



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

INVESTIGACIÓN

**“EMPLEO DE BLOQUES DE YESO, EN LA
CONSTRUCCIÓN DE PAREDES NO PORTANTES EN
INTERIORES DE EDIFICACIONES DESTINADAS A
VIVIENDAS, DEPARTAMENTOS O SIMILARES, EN LA
CIUDAD DE HUARAZ-2011-2012”**

INVESTIGADORES

RESPONSABLE: ING. VÍCTOR RAÚL VILLEGAS ZAMORA

CORRESPONSABLE: ARQ. MIGUEL RONALD CORRALES PICARDO

Huaraz – Perú
2012

Nº. Registro:

AGRDECIMIENTO

- A la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, en particular a la Facultad de Ingeniería Civil por apoyarnos en forma permanente en nuestro perfeccionamiento y a la Universidad San Pedro-Huaraz por el apoyo incondicional con el Laboratorio de Mecánica de Suelos para hacer realidad el presente trabajo y así contribuir al desarrollo de la región y del país.
- Gracias a nuestras familias por darnos fuerza para seguir descubriendo nuevos conocimientos dentro de la ciencia y tecnología de la construcción con el único fin de contribuir a mejorar el hábitat humano.

A nuestros queridos hijos, por
su valioso apoyo con fe y esperanza, para
concretar nuevos conocimientos, con el único fin de
contribuir al bienestar de la sociedad para un mañana mejor

¡Gracias, muchas gracias hijos queridos!

ÍNDICE

	Página
Resumen	vii
Abstract	viii
1. INTRODUCCIÓN	1 - 2
2. ASPECTO CONCEPTUAL	2 - 16
2.1. Planteamiento del problema	2 - 3
2.2.1. Planteamiento del problema	2 - 3
2.1.2. Formulación del problema	3
2.2. Objetivos	3 - 4
2.2.1. Objetivo general	3
2.2.2. Objetivos específicos	3 - 4
2.3. Justificación	4 - 5
2.4. Marco Teórico	5 - 15
2.4.1. Antecedentes de la investigación	5 - 7
2.4.2. Bases teóricas	7 - 9
2.4.3. Definición de términos	9 - 15
2.5. Hipótesis y variables	16
3. ASPECTO METODOLÓGICO	16 - 19
3.1. Tipo de estudio	16 - 17

3.2. Diseño de la investigación	17 - 18
3.3. Población o universo	18
3.4. Unidad de análisis y muestra	18
3.5. Instrumentos de recopilación de datos	19
3.6. Análisis estadístico e interpretación de la información	19
3.7. Ética de la investigación	19
4. RESULTADOS	20 - 51
4.1. Ubicación de la cantera	20 - 26
4.2. Potencia de la cantera	26
4.3. Yeso	26
4.3.1. Características Físicas	27 - 35
4.3.2.1. Contenido de humedad	27 - 28
4.3.2.2. Absorción	28 - 29
4.3.2.3. Peso específico	29 - 30
4.3.2.4. Granulometría	31 - 33
4.3.2.5. Pesos unitarios	33 - 35
4.4. Diseño de Mezclas de Concreto	35 - 40
4.4.1. Definición	35
4.4.2. Método de diseño	35 - 36
4.4.4. Resistencias a la compresión	36 - 40

4.5. Análisis de Costos Unitarios	41 - 50
4.6. Discusión	50 - 51
5. CONCLUSIONES	52 – 53
6. RECOMENDACIONES	53
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMEN

En la ciudad de Huaraz en la construcción de viviendas y similares, se emplea para la construcción de paredes no portantes en interiores, ladrillos unidos con mortero cemento-arena, sin tener en cuenta que se puede emplear yeso, por existir en la zona suficiente materia prima para obtener dicho material, el cual tiene las siguientes características técnicas: adherencia; fraguado rápido; aislante térmico; menor capacidad calorífica; acusticidad; ligereza; bajo costo; lo que se convierte en un material ideal.

La presente investigación tiene el propósito de determinar el empleo del yeso fabricado en el distrito de Ranrairca, provincia de Yungay, en la construcción de paredes interiores de viviendas y similares con bloques de yeso de dimensiones 9 x 40 x 60 cm, colocándolas en aparejo de canto, con juntas de pasta de yeso-agua, espesor 2 cm.

En base a las características físicas del yeso, para la fabricación de bloques y juntas, se determina en forma experimental para una mezcla trabajable la relación agua/yeso = 0.48, fabricando bloques de yeso de dimensiones 9 x 14 x 24 cm, ensayados a los 28 días, periodo en que alcanza el 100 % de resistencia; en la máquina a compresión uniaxial y para la construcción de paredes en interiores bloques de dimensiones 9 x 40 x 60 cm; obteniéndose una resistencia a la compresión axial de 42.45 kg/cm² con aplicación de carga perpendicular a la sección de 14.5 x 24 cm y un costo unitario de S/. 47.45/m² de pared.

Los resultados contribuyen a mejorar los aspectos técnicos, económicos en la construcción de viviendas y similares, repercutiendo en el desarrollo de la región.

Palabras clave: Yeso, portante, fraguado, térmica, acusticidad, aparejo, juntas, uniaxial, resistencia.

ABSTRACT

In the city of Huaraz, in the construction of houses and the like, is used for the construction of non-bearing walls indoors, bricks bound with mortar cement-arena, regardless of plaster in the area enough raw material for such material, can be used which has the following technical characteristics: adhesion; quick-setting; thermal insulation; lower heat capacity; acusticidad; lightness; low cost; what becomes an ideal material.

The present investigation is intended to determine the use of the drywall manufactured in the District of Ranrairca, province of Yungay, in the construction of walls inside houses and similar blocks of plaster of dimensions 9 x 40 x 60 cm, placing them in singing rigging, with yeso-agua, thickness 2 cm pasta joints.

Based on the physical characteristics of the plaster, for the manufacture of blocks and boards, the relationship is determined on an experimental basis for a workable mixture water/plaster = 0.48, manufacturing dimensions 9 x 14 x 24 cm, plaster blocks tested at 28 days, period in which reaches 100% of resistance; on the machine for the construction of interior walls and uniaxial compression blocks of dimensions 9 x 40 x 60 cm; obtaining a resistance to axial compression of 42.45 kg/cm² with load application perpendicular to the section of 14.5 x 24 cm and a unit cost of S /. 47.45/m² of wall.

The results help to improve technical, economic in the construction of houses and similar aspects affecting the development of the region.

Key words: Plaster, bearing, setting, thermal, acusticidad, rig, joints, uniaxial, resistance

1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Huaraz en la construcción de viviendas, departamentos y similares, se emplea convencionalmente en la construcción de paredes ó muros no portantes en interiores sólo ladrillos unidos con mortero cemento-arena, sin tener en cuenta que se puede emplear yeso por que en la zona existe abundante materia prima para obtenerse dicho material, el cual tiene características tecnológicas fundamentales, tales como; excelente adherencia a los materiales porosos incluso sobre metales tales como el hierro, fraguado rápido o modificable, propiedades aislantes térmicas, menor capacidad calorífica, acusticidad dada su porosidad, ligereza, costo de obtención relativamente bajo, lo que se convierte en un producto ideal para la construcción de paredes.

