

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MEJORA DE LA PARTIDA DE ENLUCIDO  
DE CIELO RASO DE LOSAS ALIGERADAS  
DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON LA  
TÉCNICA DEL RASTRILLADO, SJL-2024”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Kent Javier Gamboa Paz

**Asesor**

Ing. Julio Quesada Llanto

<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima – Perú

## INFORME DE SIMILITUD

### TSP-KENT JAVIER GAMBOA PAZ

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>dspace.ucuenca.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>upc.aws.openrepository.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>cybertesis.uni.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.yura.com.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>www.parro.com.ar</b> Fuente de Internet	

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi familia, a mi padre que es hasta el día de hoy como un profesor que siempre me va enseñando cosas de la vida, a mi madre que gracias a su apoyo logro cada una de mis metas, a mis hermanas y sobrinos que siempre están ahí para alentarme en cualquier cosa que uno necesita, para aquellas personas que confían en mí, y para la sociedad, que se merece una mejor calidad de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Me gustaría empezar agradeciendo a Dios por guiarme en el camino darme fuerzas y fe en la humanidad y que podemos ser mejores cada día.

Gracias a mis padres por darme los buenos valores que me rigen en esta sociedad, no me hubiera embarcado en esta aventura de no haber sido por el apoyo y paciencia de mi familia, a ellos mi agradecimiento eterno.

Gracias a todas las personas que participaron en el desarrollo de esta propuesta, muchos de ellos colaboraron conmigo aun sin conocerme, pero todos con la confianza y la convicción de que podemos hacer más y mejores cosas por nuestra sociedad.

Mis agradecimientos, al Ing. Luis Gaspar Amaya Antón, por su gran visión y perspectiva sobre la educación universitaria, sobre la investigación y sobre todo por sus sabios consejos.

***“La ingeniería continuará siempre transformando y mejorando a la sociedad”***

CARLOS SLIM HELÙ

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

1.	TABLA 01: Matriz FODA de la empresa.....	11
2.	TABLA 02: Nombres usados del poliestireno expandido, según su país.....	17
3.	TABLA 03: Densidad mínima recomendada para el poliestireno expandido.....	25
4.	TABLA 04: Propiedades del poliestireno expandido.....	28
5.	TABLA 06: Relación de materiales con dosificación 1:5:06 método “A”.....	43
6.	TABLA 07: Tabla de precios de los insumos método “A”.....	43
7.	TABLA 08: Tabla del costo total por m2 de enlucido método “A”.....	43
8.	TABLA 09: Relación de materiales con dosificación 1:5 método “B”.....	44
9.	TABLA 10: Tabla de precios de los insumos método “B”.....	45
10.	TABLA 11: Tabla del costo total por m2 de enlucido método “B”.....	46
11.	TABLA 12: Relación de materiales con dosificación 1:5 método “C”.....	47
12.	TABLA 13: Tabla de precios de los insumos método “C”.....	48
13.	TABLA 14: Tabla del costo total por m2 de enlucido método “C”.....	49
14.	TABLA 15: Relación de materiales con dosificación 1:5 método “D”.....	50
15.	TABLA 16: Tabla de precios de los insumos método “D”.....	51
16.	TABLA 17: Tabla del costo total por m2 de enlucido método “D”.....	51
17.	TABLA 18: Relación de materiales con método MASSA MAIS.....	52
18.	TABLA 19: Tabla de precios de los insumos método MASSA MAIS.....	53
19.	TABLA 20: Tabla del costo total por m2 de enlucido método MASSA MAIS.....	53
20.	TABLA 21: Relación de materiales con dosificación 1:5:04 método “Método del Rastrillado”..	54
21.	TABLA 22: Tabla de precios de los insumos método “Método del Rastrillado”.....	55
22.	TABLA 23: Tabla del costo de relleno por m2 de enlucido método “Método del Rastrillado”...	56
23.	TABLA 24: Relación de materiales con dosificación 1:5 método “Método del Rastrillado”.....	57
24.	TABLA 25: Tabla de precios de los insumos método “Método del Rastrillado”.....	57

25. *TABLA 26: Tabla del costo total por m2 de enlucido método “Método del Rastrillado”* .....58

26. *TABLA 27: Cuadro de Resumen de gastos en enlucidos por metro cuadrado*.....59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Organigrama de la empresa y ubicación del asistente de residente de obras</i> .....	11
<i>Figura 2: Partes de una losa aligerada</i> .....	14
<i>Figura 3: Ladrillo de arcilla para losa aligerada</i> .....	16
<i>Figura 4: Etapas del poliestireno expandido</i> .....	17
<i>Figura 5: Enlucido o también llamado tarrajeo</i> .....	19
<i>Figura 6: Dosificación para mortero de enlucido</i> .....	21
<i>Figura 7: Deformación vs. Esfuerzos del poliestireno</i> .....	26
<i>Figura 8: Herramienta hechiza para el rasgado de casetones del poliestireno</i> .....	37
<i>Figura 9: Aplicación de la técnica del rastrillado en casetones de poliestireno</i> .....	37
<i>Figura 10: Colocado del mortero al ras de la superficie del casetón</i> .....	38
<i>Figura 11: Figura de casetón de poliestireno expandido ya secas listas para usar</i> .....	39
<i>Figura 12: Figura de cómo queda el cielo raso aplicando la técnica del rastrillado</i> .....	40
<i>Figura 13: Edificio de Mega Force construido con losa aligerada de poliestireno</i> .....	76
<i>Figura 14: Losa aligerada con casetones de poliestireno expandido usando la técnica</i> .....	77
<i>Figura 15: Procedimiento constructivo de enlucido de cielo raso con el método “A”</i> .....	78
<i>Figura 16: Procedimiento constructivo de enlucido de cielo raso con el método “B”</i> .....	78
<i>Figura 17: Rasgado de los casetones de poliestireno expandido de 1.5 cm de profundidad...</i>	79
<i>Figura 18: Colocación del mortero en los canales hasta enrasar la superficie del casetón...</i>	79
<i>Figura 19: Vista del encofrado y la colocación de los casetones ya con morteros....</i>	80



## RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo facilitar o agilizar el enlucido del cielo raso de las losas aligeradas de poliestireno expandido implementando la “técnica del rastrillado”, debido a que el uso de las técnicas convencionales de enlucidos que se usa en la actualidad genera mayor tiempo, fisuramiento y descontento tanto en los contratistas como en los dueños de los predios donde se usan esas técnicas y también se expondrán las distintas situaciones presentadas durante su ejecución.

