido calcinado las mismas cantidades, los mismos periodos de tiempos y la misma cantidad de temperaturas:

- a) En la gráfica Curva de fraguado se realiza la mezcla del yeso sólido de 150 g. tamizado con malla -20 en ambos casos. Para el proceso mismo del fraguado se ha medido indistintamente para muestras de cada cantera cantidades de agua por el comportamiento de cada material; para muestras de la cantera de Rocco, se ha tomado 6 ensayos, de 80, 90, 100, 110, 120 y 130 cm³ de agua, para muestras de 150 g. de yeso calcinado en cada ensayo, encontrándose una relación sólido/ líquido de 1.88, 1.67, 1.50, 1.36, 1.25 y 1.15 g/cm³ respectivamente, y para la cantera de Pillao, para cada ensayo, una muestra de yeso sólido de 150g., calcinado a 300°C en 4 horas y tamizado con malla -20 con 7 ensayos y cantidades de 80, 90, 100, 110, 120, 130 y 150 cm³ de agua, encontramos una relación sólido/líquido de 1.88, 1.67, 1.50, 1.36, 1.25, 1.15 y 1.00 g/cm³.

- b) Encontramos también en los mismos gráficos de curva del fraguado tiempos (min), Nos. de ensayos (relación s/l), luego en la curva de fraguado del Yeso quirúrgico de Rocco, verificamos la siguiente lectura:

La relación 1.88 (ensayo n°1), ha fraguado en 5 minutos

La relación 1.67 (ensayo n°2), ha fraguado en 5 minutos

La relación 1.50 (ensayo n°3), ha fraguado en 6 minutos

La relación 1.36 (ensayo n°4), ha fraguado en 7 minutos

La relación 1.25 (ensayo n°5), ha fraguado en 8 minutos

La relación 1.15 (ensayo n°6), ha fraguado en 10 minutos, y

En la curva de fraguado del Yeso quirúrgico de Pillao, verificamos la siguiente lectura:

La relación 1.88 (ensayo n°1), ha fraguado en 3 minutos

La relación 1.57 (ensayo n°2), ha fraguado en 3 minutos

La relación 1.50 (ensayo n°3), ha fraguado en 4 minutos

La relación 1.36 (ensayo n°4), ha fraguado en 4 minutos

La relación 1.25 (ensayo n°5), ha fraguado en 5 minutos

La relación 1.15 (ensayo n°6), ha fraguado en 5 minutos, y

La relación 1.10 (ensayo n°7), ha fraguado en 6 minutos

4.4. Resultado final del fraguado del yeso quirúrgico de Rocco y Pillao

Como resultado final del fraguado del yeso estuco de las canteras de Rocco y Pillao, de acuerdo nuestras figuras, hemos concluido en lo siguiente:

- a) Con 150 g. de yeso calcinado y tamizado a malla -20 procedente de la cantera de Rocco; con 80 y 90 cm³ de agua, ha fraguado en 5 min. Ambas muestras, cuya dureza es óptima, mientras en los otros ensayos el fraguado es de mayor tiempo, pero la dureza es un tanto débil, lo cual no garantiza la duración del material quirúrgico a emplearse. Con 150 g. de yeso estuco y tamizado a malla -20 procedente de la cantera de Pillao, a diferencia de la cantera de Rocco con 80, 90 y 100 cm³ de agua ha fraguado en 3 min los dos primeras ensayos y 4 min. el último ensayo indicado, y se obtiene una dureza optima después del fraguado, en el resto de los ensayos no es óptima el fraguado ni la dureza.
- b) En el contraste entre las muestras de ambas canteras, podemos señalar que en el yeso quirúrgico se requiere el fraguado más rápido y alta dureza después del fraguado, estas condiciones lo cumplen más inmediato el yeso procedente de la cantera de Pillao, sin desmerecerlo de la cantera de Rocco, que también ha dado buen resultado en el ensayo.

5. Agradecimiento

Un agradecimiento especial al Instituto Central de Investigación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por el financiamiento de la presente investigación.

42

6. Literatura Citada

Eurogypsum, (1988). *Recomendaciones para la aplicación se yesos especiales sobre soportes no tradicionales*. Publicadas en Curso de Rehabilitación. Cerramientos y acabados. COAM pp. 226-229.

Foster, N., 1964: Yesos aligerados. Conferencia en el IV. Congreso de Eurogypsum. Madrid Actas del Congreso.

Villanueva, L. de, 1988: El yeso: material de construcción primitivo y actual. Boletín Yesocentro n° 2, junio.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Yeso>. Esta página fue modificada por última vez el 25 abr 2013, a las 14:10.

<http://www.monografias.com/trabajos71/historia-origenes-yeso/historia-origenes-yeso.shtml>.

<http://yesosespecializados.com/yeso-fabricacion.html>. Copyright © 2009 Yesos Especializados de México S.A. de C.V.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen II- N° 4 Marzo 2017

*Contáctenos en nuestro correo electrónico
revistactscafe@gmail.com*

188

Página Web:
www.ctscafe.pe

Blog:
<https://ctscafeparaciudadanos.blogspot.com/>

Facebook
<https://www.facebook.com/Revista-CTSCafe-1822923591364746/>