La presente investigación consiste en determinar el empleo del yeso en la construcción de paredes no portantes en interiores de viviendas, departamentos y similares, fabricando previamente: bloques de yeso de 9 x 14.5 x 24 cm para determinar su resistencia a la compresión a los 28 días y bloques de yeso de 9 x 40 x 60 cm para la construcción de paredes cuya unión entre de bloques es con pasta de yeso-agua, con espesores de 2 cm.

En la investigación se emplea yeso fabricado en la zona del Callejón de Huaylas, específicamente en el distrito de Ranrairca de la provincia de Yungay, teniendo relevancia en la ciudad de Huaraz y zonas cercanas donde se construyen viviendas, departamentos y similares.

Los resultados obtenidos en esta investigación contribuyen a mejorar los aspectos técnicos, económicos en la construcción de viviendas, departamentos y

similares en la ciudad de Huaraz, repercutiendo en el desarrollo de la región y del país.

2. ASPECTO CONCEPTUAL

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1. Planteamiento o definición del problema

En la ciudad de Huaraz en la construcción de viviendas, departamentos y similares, se emplea convencionalmente en la construcción de muros interiores sólo ladrillos unidos con mortero de cemento arena, tanto en muros portantes y muros no portantes, sin tenerse en cuenta que para éstos últimos se puede emplear yeso ya que en la zona existe abundante materia prima para obtener dicho material, el cual tiene características tecnológicas fundamentales, tales como: material de construcción con excelente adherencia a los materiales porosos, incluso sobre metales tales como el hierro, fraguado rápido o modificable, propiedades aislantes térmicas, menor capacidad calorífica, acusticidad dada su porosidad, ligereza, costo de obtención relativamente bajo, lo que se convierte en un producto ideal para la construcción de paredes interiores.

La presente investigación consiste en determinar el empleo del yeso en la construcción de paredes interiores no portantes de las edificaciones destinadas para viviendas, departamentos y similares, fabricando previamente bloques de yeso de dimensiones 9 x 14.5 x 24 cm y empleando para la unión de éstos bloques pasta de yeso-agua con espesores de 2 cm.

En la investigación se emplea yeso fabricado en la zona del Callejón de Huaylas, específicamente en el distrito de Ranrairca de la provincia de Yungay y que es empleado con frecuencia para revestimiento de paredes en la ciudad de Huaraz; la cual tiene relevancia en construcciones de paredes de viviendas, departamentos y similares en la ciudad de Huaraz y zonas cercanas donde se fabrican y emplea dicho material.

Los resultados obtenidos en la investigación contribuyen a mejorar los aspectos técnicos, económicos en la construcción de viviendas, departamentos y similares en la ciudad de Huaraz, repercutiendo en el desarrollo de la región y del país.

2.1.2. Formulación del problema

¿Cómo lograr el empleo del yeso en la construcción paredes no portantes en interiores de viviendas, departamentos y similares por ser un material con características tecnológicas importantes, en la ciudad de Huaraz?

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. Objetivo General

Empleo de bloques de yeso, en la construcción de paredes no portantes, en interiores de edificaciones destinadas para viviendas, departamentos y similares, determinar sus costos unitarios

2.2.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la potencia de la cantera de donde se explota materia prima para la fabricación de yeso ubicada en Ranrairca
2. Determinación de las características físicas del yeso.

3. Determinar la resistencia a la compresión de los bloques de yeso de dimensiones: 09 x 14.5 x 24 cm
4. Determinar los costos unitarios de las paredes construidas con bloques de yeso de dimensiones: 09 x 40 x 60 cm
5. Determinar ventajas económicas entre paredes construidas con bloques de yeso y con ladrillos de arcilla.

2.3. JUSTIFICACIÓN

El yeso es un material de construcción obtenido mediante un proceso de calcinación, es uno de los materiales más conocido y utilizado desde la antigüedad; lo usaron los egipcios, griegos, romanos, asirios, fenicios, hebreos y árabes.

Los egipcios los emplearon en las construcciones de sus pirámides y monumentos funerarios

Los griegos y los romanos lo usaron en sus construcciones monumentales

Los árabes hicieron de este material elemento decorativo

Actualmente en nuestra zona el yeso es sólo utilizado según sea su tipo, así: el yeso de moldeado o escayola, su principal aplicación es en las molduras; el yeso de enlucir o blanco, su empleo es muy amplio y se usa sobre cerámica, sobre concreto u hormigón o sobre construcciones metálicas; el yeso mármol o cemento keene, empleado en juntas de colocación de placas de yeso para revestimientos como material para revestimientos, se emplea en estucados de muros y techos ó cielos rasos evitándose el contacto con el hierro ya que produce la oxidación

La presente investigación tiene importancia, porque en nuestra zona, principalmente en la zona del callejón de Huaylas existen varias fábricas de yeso limitándose su empleo sólo a lo descrito, por lo que mediante la investigación se determina su empleo como material en la construcción de paredes no portantes en interiores de edificaciones destinadas a viviendas, departamentos y similares, por las bondades de sus propiedades técnicas como aislante térmico, menor capacidad calorífica, acusticidad que ofrecen un confort en el hábitat humano, así como su ligereza para trabajarlo y su bajo costo de obtención.

Para concretar la investigación se ha empleado los recursos:

- Recursos humanos:
- Recursos materiales
- Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

La investigación se desarrolla en la ciudad de Huaraz, empleando yeso fabricado con materia prima de la cantera de Ranrairca de la provincia de Yungay y haciendo uso de los laboratorios de mecánica de suelos y ensayos de materiales.

2.4. MARCO TEÓRICO

2.4.1. Antecedentes de la Investigación

En la ciudad de Huaraz en la construcción de viviendas, departamentos y similares, se emplea en la construcción de paredes no portantes en interiores sólo ladrillos unidos con mortero de cemento arena, sin tenerse en cuenta que existe en la zona materia prima en abundancia para obtenerse

material de construcción como el yeso que tiene características tecnológicas importantes, lo que se convierte en un producto ideal para la construcción de paredes además de revestimientos.

En la actualidad no existe investigación alguna sobre el uso del yeso en paredes no portantes en interiores de edificaciones destinadas para viviendas, departamentos y similares, por lo que mediante la presente investigación se determina el empleo de bloques de yeso de dimensiones 09 x 40 x 60 cm en estas paredes, empleando para la unión de éstos bloques, pasta yeso-agua con espesores idénticos a las paredes construidas con ladrillo de arcilla.

La presente investigación tiene por finalidad determinar las ventajas económicas sobre las paredes no portantes construidas con ladrillos de arcilla y mortero cemento arena, además de poseer propiedades tecnológicas ideales para el hábitat humano

En la investigación se emplean yesos fabricados en la zona del Callejón de Huaylas y que son empleados con frecuencia en la ciudad de Huaraz; la cual tendrá relevancia en construcciones para viviendas, departamentos y similares, en la ciudad de Huaraz y zonas cercanas donde se fabrican y emplea dicho material.