En este trabajo se pretende implementar la técnica del rastrillado fabricando una herramienta casera tratando de no alterar en mucho el costo, esta herramienta permitirá modificar un poco los casetones de poliestireno expandido sin llegar a saturar su peso para luego poder facilitar y agilizar los enlucidos del cielo raso.

Se detallará la solución al problema del tiempo, la fisuración, y las dudas de los contratistas como de los dueños en general sobre el enlucido en estas losas aligeradas con poliestireno expandido, haciendo uso de los conocimientos de la carrera de ingeniería civil y sus procesos constructivos, haremos un seguimiento al control de calidad con los materiales a usar.

Los resultados presentados indicarán el proceso constructivo que se debe seguir para llegar a un óptimo resultado y acortar el tiempo como disminuir el fisuramiento en los enlucidos del cielo raso de las losas aligeradas de poliestireno expandido.

***Palabras claves: técnica del rastrillado, agilizar, fisuramiento, enlucidos, losas aligeradas con poliestireno expandido.***

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En el Perú las losas aligeradas han cambiado, de lo que antes se usaban los ladrillos de arcilla convencionales ahora se usan viguetas Prefabricadas con ladrillos tipo bovedilla, losas prefabricadas y los llamados casetones o Tecnopor hechos de poliestireno expandido, este último se utiliza con el fin de disminuir o aminorar la sobrecarga y los asentamientos diferenciales de las losas.

Este nuevo proceso constructivo de losas aligeradas con poliestireno expandido trae consecuencia de ver a maestros albañiles, contratistas, ingenieros civiles, como también a los dueños de las viviendas, quejarse por el resultado de los enlucidos de los cielorrasos, ya que este suele a fisurarse, agrietarse con el pasar de los días, y debido a este problema se genera la poca fiabilidad sobre los enlucidos y por ende se opta por cambiar de tipo de losa aligerada, estos vuelven a pasar del casetón o bovedilla de poliestireno expandido, al ladrillo más comercial que es de arcilla.

La empresa en la cual desempeño las actividades de asistente de residente de obras es en JGP INGENIEROS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C con numero de R.U.C:

20602068910, que inició sus actividades a partir del 03 de Abril del 2017, es una empresa con amplia experiencia y brinda servicios de calidad, tiene como objetivo el proveer bienes y servicios como la ejecución de obras públicas como privadas en proyectos de ingeniería civil, como demolición de edificios, construcción, mejoramiento y mantenimiento de pistas y veredas.

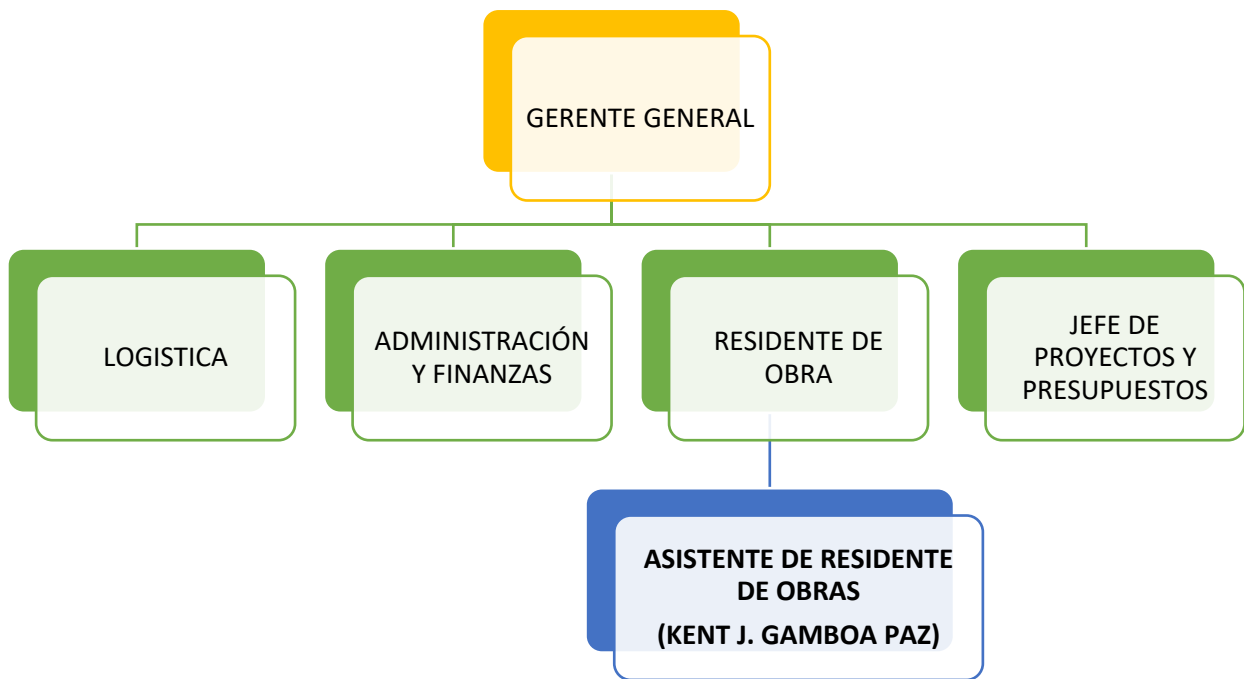
Como referencia de sus principales clientes están:

- GYM MEGA FORCE EIRL
- INMOBILIARIA SOTO E HIJOS S.A.C.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO (INSN)

- GRUPO INTERNACIONAL ULTRA S.A.C
- GEOMECANICA LATINA S.A
- MINI MARKET SANTA ROSA DE LIMA

En sus principales proyectos ejecutados se tiene la construcción de 2 edificios comerciales de 7 y 8 niveles de 200 m2 cada uno, Remodelación y reforzamiento de 1 minimarket de 500m2, construcción de 1 edificio comercial de 5 pisos de 400 m2.

**ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA JGP INGENIEROS CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C**



*Figura 1:* Organigrama de la empresa y ubicación del asistente de residente de obras

Fuente: Elaboración propia

**ANALISIS FODA DE LA EMPRESA JGP INGENIEROS CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C**

*Tabla 01*

*Matriz FODA de la empresa.*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa cuenta con un equipo experimentado y especializado en la industria de la construcción.</li> <li>- La empresa tiene una sólida reputación por entregar proyectos de alta calidad a tiempo y dentro del presupuesto.</li>   <li>- Cuenta con relaciones sólidas con proveedores y subcontratistas confiables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La demanda de construcción está en aumento debido al crecimiento económico y a la necesidad de nuevas infraestructuras.</li> <li>- La adopción de tecnologías avanzadas en la construcción puede mejorar la eficiencia y abrir nuevas oportunidades de negocio.</li>   <li>- Existe una creciente demanda de prácticas constructivas sostenibles, lo que puede generar oportunidades de diferenciación en el mercado.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa depende en gran medida de ciertos proveedores clave, lo que podría afectar la cadena de suministro en caso de problemas.</li> <li>- La capacidad de ejecutar múltiples proyectos simultáneamente puede ser limitada debido a la capacidad del personal y los recursos.</li> <li>- La industria de la construcción es altamente competitiva, lo que podría afectar los márgenes de beneficio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fluctuaciones económicas pueden afectar la demanda de proyectos de construcción.</li> <li>- Cambios en las regulaciones de construcción podrían afectar los costos y procesos.</li>   <li>- Incidentes de seguridad en el lugar de trabajo pueden tener consecuencias legales y financieras.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia (2023)

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. *Objetivo general*

Identificar las diferencias que existen entre la implementación de “LA TÉCNICA DEL RASTRILLADO” y las técnicas convencionales en enlucidos de poliestireno respecto a costo y acabados en edificaciones de SJL.

### *1.1.2. Objetivos específicos*

Identificar las diferencias que existen entre la implementación de “LA TÉCNICA DEL RASTRILLADO” y las técnicas convencionales en enlucidos de poliestireno respecto a costo.

Identificar las diferencias que existen entre la implementación de “LA TÉCNICA DEL RASTRILLADO” y las técnicas convencionales en enlucidos de poliestireno respecto a acabados.

Describir como se implementa la “TÉCNICA APLICADA EN CAMPO” en los enlucidos de poliestireno.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

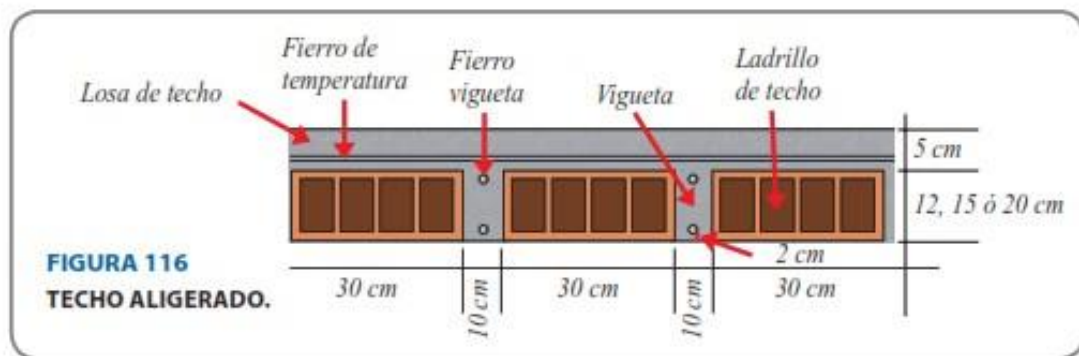
### 2.1. Losas aligeradas

Comúnmente llamado también techo aligerado, las losas aligeradas son elementos estructurales importantes que deben ser diseñados y construidos cuidadosamente. Están conformadas por viguetas, ladrillos, losa y refuerzo. *Ver Figura 2.*

Desde el punto de vista estructural, las losas aligeradas cumplen tres funciones específicas:

- Transmiten hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los objetos, el de las personas, etc.
- Dirigen hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos.
- Unen los otros elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura funcione en conjunto, como si fuera una sola unidad.

Las losas aligeradas o techos aligerados aparecen como una variante a las losas macizas las cuales están formadas únicamente de concreto armado.



**Figura 2:** Partes de una losa aligerada. Fuente. Pagina Aceros Arequipa

(<https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/encofrado-de-losa-aligerada>)

El propósito del aligeramiento con elementos de poliestireno expandido, es el de optimizar los recursos y reducir el costo económico de la construcción manteniendo las condiciones funcionales, estéticas y de seguridad previstas.

El aligeramiento de techos y entrepisos de hormigón armado permite reducir las dimensiones de los elementos que lo resisten (muros, vigas, etc.) y reduciendo su costo económico. Pero ésta no es la única misión del aligeramiento de estructuras ya que también se consiguen una serie de ventajas tecnológicas en diversos aspectos (Anape, 2016).

En el Manual ANAPE se comenta: *“El peso propio representa aproximadamente el 50% de la carga total del edificio”*

En la ejecución del proyecto, el diseño se contempló el uso de las losas aligeradas para disminuir el peso propio de la estructura, y como también disminuir el costo del transporte de los materiales a obra, como es las bovedillas de poliestireno expandido.

## **2.2. TIPOS DE LOSAS ALIGERADAS UTILIZADAS EN SJL-LIMA.**

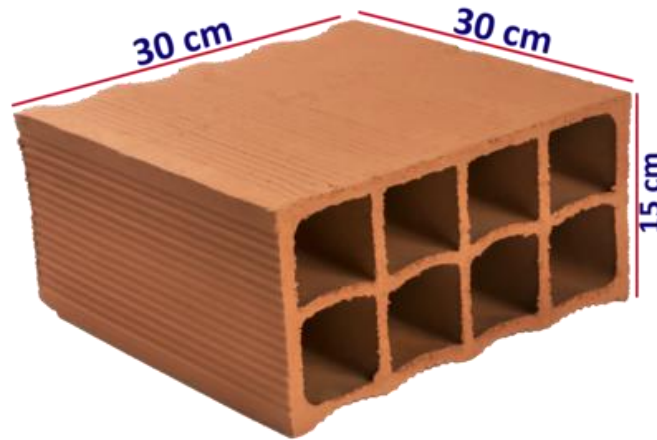
Existen varias losas aligeradas y algunos ejemplos son la losa de vigueta y bovedilla, la losa hueca, las losas nervadas, losa aligerada en dos direcciones, entre otros, pero los que mayormente se ven en la construcción de Lima o específicamente del distrito de San Juan de Lurigancho, son las losas aligeradas con ladrillo de arcilla y aligeradas con bovedillas de poliestireno expandido.

### **2.2.1. Ladrillo de Techo de Arcilla**

Es un ladrillo hueco de 30 cm x 30 cm y de altura variable, sumado a viguetas, losa y refuerzo conforman el elemento estructural de las losas aligeradas que transmiten las cargas que se presentan en cada nivel como personas, muebles, acabados y su propio peso hacia los muros portantes, placas o vigas, además de elementos estructurales como vigas, columnas o muros.

En el proyecto ejecutado en un inicio se quiso cambiar el diseño de la losa aligerada con poliestireno expandido por los ladrillos de techo de arcilla, pero eso se vería reflejado en el peso propio de la estructura, así que mejor se optó por buscar una alternativa mejor hacia el acabado.

*Ver Figura 3. Ver especificaciones técnicas en anexo.*



**Figura 3:** Ladrillo de arcilla para losa aligerada de 15x30x30 cm

(<https://ladrillosdiamante.com/shop/product/hueco-15-min-400-und-28#attr=>)

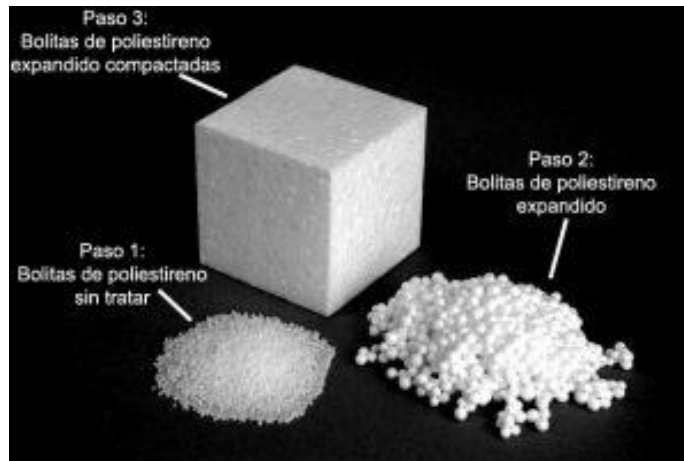
### **2.2.2. Poliestireno expandido (Casetones de tecnopor)**

El Poliestireno Expandido corresponde a las siglas en inglés “expanded polystyrene”, gracias a sus excelentes cualidades como: ecológico, térmico, resistente a la humedad, sano, liviano, acústico, térmicamente estable y durable se convierte en uno de los productos más utilizados en la actualidad (Imsale, 2015). Ver Figura 4.

En algunos países se le conoce al EPS por varios nombres, generalmente en correspondencia a su fabricante. Ver Tabla 2.

Durante el proyecto se usó en todas las losas aligeradas este material, ya que nos facilitaba en el tiempo y costo de transporte, como su fácil manipulación





**Figura 4:** Etapas del poliestireno expandido. Fuente: Embalajes Terra

(<https://www.embalajesterra.com/blog/poliestireno-expandido-mercancias/>)

## Tabla 2.

*Nombres usados del poliestireno expandido, según su respectivo país.*

PAIS	NOMBRE
ARGENTINA	Telgopor
BRASIL	Isopor
COLOMBIA	Icopor
COSTA RICA	Estereofón
CHILE	Plumavit, Aislapol
CUBA	Poliespuma
ECUADOR	Espuma-flex
EL SALVADOR	Durapax
ESPAÑA	Poliespan, Poliexpán, Poroexpán, Porexpan
GUATEMALA	Duroport, Thermopor, Monoport
HONDURAS	Durapax
MÉXICO	Unicel
NICARAGUA	Poroplást
PANAMA	Foam
PARAGUAY	isopor
PERÚ	Tecnopor
PORTUGAL	Esfervite
PUERTO RICO	Foam, Foum o Fom
REPÚBLICA DOMINICANA	Fon y hielo seco
URUGUAY	Espuma plast
VENEZUELA	Anime

### 2.3. Cielo raso

En construcción, el cielo raso se refiere a la superficie que se encuentra en la parte superior de una habitación o espacio, que se utiliza para ocultar la estructura de soporte del techo y los

sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería que pueden estar ubicados en el espacio sobre el techo. El cielo raso se puede construir con diferentes materiales, como yeso, placas de yeso laminado, paneles de madera, aluminio, acero, entre otros, y puede tener diferentes diseños y acabados para mejorar la estética del espacio. Además de ocultar la estructura y los sistemas, el cielo raso también puede proporcionar aislamiento térmico y acústico, mejorar la iluminación y reducir el consumo de energía. Durante el tiempo trabajado, se busco una alternativa al acabado del cielo raso, y la propuesta que opte nos daba buenos resultados mientras avanzábamos con la estructura.

#### **2.4. Enlucidos**

El Tarrajeo es una operación que se realiza para revestir o enlucir las paredes y techos con una mezcla de mortero, la cual debe tener un espesor 1 a 2 cm (acabado). O también se define como una capa fina de cemento o mortero destinada a alisar la superficie de albañilería, para sellarla posteriormente contra la humedad. Y en los Trabajos realizado en yesería que contiene motivos realizados en bajorrelieve; también llamado yesería ornamental. En el transcurso los de los enlucidos o llamados tarrajeos, buscamos diferentes alternativas en el mercado pero nuestra opción mas factible y nos daba muy buenos resultados

Los enlucidos se dividen en dos fases: enlucido interior y enlucido exterior. *Ver Figura 5.*



*Figura 5: Enlucido o mayormente llamado tarrajeo.*

(<https://constructivo.com/actualidad/impermeabilizante-para-tarrajeo-1521497731>)

## 2.5. Mortero

El mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se le añaden la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

De acuerdo con Lores & Castillo (2012) el mortero tiene como función adherir los ladrillos y corregir sus imperfecciones, debido a los componentes que posee. Estos se explican a continuación:

### 2.5.1. *Cemento Portland*

Es el material más importante y el más empleado ya que endurece las mezclas y pega otros materiales. Se utiliza el cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009. Este material, se usó mucho

en este trabajo ya que era el principal material a usar tanto en el trabajo como en nuestra técnica usada.

### **2.5.2. Agua**

Es el elemento base de la construcción. Esta debe estar limpia, por lo que se recomienda ser potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

### **2.5.3. Agregados**

La arena que se utiliza debe ser de río o de cantera, mas no de playa, porque su alto contenido de sal produciría que la mezcla se vuelva salitrosa. Existen dos tipos de arena: las que se utiliza para tarrajeo (arena fina) y las que se utilizan en mortero (arena gruesa). Estos materiales a usar fueron de gran utilidad para la adherencia del mortero hacia el casetón del poliestireno expandido.

### **2.5.4. Aditivos**

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125, como “un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado” (Torre, 2004).

El agregado deberá ser limpio, libre de materia orgánica y sales, no deberá emplearse arena de mar.

## **2.6. Dosificación**

La dosificación en construcción se refiere a la proporción en que se mezclan los materiales necesarios para hacer una mezcla homogénea y uniforme que cumpla con los requerimientos específicos del proyecto de construcción. La dosificación es un proceso clave en la construcción

de estructuras, ya que una mezcla mal dosificada puede tener consecuencias negativas en la calidad y durabilidad de la estructura.