Los resultados obtenidos en la investigación contribuyen a mejorar los aspectos técnicos, económicos en la construcción de viviendas, departamentos y similares en la ciudad de Huaraz, repercutiendo en el desarrollo de la región y del país.

Esta investigación surge por la necesidad que tiene el hombre de conseguir edificaciones al menor costo y que posea confort en su hábitat.

En el campo de la ingeniería civil, se busca investigar un material que supla al material convencional como el ladrillo, en la construcción de paredes no portantes en interiores de viviendas, departamentos y similares empleando un material más ligero, trabajable y que brinde mayor comodidad a tenga un costo relativamente bajo.

2.4.2. Bases Teóricas

El yeso es un material de construcción obtenido mediante un proceso de calcinación, es uno de los materiales más conocido y utilizado desde la antigüedad; lo usaron los egipcios, griegos, romanos, asirios, fenicios, hebreos y árabes. Los egipcios los emplearon en las construcciones de sus pirámides y monumentos funerarios, los griegos y los romanos lo usaron en sus construcciones monumentales y los árabes hicieron de este material elemento decorativo.

Propiedades del yeso

El $\text{SO}_4 \text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (sulfato cálcico dihidrato) se presenta en la naturaleza generalmente en terrenos triásicos bajo tres formas:

Compacto micro cristalino de pureza variable.

Fibras cristales a circulares, muy puras.

Maclas cristales de gran tamaño, casi transparentes y muy puros.

También existe yeso en forma de $\text{SO}_4 \text{Ca}$ (sulfato cálcico Anhidrido), que se conoce con el nombre de anhidrita.

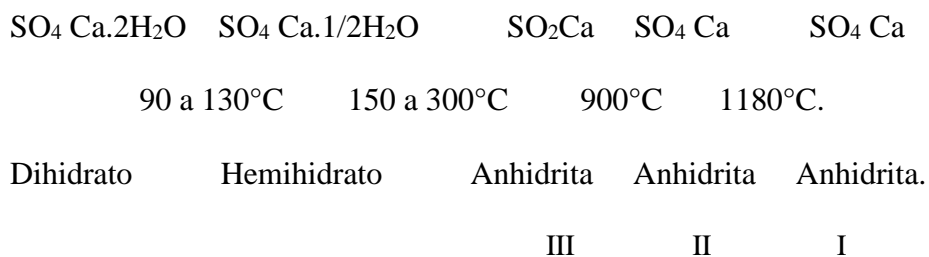
Técnicamente de las tres primeras formas se puede obtener yeso aglomerante, siendo la única limitación su pureza, la cual debe de estar cerca del 90%.

En el caso de contener anhidrita, se puede admitir hasta un límite no inferior al 80% de $\text{SO}_4 \text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

El yeso natural tiene la dureza de 2 en la escala de Mohs y es, por tanto, muy blando.

El yeso aglomerante se obtiene deshidratando a temperaturas relativamente bajas, entre 100 y 130°, el $\text{SO}_4 \text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, que se transforma en diversas fases y estados en función de la temperatura.

Un esquema muy simple de las transformaciones del dihidrato, poniendo de relieve las principales fases y estados de interés técnico, puede ser el siguiente:



La anhidrita III.- Soluble obtenida por deshidratación en atmósfera libre a temperatura entre 150 a 300°C, es un producto inestable que absorbe agua del ambiente con gran rapidez. Con su presencia en cantidades importantes pueden ser incluso precisos recurrir a la adición de productos retardantes.

La anhidrita II.- Insoluble, obtenida por deshidratación de hemihidratos a temperaturas superiores a los 300°C, reacciona con el agua muy lentamente.

La anhidrita I.- Obtenida por calcinación a alta temperatura da un producto que posee la capacidad de fraguar en el aire al cabo de varias horas, dependiendo de eventual contenido de óxido cálcico procedente de la descarbonización a la temperatura de los 900°C y de las impurezas de CO₃Ca que acompaña al yeso y cuyo hidróxido actúa como acelerante de fragua.

Este tipo de yeso se denomina hidráulica porque fragua bajo agua.

Normas ITINTEC (NTP) 339.054.- Establece los requisitos químicos y físicos, mínimos y máximos que deben reunir los yesos

REQUISITOS	UNIDADES	MINIMO	MAXIMO
Contenido de sulfato de calcio semi-hidratado (CaSO ₄ 1/2 H ₂ O)	%	65	--
Granulometría			
Material que pasa a través de tamiz ITINTEC 1.41 mm. (N° 14)	%	100	--
Material que pasa a través del tamiz ITINTEC 149 um (N° 100)	%	60	75
Tiempo de fraguado:			
inicial	Minutos	3	15
final	Minutos	15	40
Resistencia a la compresión	* daN/cm ²	40	--
* Las equivalencias medidas SI son las siguientes: 1 Kg/cm ² = 1daN/cm ² = 0.1. MPa			

2.4.3. Definición de términos

Yesos aglomerantes

La calidad de los yesos aglomerantes pueden valorarse teniendo presente las siguientes características:

a.- Tiempo de utilización de fraguado: Respecto al tiempo de utilización interesa que sea lo más dilatado posible, sin que deteriore el resto de cualidades, con objeto de facilitar su puesta en obra.

En la tabla siguiente se expresa el intervalo de tiempos de utilización para los yesos blancos de uso común, para los hemihidratos y para los yesos modificados con el empleo de aditivos retardantes de fragua:

Tipo de Yeso	Tiempo en minutos
Yeso hemihidrato	3 a 5
Yeso blanco	5 a 7
Yeso con retardantes	7 a 12
Yeso con retardantes y plastificantes	hasta 60

Este tiempo de empleo en la práctica puede ampliarse mediante un “rebatido” de la masa yeso - agua antes de su fraguado inicial, pero se produce un descenso de resistencia y graves problemas por contracciones diferenciales en la puesta en obra.

Cuando la medición de fragua se efectúa en la relación agua/yeso que corresponde a lo que se llama “amasado a saturación”. Se establece como tiempos de fraguado admisibles para cualquier tipo de yeso: Inicial entre 2 y 18 minutos y final entre 6 y 90 minutos.

b.- Las Resistencias.- El valor normalizado de las resistencias se refiere a la flexo tracción obtenida a partir de las probetas previamente desecadas, efectuándose su preparación con una relación agua/yeso de 0.8

Según las clases de yeso y su empleo se pueden establecer unos valores mínimos expresados en la siguiente tabla:

Tipo de Yeso	Resistencia Mín. a la flexo tracción (kg/cm²).	Empleo
Y - 12	12	Revestimiento toscos
Y - 20	20	Enrasillados
Y - 25 G	25	Revestimientos de acabados
Y - 25 F	25	Pré-fabricados
E - 30	30	Pre-fabricados
E - 35	35	Moldeos.

La resistencia a la flexo tracción del yeso viene influida por el grado de humedad de las probetas en el momento de su rotura.

Es importante referir el resultado al valor de la probeta en estado seco.

La variable más importante que incide en el valor de la resistencia es la relación de agua/yeso y depende de la clase de yeso, pero en cualquier caso si sobrepasa a 1.00 se anulan las resistencias y se obtiene un yeso que se degrada progresivamente

En la figura 1 se aprecia la relación existente, en los ensayos de laboratorio, entre la resistencia a la tracción y el valor de la relación a/y.

Es interesante conocer la curva de endurecimiento según las resistencias a la flexión, en función del tiempo de hasta 10 - 12 días

Probeta Seca:

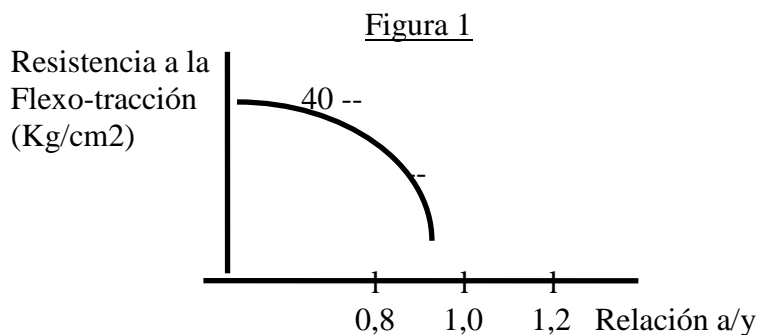


Figura 1: Influencia de la cantidad de agua en el amasado del yeso en el valor de su resistencia a la flexo tracción.

La determinación de las resistencias a la flexo-tracción se lleva a cabo con probetas de 4 x 4 x 16 cm, obtenidos con una relación a/y de 0,8. Se conservan, tras desmoldarlas a los 30 min. en una atmósfera con humedad relativa de 90% \pm 5 y a una temperatura de 20 °c \pm 3, mantenidas durante 5 días, luego se introducen en una estufa a 45 a 50 °c durante dos días después de los cuales se enfrían en un desecador y se someten a rotura.

c.- Expansión y contracción diferenciales.- Cuando el yeso aglomerante, se mezcla con agua y se endurece, las dimensiones establecidas inmediatamente después del fraguado cambian en función del tiempo, dando lugar a serias perturbaciones en la puesta del yeso en obra o en sus productos prefabricados.

Estas variaciones en la dimensión depende de la velocidad de secado y de la relación a/y; y también de la composición del yeso aglomerante y muy especialmente de las condiciones de amasado o “rebatido” a la pasta durante el tiempo de empleo.

A la temperatura de 90 °c se da un valor próximo a los 2 mm/ m en unas 20 horas.

La expansión normal del yeso debido a la hidratación a cortos plazos a 20 °c y con una humedad relativa del 50 %, oscila entre 1 y 1,6 mm/m cuando se ha empleado una relación a/y = 0.6

Otra causa importante de variación de volumen de los aglomerados de yeso es por el rebatido durante la preparación de la pasta.

Tipos de Yesos y sus empleos más destacados

1.- El yeso de moldeo o escayola.- Este material debe poseer las máximas cualidades y resistencias por ser el material que se requiere en la industria, moldeo y prefabricados, cuyo desarrollo en los últimos años ha promovido la tecnología de estos materiales.

Las escayolas se diferencian por tener un grado de finura más elevado. Medido sobre el tamiz 0.2 mm. Debe ser inferior al 2 %. Requieren yesos con un grado de pureza próximo al 90 %, y deben poseer una resistencia a la flexo-tracción superior a 30-35 Kg/cm².

Su principal aplicación ha sido las molduras (escayolas).

Hoy se emplea para los tabiques y placas de prefabricados.

b.- El yeso de enlucir o yeso blanco.- Está constituido por dos componentes fundamentales; yeso hemihidrato y yeso sobrecosido que está integrado por una mezcla de anhidritas III y II en la que predomina esta última.

Los tiempos de fraguado oscilan entre 3 a 7 min. Y las aplicaciones generales de este tipo de yeso son los guarnecidos y tendidos, en espesores de unos 10 a 15 mm.

El empleo es muy amplio y se usa sobre obra cerámica, sobre hormigón o sobre construcciones metálicas.

c.- El yeso-mármol o cemento Keene.- Está constituido por un yeso de enlucido al que se le adicionan sales tales como el alumbre y es sometido después a una segunda cocción alrededor de los 600°C. Tiene un fraguado lento y desarrolla una resistencia fundamental es la de que no

posee expansión ni contracción, siendo aplicado por ello como cemento de juntas en la colocación de placas de yeso para revestimientos.

Esta pasta se usa en los estucados de los muros y techos o cielos rasos.

Se usa en la construcción de tabiques y estructuras similares, formadas por encañadas (caña de Guayaquil), o de tirillas de madera. Debe evitarse el contacto con el hierro ya que favorece la oxidación, para asegurar la caña o material similar, debe emplearse clavos galvanizados o clavos de zinc.

d.- Otros tipos de yeso.- Los yesos calcinados a alta temperatura se han empleado fundamentalmente para planchas, pavimentación en general y acondicionamiento acústicos con espesores de 3 a 4 cm.

Los yesos para estucado deben poseer un tiempo de fraguado relativamente rápido, entre 8 y 2 minutos.

Características Técnicas del Yeso

Las características fundamentales del yeso son:

- Material de construcción con excelente adherencia a los materiales porosos, incluso sobre metales tales como el hierro.
- Fraguado rápido o modificable.
- Propiedades aislantes térmicas.
- Menor capacidad calorífica.
- Acusticidad dada su porosidad.
- Ligereza.
- Costo de obtención relativamente bajo

Lo hace un producto idóneo para los revestimientos.

Cabe destacar que la protección específica contra el fuego es debida a tres cualidades: La porosidad, el contenido de agua de cristalización y el contenido de agua higroscópica, suponen una capacidad de “reacción endotérmica” importante; y el alto punto de fusión del SO_4Ca , que se produce alrededor de los 1450 °c.

Tanto las cualidades adherentes como la resistencia se malogran cuando la relación a/y es mayor a 1.00

Mediante la adición de plastificantes (que permite reducir la relación a/y) y de retardantes es posible prolongar el tiempo de fraguado hasta más de una hora.

El empleo de morteros de yeso-arena fina para revoques y enlucidos es interesante por el aumento de resistencia que supone aunque pierden sus cualidades aislantes.

No debe ser usado a la intemperie ya que la humedad y el agua lo reblandecen y degradan.

La adición de un volumen de cal, igual al volumen de yeso en el agua necesaria para obtener una pasta plástica constituye la mezcla de dos aglomerantes cuya propiedad principal es su resistencia al intemperismo.

Puede utilizarse también para la protección de parapetos exteriores ya que sin ser impermeables, la humedad no lo reblandece, no lo pudre ni lo agrieta, es mucho más resistente y permite superficies mas tersas y brillantes.