La dosificación de materiales se realiza para lograr las propiedades específicas de la mezcla de concreto, mortero u otros materiales de construcción. En la dosificación se tienen en cuenta factores como la resistencia, la trabajabilidad, la permeabilidad y la durabilidad, entre otros.

Por lo general, la dosificación de los materiales se especifica en proporciones por peso o por volumen, y puede variar según el tipo de estructura que se esté construyendo y las condiciones específicas del proyecto. En algunos casos, se pueden utilizar aditivos en la dosificación para mejorar las propiedades de la mezcla de los materiales. Este proceso es muy importante para la construcción ya que, si no se respeta o se hace mal, este variara a la calidad del trabajo o a también se verá reflejado en la parte económica

### TARRAJEO DE MUROS

El espesor del tarrajeo recomendable es de 1.5 cm.

#### Proporciones recomendables para una vivienda

Cantidades de materiales por un metro cúbico de mortero.

### CONCRETO PARA TARRAJEO DE MUROS

En 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

Proporción	Cemento (bolsa)	Arena Fina (M <sup>3</sup> )
1:5	8,23	1,39

**Figura 6:** Dosificación para mortero de tarrajeo o enlucido

(<https://es.slideshare.net/lizethbutronzeballos/af-tabladosificacion-cemento-lima>)

### **CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Ingresa a la empresa JGP INGENIEROS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C en el año 2018, cabe decir que esta empresa tiene muchos años más laborando, pero que hasta esa fecha no se consolidaba como persona jurídica, ingrese primero como practicante de dibujo para luego pasar como asistente de residente de obras, en las que mi función principal era realizar trabajos de topografía en las construcciones de casas, replanteo de planos y seguridad en el trabajo.

Comencé a laborar como topógrafo y seguridad en la habilitación de una salida de emergencia de 4 niveles para la empresa GEOMECANICA LATINA S.A.C, ubicado en Salamanca – Ate, el periodo del servicio fue de 2 meses aproximadamente. Luego de eso me convocan a realizar trabajos de asistente de residente en la obra de un “Gimnasio Mega Force” de 200 m<sup>2</sup> – 8 niveles en la que me enfocaba principalmente en la valorización y el cronograma de ejecución de la obra, esta obra está ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Lima, departamento de Lima; tiene como inicio de año 2018, iniciando con la construcción de un edificio comercial de 8 niveles más 1 sótano.

En el presente informe detallaré sobre mi participación como asistente de residente de obra, teniendo como jefe directo al ingeniero residente JHONY LOPEZ ALBINAGORTA, la obra a realizar fue la ejecución de un edificio de 8 niveles de 200 m<sup>2</sup> más un sótano, en la cual las losas aligeradas se emplearían los casetones de tecnopor o bovedillas de tecnopor a cambio de los ladrillos de techo de arcillas ya conocidas en el

mercado de la construcción, por este cambio me enfocare en los acabados de los enlucidos o tarrajeo y ahondaré en el presente trabajo de suficiencia profesional.

La función a realizar dentro de la obra fue el control de pagos, charla de seguridad, las que ofrecía diariamente, con los formatos correspondientes para su llenado, el prevencionista de seguridad se encargaba de presentarlos correctamente, y la verificación de los llenados de los formatos de Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST), esta a su vez eran firmados mi persona y por el ingeniero residente.

Mientras trabajaba, estudié el programa de especialización profesional "RESIDENCIA DE OBRAS" en modalidad presencial, con 72 horas lectivas, en el Colegio de Ingenieros del Perú, en la cual me dio un enfoque general a la hora de supervisar los trabajos y definir con mejor eficiencia los frentes de trabajos, también asistí a charlas de acabados y aditivos en construcción para ahondar un poco más sobre los distintos acabados que ofrece el mercado de la construcción.

Para ampliar más las funciones que tendré en la empresa, iniciaremos con el conocimiento general sobre este proyecto, lo primero que recibo son el juego de planos en general (**Ver anexo**). teniendo como plazo 4 días para poder ver el proyecto en general y ver futuras observaciones. Así como también se me encomendó buscar una alternativa de solución para el enlucido de los cielos rasos de las losas aligeradas en todos los pisos del edificio del gimnasio MEGA FORCE.

Otra función ya mencionada es la de retribución de mano de obra y control de pagos, que se hacían semanalmente, de acuerdo a la tabla salarial de la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú.

Mientras se realizaban los trabajos de estructura paralelamente llevaba capacitaciones de materiales en acabados de construcción buscando una alternativa de solución al enlucido del cielo raso, ya que este se fisuraba en grandes cantidades y hasta se cajoneaba en los distintos techos aligerados con poliestireno expandido, existen distintos métodos constructivos de enlucidos en este tipo de losa aligerada, pero todo tienen el problema de la fisuración a largo plazo, y esto genera una inseguridad en los propietarios, ya que en su mayoría piensan que el enlucido, o comúnmente llamado tarrajeo, se desprenda.

Es así que surge la necesidad de crear una propuesta de mejora constructiva en estos tipos de losas aligeradas con poliestireno expandido, para eso primero debía conocer los distintos tipos de métodos constructivos de enlucidos de losas aligeradas que existía en lima metropolitana, como las propiedades de los materiales y procedimientos a emplear.

### ***3.1.1. Propiedades del poliestireno expandido de interés en su aplicación en el sector de la construcción***

El poliestireno expandido es el material fundamentalmente utilizado en este trabajo para colocar entre vigas o viguetas de las soluciones propuestas de losas aligeradas. Por esta razón, se mencionan las principales propiedades del material poliestireno expandido, específicamente las que resultan de interés en el sector de la construcción.



El Poliestireno Expandido, como material para el alivianamiento, se emplea con éxito ya que alrededor del 98% del volumen del material está constituido por aire.

### 3.1.1.1. *Propiedades físico – mecánicas*

#### **- Densidad**

Antes de la expansión, tiene densidad de 765 kg/m<sup>3</sup>. Después de este proceso se dilata hasta conseguir un volumen hasta 50 veces mayor. Las densidades más comunes están en el rango de 10 – 40 kg/m<sup>3</sup> (*Cofre Alvarado, 2003*). Ver Tabla 3.