Por último, cabe destacar un inconveniente que posee el yeso: Solubilidad en agua, siendo la causa de la limitación de su empleo tan sólo a interiores.

2.5. HIPÓTESIS

Hipótesis

Las paredes no portantes en interiores de edificaciones destinadas a viviendas, departamentos y similares, construidos con bloques de yeso, son más económicos que los muros construidos con ladrillos de arcilla, en la ciudad de Huaraz

Variables

Variables Independientes:

- Tipo de yeso
- Relación a/y

Variables Dependientes:

- Resistencia a la compresión de los bloques de yeso
- Costo de la pared no portante construido con bloques de yeso
- Costo de la pared no portante construido con ladrillos de arcilla
- Determinar ventaja económica de las paredes no portantes construidas con bloques de yeso respecto a las paredes no portantes construidas con ladrillos de arcilla

3. ASPECTO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

De acuerdo a la orientación: Aplicada y experimental, por qué se utilizan conocimientos existentes y ensayos de laboratorio para la solución del problema

De acuerdo a la técnica de contrastación: Cuantitativa, descriptiva y correlacional, debido a la naturaleza de la información empleada, procesada y obtenida, midiéndose los resultados y realizando las comparaciones respectivas.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- La investigación se inicia con la obtención de yeso de la cantera de Ranrairca, provincia de Yungay, llevándose a laboratorio, para la determinación de características físicas.
- Se realiza el diseño de mezclas de yeso con agua, para obtener una mezcla trabajable, empleando relación de agua/yeso 0.45 y se elaboran muestras o briquetas de yeso con medidas de dimensiones 09 x 14.5 x 24 cm, similares, para luego determinar la resistencia a la compresión a los 28 días (periodo en el que alcanza el 100 % de resistencia).
- Para determinar la resistencia a la compresión, las muestras o briquetas son ensayadas en la máquina de compresión uniaxial para determinar las cargas que soportan, en base a las cuales se calculan las resistencias a la compresión mediante la expresión

$$F_c = \frac{P}{A}$$

donde:

F_c = Esfuerzo a la compresión (kg/cm²)

P = Carga de rotura de la muestra o briqueta (Kg)

A = Área de la sección transversal de la muestra o briqueta (cm²)

- Se fabrican bloques de yeso de dimensiones 9 x 40 x 60 cm que se emplean en las paredes
- Se determinan costos de obtención de los bloques de yeso de dimensiones 9 x 40 x 60 cm que se emplean en las paredes
- Se determina el costo unitario por m² de pared de 9 cm de espesor, empleando bloques de yeso de dimensiones de 9 x 40 x 60 cm
- Se determina el costo unitario por m² de muro o pared empleando ladrillos King Kong fabricados en la zona en aparejo de soga con 9 cm de espesor y que son empleadas paredes interiores de viviendas, departamentos o similares
- Se realiza la contrastación de resultados obtenidos entre paredes no portantes en interiores de viviendas, departamentos o similares, construidas con bloques de yeso y paredes construidas con ladrillo de arcilla.

3.3. POBLACIÓN O UNIVERSO

La población o universo lo constituyen todas las canteras que tienen materia prima para la fabricación del yeso en el Callejón de Huaylas de Ancash

3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS Y MUESTRA

La unidad de análisis y muestra lo constituye la cantera de materia prima para la fabricación de yeso ubicada en el distrito de Ranrairca, provincia de Yungay, departamento de Ancash

3.5. INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Medios fotográficos de localización, ubicación y potencia de la cantera de la investigación

Laboratorio para la determinación de características físicas del yeso

Medios bibliográficos para realizar el diseño de mezcla del yeso con agua

Laboratorio para la fabricación, secado y ensayos a la compresión de los bloques de yeso

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El análisis estadístico se realizara una vez obtenidos los resultados de resistencia a la compresión de las muestras o bloques de yeso correspondiente a la mezcla con relación agua/yeso trabajable empleadas en la construcción, calculándose medidas estadísticas:

- Medidas centrales
 - La media aritmética

En base a las cuales se realizara la interpretación de resultados cuantitativos y cualitativos materia de la investigación

3.7. ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

No es necesaria por no afectar aspectos morales y éticos.

4. RESULTADOS

4.1. UBICACIÓN DE LA CANTERA

La cantera de materia prima para la fabricación de yeso, se encuentra ubicada en el distrito de Ranrairca, provincia de Yungay, departamento de Ancash, al lado sur-este de la ciudad de Ranrairca, aproximadamente a 0.7 km de la plaza de armas de la ciudad.

A continuación se muestran:

- Vista panorámica,
- Vistas de la explotación de la cantera
- Vistas del proceso para la ostensión del yeso
- Envasado de yeso en bolsas
- Transporte del yeso al mercado

Vista panorámica de cantera
Foto N° 01



Vista de explotación de cantera a tajo abierto
Foto N° 02



Vista de explotación de cantera a tajo abierto
Foto N° 03



Vista de explotación de cantera a tajo abierto
Foto N° 04



Vista de explotación de cantera a medio túnel
Foto N° 05



Vistas del procesamiento de obtención del yeso
Transporte de piedra (materia prima) al horno
Foto N° 06



Quemado de piedra en horno
Foto N° 07



Equipo para trituración de piedra quemada
Foto N° 08



Equipo de Molienda de yeso
Foto N° 09



Envasado de yeso en bolsas
Foto N° 10



**Yeso envasado para ser transportado al mercado
Foto N° 11**



4.2. POTENCIA DE LA CANTERA

La cantera tiene una potencia de 8'000,000 m³ (área 200,000 m², profundidad promedio 40 m) de materia prima para la fabricación del yeso.

4.3. YESO

Es un aglomerante, producto de la calcinación, triturado y molido de la materia prima que es extraída de la cantera en forma de piedras grandes y medianas, las cuales son quemadas mediante hornos artesanales, luego trituradas hasta un tamaño de 2" de diámetro como máximo y por último molida, obteniéndose el yeso.

4.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.3.1.1. Contenido de Humedad.- Cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas del yeso.

Contribuye o incrementa el agua de mezcla para la obtención de la pasta del yeso, debiendo tenerse en cuenta con la absorción para las correcciones en el proporcionamiento de las mezclas. Se calcula mediante la expresión:

$$\% \text{ Humedad (W)} = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Balanza para realizar el ensayo de contenido de humedad del yeso
Foto N° 12



**Estufa para realizar el ensayo de contenido de humedad del yeso
Foto N° 13**



Contenido de Humedad

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2
Peso Húmedo + Recipiente	182.52	187.38
Peso Seco + Recipiente	175.14	177.34
Peso Recipiente	72.18	70.64
Peso yeso Seco	102.96	106.70
Peso del Agua	7.38	10.04
Contenido de Humedad	7.16	9.40
Humedad Promedio %	8.28	

4.3.1.2. Absorción.- Capacidad del yeso de llenar con agua los vacíos internos en las partículas por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados ya que siempre queda aire atrapado.