#### **Tabla 3.**

*Densidad mínima recomendada según su aplicación. Fuente: (Valfi, 2016)*

APLICACIÓN	DENSIDAD MÍNIMA (IRAM 1737)
Paredes de manpostería común	15 kg/m <sup>3</sup>
Techos de tejas	15-20 kg/m <sup>3</sup>
Azoteas	20-25 kg/m <sup>3</sup>
Cielorrasos	15 kg/m <sup>3</sup>
Entrepisos flotantes	13 kg/m <sup>3</sup>
techo invertido	20-25 kg/m <sup>3</sup>

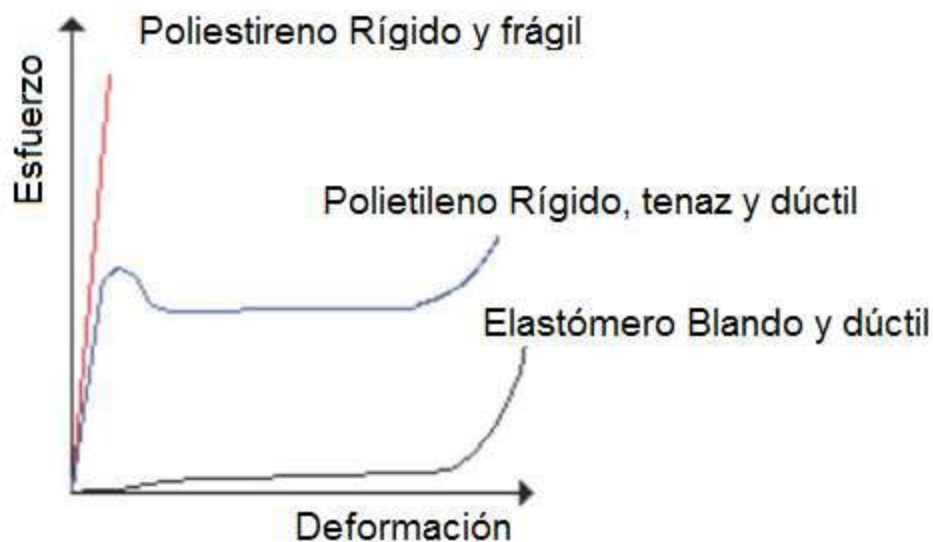
#### **- Tensión por compresión**

Es la principal característica mecánica del material de poliestireno expandido de interés de la construcción. Mientras más baja sea la densidad, tan baja será la tensión por compresión. Los valores están en rangos de 65-250 kPa. Además, influye la edad, temperatura y la forma del elemento.

La tensión por compresión se ensaya con cubos de 50 mm de lado, se aplica fuerza y se registran en función al grado de deformación (*Cofre Alvarado, 2003*).

#### **- Rango elástico**

El Poliestireno Expandido permite las deformaciones unidireccionales entre 1% - 1,5%, dentro del rango elástico, es decir, el material tiene un comportamiento lineal y elástico. El valor de deformación plástica va en el orden del 60 - 70%, generando un rango elástico lineal hasta deformaciones del 10% y un comportamiento lineal hasta deformaciones del orden del 30%. Las características del poliestireno lo convierten en el mejor de los polímeros. Otros parámetros importantes del material son su módulo de elasticidad y la relación de Poisson que varían según su densidad entre 1.0 - 11.0 MPa, y 0.08 - 0.17, respectivamente. (Cofre Alvarado, 2003).



**Figura 7:** Deformación vs. Esfuerzos del poliestireno. Fuente: (Pozuelo, 2016)

(<https://slideplayer.es/slide/7640681/24/images/33/Pol%C3%ADmeros+Poliestireno+R%C3%ADgido+y+fr%C3%A1gil.jpg>)

### 3.1.1.2. Propiedades higroscópicas

#### - Absorción de agua

Muchos materiales de construcción tienen la capacidad de absorber la humedad del medio (higroscópico). El poliestireno expandido, aunque este sumergido en agua, absorbe una pequeña cantidad de humedad. La absorción de agua es mínima alrededor entre 1 y 3% (Anape, 2016). Pero, es recomendable evitar que los elementos de poliestireno expandido permanezcan durante tiempos prolongados.

El novedoso material impide la absorción del agua de la mezcla de concreto y en casos puede tener un recubrimiento exterior epóxico. Incluso resiste el tráfico de personal en obra.

#### *3.1.1.3. Comportamiento frente al fuego*

El poliestireno expandido es un polímero con agente expansivo, por tanto, es un material inflamable y combustible. El material comienza a ablandarse lentamente y luego a contraerse con temperaturas sobre los 100 °C. Al aumentar esta temperatura el material se funde.

En losas de concreto armado con bloques de poliestireno expandido, no se produce la combustión del poliestireno expandido, ya que, no hay aporte adecuado de oxígeno (Aape, 2005).

#### *3.1.1.4. Propiedades relativas al ambiente*

El poliestireno expandido tiene las siguientes características (Utilbox SL, 1994):

- El poliestireno expandido es económico tiene 98% de aire.
- El poliestireno expandido no es biodegradable.
- Los productos de poliestireno expandido no son tóxicos, pueden tener contacto con alimentos bajo requerimientos de higiene y seguridad.
- Producto que no tiene peligro para uso cotidiano.

- El pentano es inocuo, agente que se usa para producir el poliestireno expandido. No daña la capa de ozono ni la salud de los seres vivos.

- Totalmente reciclable independientemente de que esté limpio o sucio. El reciclado mecánico llega hasta 5 veces.

### 3.1.1.5. Resumen de las propiedades del material

En la tabla 5, se muestran valores de las principales propiedades del poliestireno expandido para uso en el sector de la construcción, para tres valores diferentes de densidad del material.

**Tabla 4.**

*Propiedades del poliestireno expandido. Fuente: (BASF Plastics, 2016).*

PROPIEDADES	ENSAYO SEGUN	UNIDAD	RESULTADO DEL ENSAYO		
Densidad mínima	DIN 53420	Kg/m <sup>3</sup>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Tensión por compresión con 10% de recalado	ISO 785	kPa	65 - 100	110 - 140	200 - 250
Resistencia a la flexión	DIN 53423	kPa	150 - 230	250 - 310	430 - 490
Resistencia al cizallamiento	DIN 53427	kPa	80 - 130	120 - 170	210 - 260
Resistencia a la tracción	DIN 53430	kPa	160 - 260	230 - 330	380 - 480
Módulo de elasticidad (ensayo de compresión)	DIN 53457	MPa	1.0 - 4.0	3.5 - 4.5	7.5 - 11.0
Coefficiente de dilatación térmica lineal		1/K	(5-7) x 10 <sup>-5</sup>		
Absorción de agua por inmersión (en vol.)	después de 7 días	DIN-EN 12087	%		
	después de 28 días	DIN-EN 12087	%		

### 3.1.2. Ventajas del aligeramiento en las edificaciones

El propósito del aligeramiento con elementos de poliestireno expandido, es el de optimizar los recursos y reducir el costo económico de la construcción manteniendo las condiciones funcionales, estéticas y de seguridad previstas.

El aligeramiento de techos y entrepisos de hormigón armado permite reducir las dimensiones de los elementos que lo resisten (muros, vigas, etc.) y reduciendo su costo económico. Pero ésta no es la única misión del aligeramiento de estructuras ya que también se consiguen una serie de ventajas tecnológicas en diversos aspectos (Anape, 2016) como son:

### ***1. En fase de diseño***

- El aligeramiento del peso propio de techos y entrepisos contribuyen una reducción de la deformación y desplazamiento que es una restricción que establecen límites.

- La disminución del peso propio reduce cargas, lo cual permite el ahorro en el armado en vigas, columnas y cimientos, que es significativo económicamente y aporta una optimización de secciones.

### ***2. En fase de ejecución***

- En disminución de costos en el transporte y la manipulación.

- En disminución de costos en recursos humanos, por la facilidad de manipulación al ser piezas muy ligeras.

- En disminución de cansancio por parte del personal de construcción, ya que son elementos más livianos.

- En disminución de apuntalamientos.

### ***3. Un mejor comportamiento antisísmico***

- Al reducir la masa de la estructura se reduce la fuerza predominante horizontal que genera la aceleración sísmica de la construcción y correspondiente también a la deformación horizontal.

En el Manual ANAPE se comenta: *“El peso propio representa aproximadamente el 50% de la carga total del edificio”*

### **3.2. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ENLUCIDOS DEL CIELO RASO EN LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO**

Entonces en resumen es viable la construcción de la estructura de la losa aligerada con casetones de poliestireno expandido, pero ahora viene la parte compleja de los acabados de los cielos rasos, ya que aquí es donde se encuentran la mayoría de los problemas, tales como costos o los acabados en sí.

A continuación, mostrare los métodos constructivos convencionales que existe en la mano de obra no calificada, o también llamados métodos empíricos:

#### **3.2.1. METODO “A”**

En el método que le llamaremos “A” primero colocan una solución de agua con cemento en relación 4:1 respectivamente, al cielo raso para que el mortero del tarrajeo logre adherencia adecuada y no logre desprenderse

Segundo, el mortero del tarrajeo está compuesto de cemento, arena fina y pegamento flexible en relación a 1:5:0.6 respectivamente, este material que es el pegamento flexible ya está combinado junto con el cemento y arena fina para la mejor trabajabilidad.

Tercero, el procedimiento a tarrajear es similar a la que se conoce, solo que se inicia por imitar al empastado en las pinturas para luego revocar o pañetear el cielo raso, se va pasando una regla larga del tamaño del cielo raso en ambas direcciones, para luego empezar a tapar el resto de huecos que quedan al revocar, se repite este proceso hasta que la superficie quede casi liso sin hueco ni protuberancias, finalmente se pasa una herramienta llamada frotacho por todo el lugar alisando todo corrigiendo huecos y demás en todo el cielo raso.

### **3.2.2. METODO "B"**

El método "B" consiste primero en colocar antes del enlucido una malla galvanizada liviana de 1/2x1/2, con grapas para fijar la dicha malla.

Segundo se le unta el pegamento flexible para cerámicos en toda la zona donde está el poliestireno expandido (casetones de tecnopor), no es necesario el untar por la zona de viguetas del techo ya que estas pueden adherirse fácilmente al mortero del tarrajeo, y esperar más de 12 horas de secado de pegamento flexible, colocado en la zona donde se va a tarrajear.

Tercero, por último se tarraja la zona de la manera como se conoce normalmente, cuidando y midiendo la relación cemento arena fina, se humedece el cielo raso con agua y cemento para una mayor adherencia, luego se pañetea todas las zonas de las viguetas, para luego pasar por los lugares donde se colocó el pegamento flexible, cuidando la humedad ya que, si está saturado de agua, está se desprenderá fácilmente, luego se pasará la regla de aluminio en dos direcciones nivelando la zona, y luego se pasa los frotachos, tapando cada hueco y alisando toda la zona, este proceso se repite hasta que la zona quede totalmente alisado.

### 3.2.3. *METODO "C"*

Este método "C" lo primero que se hace es aplicar pegamento extrafuerte, solo en la zona donde está el poliestireno expandido (tecnopor), no es necesario aplicar en las viguetas ya que estas no van a presentar problemas a la hora de revocar o enlucir el cielo raso, este proceso se hace 24 horas antes de aplicar el mortero.

Segundo, se prepara la zona a enlucir aplicando agua con cemento para ayudar a una mejor adherencia entre el mortero y la losa aligerada con poliestireno expandido, es estos procesos se observarán que la zona donde está el poliestireno expandido no presenta signos de absorción de humedad, ya que de eso consiste el "tecnopor", el método de revocado será de aplicar el mortero de forma de empastado, ya que si se aplica de la manera tradicional, será un poco más complicado, esto se hace por toda la superficie, hasta tapar toda la zona, si el mortero está demasiado húmedo se aplica mortero seco, después se pasa una regla de aluminio en dos direcciones, tratando de nivelar el cielo raso.

Por último, se pasa el frotacho luego se tapa los huecos restantes que queden, para que quede todo el cielo raso alisado

### 3.2.4. *METODO "D"*

Lo primero que se hace en este método "D", es quemar el poliestireno expandido para que quede áspero, este proceso se realiza hasta que el poliestireno expandido, se contraiga de 1 a 1.5 cm

Segundo, se le rocía agua con cemento en toda la zona para la mejor adhesión entre el mortero y el cielo raso, luego se aplica cemento puro en polvo para poder secar un poco la zona y



deje que el mortero se adhiera y no caiga demasiado por el poliestireno expandido. Luego se revoca o pañetea la zona, con mortero casi seco, comenzando por toda la vigueta. En la zona donde se encuentra el poliestireno expandido, se empasta con el mortero ya que si se pañetea este revotará por las mismas propiedades que tiene el poliestireno expandido.

Tercero se pasa una regla de aluminio en ambas direcciones, nivelando la zona del cielo raso, si se desprende parte del pañeteo se debe colocar un empaste de cemento puro para que sirva como adhesión entre el mortero y el poliestireno expandido, por último se pasa un frotacho tapando todos los huecos, nivelando y alisando toda la zona del enlucido del cielo raso.