Es importante en el yeso ya que reduce el agua de mezcla, influyendo en la resistencia y trabajabilidad; se debe tener en cuenta para hacer las correcciones del caso.

4.3.1.3. Peso Específico.- Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas, sin considerar los vacíos entre ellas.

Equipos para determinar % de absorción y peso específico del yeso

Foto N° 14



Foto N° 15



Peso Específico y Porcentaje de Absorción

Tipo de Frasco utilizado		Probeta 1000 ml
Peso del frasco + Alcohol	= (A)	597.00
Peso de Material Superficial Seca en aire	= (B)	40.43
Peso de Material Saturado + Alcohol + Frasco A+B	= (C)	647.00
Peso Global con desplazamiento de Volumen	= (D)	631.8
Peso Volumen de Masa + Volumen Vacíos (C-D)	= (E)	15.2
Peso Específico (B/E)		2.66

N° Recipiente		1
Peso Recipiente + Material superfic. seco en aire	= (a)	152.94
Peso Recipiente + Material seco en Estufa	= (b)	147.49
Peso del Agua (a-b)	= (c)	5.45
Peso del Recipiente	= (d)	21.56
Peso Material Secado en Estufa (b-d)	= (e)	125.93
Porcentaje de Absorción (c)*100/e		4.32

4.3.1.4. Granulometría.- En vista de la forma irregular geométrica de las partículas de yeso, no es fácil:

- 1.- Establecer un criterio numérico individual para definir el tamaño de cada partícula midiendo sus dimensiones.
- 2.- Medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas.

Se usa por lo tanto una manera indirecta, cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total a esto se denomina

Análisis Granulométrico: “Representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños”

Es significado práctico del análisis granulométrico de los agregados estriba en que la granulometría influye directamente en muchas propiedades del yeso, por lo que interviene como elemento indispensable en el diseño de mezclas.

Módulo de Fineza (MF).- Se define como La Sumatoria de los %s. retenidos acumulativos de la serie de tamices Standard hasta el tamiz N° 100 y ésta cantidad dividida entre 100.

La base experimental que apoya al MF es que: Granulometrías con igual MF independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de H₂O para producir mezclas de yeso de similar: Plasticidad y resistencia

Equipo para realizar el análisis granulométrico del yeso

Foto N° 16



Análisis Granulométrico por Tamizado

Peso de yeso inicial seco = 820.70 gr

Mallas	Aberturas (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentajes	
			Retenido	Acumulado
Nº 4	4.750	-----	-----	----
Nº 8	2.360	-----	-----	----
Nº 16	1.180	4.00	0.49	0.49
Nº 30	0.590	13.00	2.07	2.56
Nº 50	0.297	8.20	3.07	5.63
Nº 100	0.149	9.60	4.24	9.87
Nº 200	0.074	4.10	4.74	14.61
M.F. = 0.332				
Porcentaje que pasa la malla Nº 200 = 95.26				

4.3.1.5. Peso Unitario.- Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos.

Al incluir los vacíos entre partículas, está influenciada por la manera como se acomodan éstas, lo que convierte en un parámetro relativo.

Según Norma ASTM el método para evaluarla es, compactarlo en molde metálico con 25 golpes con varilla de $5/8''$ en 03 capas.

Nota: Es éste valor para el diseño de mezclas: Sirve para estimar proporciones y hacer conversiones de dosificaciones en peso o en volumen.

**Equipo para determinar el peso unitario suelto del yeso
Foto N° 17**



**Equipo para determinar el peso unitario suelto del yeso
Foto N° 17**



Pesos Unitarios Suelto y Compactado

TIPO DE PESO UNITARIO	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compacto		
	1	2	3	1	2	3
Peso de Molde + Material	5417.00	5418.00	5414.00	6347.00	6346.00	6364.00
Peso del Molde	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00
Peso del Material	2611.00	2612.00	2608.00	3541.00	3540.00	3558.00
Volumen del Molde	2807.73	2807.73	2807.73	2807.73	2807.73	2807.73
Peso Unitario (kg/m ³)	0.930	0.930	0.929	1.261	1.261	1.267
Peso Unitario Promedio (kg/m³)	0.930			1.263		

4.4. DISEÑO DE MEZCLAS DE YESO

4.4.1. DEFINICIÓN.- Es la aplicación teórica-práctica de los conocimientos científicos, sobre y la interacción entre elementos, para lograr una mezcla que satisfaga un proyecto.

En la tecnología del yeso, no se separa el diseño de la mezcla del procedimiento constructivo por existir correspondencia biunívoca, pues para un proyecto se tiene:

- Condiciones ambientales
- Materiales
- Mano de obra
- Equipo

4.4.2. MÉTODO DE DISEÑO

El método de diseño adoptado en la investigación es práctico, mezclando yeso con agua para obtener una mezcla trabajable obteniendo una relación agua/yeso = 0.45 en peso, la cual proporciona el tiempo suficiente antes de fraguar, para la fabricación de bloques de yeso de dimensiones 9 x 14.5 x 24 cm para ser ensayados a compresión y bloques de yeso de 9 x 40 x 60 cm para ser empleados en paredes no portantes en interiores.

4.4.3. RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Las resistencias a la compresión de los bloques de yeso, corresponde a briquetas de dimensiones: altura = 9 cm, ancho = 14.5 cm y largo = 24 cm, secadas en condiciones normales un periodo de 28 días de edad, periodo en el cual el yeso ha alcanzado su resistencia al 100 %.

4.4.5. ENSAYO DE BRIQUETAS DE YESO

Los ensayos de las briquetas de yeso se realizan, mediante una máquina aplicando una carga uniaxial simple en las secciones que se detallan:

1ª Aplicación de carga uniaxial perpendicular a la sección de 14.5 x 24 cm

2^a Aplicación de carga uniaxial perpendicular a la sección de 9 x 24 cm y

3^a Aplicación de carga uniaxial perpendicular a la sección de 9 x 14.5 cm

Según se aprecia en las fotografías siguientes:

Briquetas de yeso de dimensiones 9 x 14.5 x 24 cm

Foto N° 18



Ensayo de briquetas de yeso en máquina de compresión uniaxial

1^a Aplicación de carga perpendicular a la sección de 14.5 x 24 cm

Foto N° 19



2ª Aplicación de carga perpendicular a la sección de 09 x 24 cm
Foto N° 20



Falla de la briqueta de yeso
Foto N° 21



3ª Aplicación de carga perpendicular a la sección de 09 x 14.5 cm
Foto N° 22



Falla de la briqueta de yeso
Foto N° 23



**RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
DE BRIQUETAS DE YESO**

1ª Aplicación de carga perpendicular a la sección de 14.5 x 24 cm

BRIQUETA		FECHA		EDAD (Días)	CARGA (kg)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA kg/cm ²
REL. A/C	Nº	MOLDEO	ROTURA				
0.48	1	27.12.11	26.01.12	28	14530	348.00	41.75
	2	27.12.11	26.01.12	28	14930	348.00	42.90
	3	27.12.11	26.01.12	28	14860	348.00	42.70
	Promedio						42.45

2ª Aplicación de carga perpendicular a la sección de 09 x 24 cm

BRIQUETA		FECHA		EDAD (Días)	CARGA (kg)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA kg/cm ²
REL. A/C	Nº	MOLDEO	ROTURA				
0.48	1	27.12.11	26.01.12	28	7990	216.00	36.99
	2	27.12.11	26.01.12	28	7300	216.00	33.80
	3	27.12.11	26.01.12	28	6860	216.00	31.76
	Promedio						34.18

3ª Aplicación de carga perpendicular a la sección de 09 x 14.5 cm

BRIQUETA		FECHA		EDAD (Días)	CARGA (kg)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA kg/cm ²
REL. A/C	Nº	MOLDEO	ROTURA				
0.48	1	27.12.11	26.01.12	28	4330	130.50	33.18
	2	27.12.11	26.01.12	28	3670	130.50	28.12
	3	27.12.11	26.01.12	28	3170	130.50	24.29
	Promedio						28.50

4.5. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

4.5.1 COSTO UNITARIO/ M2 DE PARED CON BLOQUES DE YESO Y

JUNTAS DE ESPESOR 2 CM

El análisis de costos unitarios, consiste en determinar el costo para la construcción de un m² de pared con bloques de yeso de dimensiones 9 x 40 x 60 cm, con espesor 9 cm y juntas de pasta yeso-agua de espesor 2 cm.

Para determinar el costo unitario se tiene en cuenta los insumos de:

- Costo de materiales
- Costo de mano de obra
- Costo de equipo y/o herramientas

En la presente investigación para determinar los costos unitarios se toman para mano de obra los jornales promedios de régimen común, para los materiales los precios de mercado incluido el IGV y para herramientas se toma el porcentaje promedio del 3% del costo de la mano de obra.

Los valores son los siguientes:

Mano de Obra

Capataz = S/. 11.00/hh

Operario = S/. 10.00/hh

Oficial = S/. 9.00/hh

Peón = S/. 7.00/hh

Materiales

Yeso = S/. 3.00/bolsa de 17.50 Kg

Madera tornillo = S/. 6.00/p2

Clavos de 3” = S/. 4.50/kg

Herramientas = 3.00 % del costo de mano de obra

Donde:

hh = hora hombre

m³ = metro cúbico

p² = pie cuadrado

Kg = kilogramo

Determinación del costo de fabricación del bloque de yeso de dimensiones

9 x 40 x 60 cm.

➤ Costo de materiales por bloque:

- Precio del yeso por bolsa de 16.46 Kg = S/. 3.00
- Precio del yeso por Kg = $3/16.46$ = S/. 0.1823/Kg
- N° de Kg de yeso por bloque = 31.50×0.1823 = S/. 5.74/ bloque

Costo de materiales/bloque = S/. 5.74

➤ Costo de mano de obra por bloque:

Cuadrilla: 01 oficial, 02 peones

Rendimiento de fabricación de bloques: 70 bloques

- Oficial 8 hh x S/. 9.00/70 = S/ 1.029
- Peones 2 x 8 hh x S/. 7.00/70 = S/. 1.60

Costo de mano de obra/ bloque = S/. 2.63

➤ **Costo de herramientas por bloque:**

- Costo de herramientas = 3% (S/. 2.63) = S/. 0.08/bloque

Costo de herramientas/ bloque = S/. 0.08

Por lo tanto:

Costo del Bloque de Yeso = S/. 5.74 + S/. 2.63 + S/. 0.08

Costo de Fabricación de Bloque de Yeso = S/. 8.45

Fabricación de bloques de yeso de 9 x 40 x 60 cm

Foto N° 24



Bloques de yeso de 9 x 40 x 60 cm fabricados

Foto N° 25



Bloques de yeso de 9 x 40 x 60 cm em proceso de secado

Foto N° 26



Determinación del costo unitario por m2 de pared con bloques de yeso

➤ Costo de materiales por m2 de pared

Costo por bloques de yeso:

- Dimensiones del bloque: 9 x 40 x 60 cm
- Juntas de pasta de yeso: espesor 2 cm
- N° de bloques/m2 = $100/42 \times 100/62 = 3.86$
- Costo por bloques/m2 = $3.86 \times S/. 8.45 = S/. 32.62$

Costo por bloques de yeso = S/. 32.62

Costo por juntas entre bloques

- Volumen de pasta de yeso/ m2 de pared = $1.00 \times 1.00 \times .09 - 3.86 \times 0.09 \times 0.40 \times 0.60 = 0.007 \text{ m}^3$
- Costo de pasta de yeso/ m2 de pared
 - Para elaborar un bloque de yeso de volumen $0.09 \times 0.40 \times 0.60$ (0.0216 m^3) cuesta S/. 5.74
 - Para elaborar un volumen de pasta de yeso de 0.007 m^3 cuesta S/. $5.74/0.0216 \times 0.007 = S/. 1.86$

Costo por juntas de yeso = S/. 1.86

Por lo tanto:

Costo de Materiales/ m2 de Pared = S/. 32.62 + S/. 1.86

Costo de Materiales/ m2 de Pared = S/. 34.48

➤ **Costo de mano de obra por m2 de pared:**

Cuadrilla: 0.1 capataz, 01 oficial, 01 peón

Rendimiento para paredes en aparejo de canto de 2 a 4 m de longitud: 25 m2

Capataz : $0.1 \times 8 \text{ h}/25 * \text{S}/. 11 = \text{S}/. 0.352$

Oficial : $1 \times 8 \text{ h}/25 * \text{S}/. 9 = \text{S}/ 2.88$

Peón : $1 \times 8 \text{ h}/25 * \text{S}/. 7 = \text{S}/. 2.24$

Costo de mano de obra/ m2 de pared = S/. 5.47

➤ **Costo de equipo y herramientas por m2 de pared:**

- Costo de madera = $0.58 \text{ p2} * \text{S}/. 6 = \text{S}/. 3.48$
- Clavos de 3" = $0.022 * \text{S}/. 4.5 = \text{S}/. 0.099$
- Costo de herramientas/ m2 de pared = $3\% (\text{S}/. 5.47) = \text{S}/. 0.16$

Costo de herramientas/ m2 de pared = S/. 3.739

Por lo tanto:

Costo Unitario/ m2 de Pared = S/. 34.48 + S/. 5.47 + S/. 3.74

**Costo Unitario/ m2 de Pared con Bloques de Yeso y Juntas de
espesor 2 cm = S/. 43.69**

**Construcción de pared con bloques de yeso de 9x40x60 cm
Foto N° 27**



Foto N° 28



Foto N° 29



Foto N° 30



4.5.2 ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO/M2 DE PARED CON LADRILLOS DE ARCILLA KING KONG (K.K)

PARTIDA : Muro de ladrillo de arcilla King Kong de canto					
Especificaciones : Ladrillo de 9 x 14 x 24 cm, junta 2 cm, mezcla 1:5 Cemento: Arena, de 4 m de largo					
Cuadrilla : Colocación = 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón Acarreo = 1 peón					
Rendimiento : Colocación: 8 m2/día Acarreo: 40 m2/día					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
Materiales					
Cemento	bls	0.112	18.500	2.072	
Arena gruesa	m3	0.016	60.000	0.960	
Ladrillo de 9 x 14 x 24 cm	pza	27.000	0.600	16.200	
Costo de Material					19.23
Mano de Obra					
Capataz	hh	0.100	11.00	1.100	
Operario	hh	1.000	10.00	10.000	
Peón	hh	0.700	7.00	4.900	
Costo de Mano de Obra					16.00
Equipo, Herramientas					
Andamio de madera	p2	0.58	6.00	3.480	
Clavos de 3"	Kg	0.022	4.50	0.099	
Herramientas 3% de mano de obra		0.03	16.00	0.480	
Costo de Equipo, Herramientas					4.05
TOTAL					39.28

**Costo Unitario/ m2 de Pared con Ladrillo King Kong y Juntas
de Mortero Cemento Arena de espesor 2 cm = S/. 39.28**

4.6. DISCUSIÓN:

1. La cantera de materia prima para la fabricación de yeso ubicada en el departamento de Ancash, provincia de Yungay, distrito de Ranrairca aproximadamente a 0.7 km de la plaza de armas al lado sur-este de la ciudad, cuenta con una potencia de: área 200,000 m², profundidad promedio 40 m.
2. La explotación de la cantera se realiza rudimentariamente en forma manual a tajo abierto y a medio túnel, sin ninguna medida de seguridad, exponiéndose los trabajadores a riesgos permanentes de accidentes.
3. El proceso de obtención del yeso se realiza mediante técnicas empíricas, la bolonería (piedras) extraída de la cantera es quemada mediante hornos artesanales rústicos, luego triturada y molida.
4. Las características físicas del yeso se observa en la tabla N° 1

Tabla N° 1. Características físicas del yeso

Tipo de Yeso	Contenido Humedad (%)	Absorción (%)	Peso Específico	Módulo De Fineza	Pesos Unitarios (kg/m³)	
					Suelto	Compactado
Yeso blanco	8.28	4.32	2.66	0.33	930	1263

5. Las resistencias del yeso con relación agua/yeso para mezcla trabajable, según cara de aplicación de carga, se observa en la tabla N° 3

Tabla N° 3. Resistencias de yeso con relación agua/yeso para mezcla trabajable según aplicación de carga

Cara de aplicación de carga (cm)	Área de sección (cm²)	Relación A/Y	Periodo de ensayo (días)	Resistencia promedio (kg/cm²)
14.5 x 24	348.0	0.48	28	42.45
9 x 24	216.0	0.48	28	34.18
9 x 14.5	130.5	0.48	28	28.50

6. Los costos unitarios de las paredes con bloques de yeso y las paredes con ladrillos de arcilla se observa en la tabla N° 4

Tabla N° 4. Costos unitarios de pared de yeso y pared con ladrillo de arcilla

Costos Unitarios de Paredes por M²		Variación S/.	Variación %
Pared de yeso S/.	Pared de ladrillo S/.		
47.45	39.28	8.17	20.80

Interpretación: Las paredes con bloques de yeso tienen un costo unitario de S/. 47.45/m², mayor que el costo unitario de la pared de ladrillo que es de S/. 39.29/m², existiendo una diferencia de S/. 8.17 y que representa 20.80 % mayor.

5. CONCLUSIONES:

- 1.** La cantera de materia prima para la fabricación de yeso, ubicada al lado sureste de la ciudad de Ranrairca, distrito de Ranrairca, provincia de Yungay, departamento de Ancash, tiene una potencia de 8'000,000 m³.
- 2.** La explotación de la cantera se realiza rudimentariamente en forma manual a tajo abierto y a medio túnel, sin ninguna medida de seguridad, exponiéndose a los trabajadores a riesgos permanentes de accidentes.
- 3.** El proceso de fabricación del yeso se realiza mediante técnicas empíricas, la piedra extraída de la cantera, es quemada mediante hornos artesanales rústicos, luego triturada en pequeñas máquinas y posterior molienda en pequeños molinos.
- 4.** Las características físicas del yeso son: Yeso blanco, contenido de humedad 8.28 %, absorción 4.32 %, módulo de fineza 0.33, peso específico 2.66, peso unitario suelo 930 kg/m³, peso unitario compactado kg/m³.
- 5.** Las resistencias de compresión a los 28 días del yeso con relación agua/yeso 0.48, según aplicación de carga son: Cara de 14.5 x 24 cm igual a 42.45 kg/cm²; cara de 9 x 24 cm igual a 34.18 kg/cm² y cara de 9 x 14.5 cm igual a 28.50 kg/cm².
- 6.** El costo unitario por m² de pared fabricada con bloques de yeso de 9x40x60 cm, en aparejo de canto, juntas de yeso de espesor 2 cm, es de 47.45 nuevos soles

7. El costo unitario por m² de pared fabricada con ladrillo King Kong de arcilla de dimensiones 9 x 14 x 24 cm, en aparejo de canto y juntas de mortero cemento-arena de espesor 2 cm, es de 39.28 nuevos soles.

8. La pared fabricada con bloques de yeso tienen un costo unitario por m² mayor en 20.80 % que la pared fabricada con ladrillo King Kong de arcilla.

6. RECOMENDACIONES:

1. La explotación de la cantera de materia prima y el procesamiento de fabricación del yeso debe tecnificarse para el aprovechamiento del enorme potencial de dicho recurso, a fin de lograr menores costos, evitando ó minimizando además riesgos de accidentes del personal.

2. Se debe ampliar el mercado de comercialización del yeso, a fin de lograr cubrir el costo de la tecnificación a al mismo tiempo satisfacer la demanda de los agentes dedicados a la industria de la construcción que emplean yeso.

3. Promocionar la utilización del yeso en la industria de la construcción por poseer características tecnológicas fundamentales, tales como; excelente adherencia, fraguado rápido, propiedades aislantes térmicas, menor capacidad calorífica, acusticidad, y ligereza,

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASKELAND, R. Ciencia e Ingeniería de los Materiales 1998 México.
- GORCHAKOV, G. Materiales de Construcción Editorial MIR. Moscú 1991
- HORNBOSTEL, C. Materiales para la Construcción, Tipos, Usos y aplicaciones 1998 Editores Limusa Noriega. México
- ISCHENCO. Tecnología de los Materiales de Albañilería y de Montaje
- KIDDER, F. Manual del Arquitecto y del Constructor. Ed. México
- MARCO, B; MARIO, G. Sólo el asombro conoce. La Aventura de la Investigación Científica, Ediciones Encuentro. ISBN 978-84-7490-810-7.
- ORUS, F. Materiales de Construcción 1981 Editorial Dossat S.A. Madrid.
- REGAL, A. Materiales de Construcción 1984 Editorial UNI. Lima.