### **3.2.5. OTROS METODOS**

La empresa MASSAMAIS PERÚ, tiene en su lista un producto de mortero listo usar en los enlucidos que no necesita agua ni aditivos, entre las características que presenta este producto son:

- Cuatro veces más adherente que el mortero para tarrajeo
- No se fisura
- Alta resistencia mecánicas y químicas.
- 30 % mayor flexión, comparados con el sistema tradicional.
- Hidrorepelente.
- Antibacteriano.
- Mayor producción en mano de obra.

- Resistente al fuego. (cumple lo solicitado por la norma A-130)
- Se adhiere al metal, madera y al Poliestireno expandido. (revoco polimérico)
- Resistencia al 100% a las 72 horas de aplicado
- Revestimiento polimérico para piso es 100 % impermeable

Y su rendimiento se detalla a continuación:

18m<sup>2</sup> — espesor = 2 mm

16 m<sup>2</sup> — espesor = 3 a 5 mm

14m<sup>2</sup> — espesor = 6 mm

El método de aplicar este producto es simple, solo se unta el polímero con una plancha de pulir tipo empastando el polímero y dando un nivelado por toda la zona, este proceso se repite hasta tener un excelente acabado.

### **3.2.6. MÉTODO DEL RASTRILLADO**

Este método nuevo que estoy implementando el cual le estoy llamando TÉCNICA DEL RASTRILLADO y del cual se trata esta propuesta, estaré describiendo detalladamente la mejora a los métodos ya antes mencionados, también estaremos comparando tiempo, costo y el resultado del acabado en días posteriores, describiré también los tipos de materiales que se usaron dando una comparación entre todos los métodos y la *técnica del rastrillado*.

Para comenzar daré una breve descripción de la TÉCNICA DEL RASTRILLADO y como se aplica.

La TÉCNICA DEL RASTRILLADO es un método que quiero implementar para el problema del fisurado que existe en los enlucidos de los cielos rasos con poliestireno expandido, ya que en los métodos ya mencionados líneas arriba mencionan como es el proceso, más no mencionan como solucionan el problema del fisuramiento que presenta después del enlucido. La TÉCNICA DEL RASTRILLADO busca encontrar una solución al fisuramiento, se aplica y está dedicado a todas las construcciones que tienen en común las losas que están aligeradas con poliestireno expandido, esta técnica la pusimos en práctica y la aplicamos en obra para el segundo nivel del edificio del GIMNASIO MEGAFORCE, dando un resultado favorecedor y que la aplicamos desde el nivel N°1 hasta el último Nivel.

Los materiales que se usaron en este método llamado: TÉCNICA DEL RASTRILLADO son los convencionales los que se pueden encontrar en cualquier otra ferretería y en nuestro caso ya teníamos esos materiales en obra, estos materiales los nombraré a continuación:

- ✓ ARENA GRUESA
- ✓ CEMENTO
- ✓ AGUA

### *3.2.6.1. PROCEDIMIENTO DE LA TÉCNICA DEL RASTRILLADO*

Viendo todos los métodos antes mencionados se decidió implementar una nueva técnica que nos seas más económica y fácil para este tipo de acabados, también el querer ver unos resultados favorables, se optó por el procedimiento que a continuación mencionaré, si los

resultados salen positivos se implementaría no solo a todo el edificio sino a los futuros acabados, tanto en edificios como en todas las viviendas que cuenten con este tipo de losa aligerada con poliestireno expandido.

Cabe mencionar que este procedimiento de la técnica del rastrillado se ejecutara después del encofrado de la losa aligerada:

#### 1° PASO:

Antes de colocar las bovedillas de poliestireno expandido en las losas aligeradas haremos el método del rastrillado, que consiste en rasgar una cara de las bovedillas formando caneles y dejando una pequeña área donde se asentará la bovedilla al encofrado de la losa (ver figura 8), con una herramienta hechiza que fabricamos en el lugar.



*Figura 8:* Herramienta hechiza para el rasgado de la bovedilla de poliestireno expandido.

*Fuente:* Propia



**Figura 9:** Aplicación de LA TÉCNICA DEL RASTRILLADO de bovedilla de poliestireno expandido

**Fuente:** Propia

## 2° PASO:

Una vez rasgado la bovedilla del poliestireno, se mezclará y untará la zona rasgada con mortero de cemento, arena gruesa en relación de 1:6 hasta enrasar la superficie de la bovedilla, con una llana o raspín se rayará la superficie, ya con mortero, para una mejor adherencia al posterior enlucido del cielo raso, luego se dejará secar por 24 horas todas las bovedillas que se utilizaran en la colocación de la losa aligerada.



*Figura 10:* Colocado del mortero cemento arena gruesa, al ras de la superficie de la bovedilla

*Fuente:* Propia

### 3° PASO:

Se procede a colocar las bovedillas ya secas en todo el encofrado de la losa aligerada, y se procede a techar como en cualquier otra losa. Con este proceso estaremos dejando en óptimas condiciones para una mejor adherencia de los enlucidos de cielo rasos, ya que por debajo el área de poliestireno expandido que sobresale en el cielo raso es mínimo y no habrá los problemas que surgen en los métodos antes mencionados, como la poca adherencia a la hora de revocar el mortero de frente al poliestireno expandido, el usar otros aditivos y que a la larga se fisuran entre otras cosas.



*Figura 11:* Figura de bovedillas de poliestireno expandido ya secas y listas para colocar en el encofrado de la losa aligerada.

**Fuente:** Propia



**Figura 12:** Figura de cómo queda el cielo raso con la técnica del rastrillado, listo para su enlucido de cielo raso.

**Fuente:** Propia

A continuación, veremos los procedimientos de como llegamos a elegir este tipo de método en los enlucidos de cielo raso.



### 3.2.6.2. MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Los métodos de medición a utilizar en este proyecto son pocas ya que es una investigación cuasiexperimental, por lo tanto, utilizare el método científico que se basa en una evaluación permanente que consta de:

- IDEA
- DISEÑO
- EJECUCIÓN
- Y EVALUACIÓN

#### INSTRUMENTOS MEDICIÓN

1. Balanza
2. Dosificación de mortero de concreto
3. Fotos de la investigación
4. Datos estadísticos de la calidad en cada experimento

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Aplicando los conocimientos adquiridos como estudiante de ingeniería civil, a lo largo de mi formación en la Universidad, así como la experiencia que adquiero cada día, obtengo los resultados que a continuación presentare.

Estos resultados son la comparación de todos los métodos convencionales con mi método LA TÉCNICA DEL RASTRILLADO para saber y obtener resultados tanto de costos como de acabados.

Se sabe que:  $1\text{m}^3 = 35.32\text{ p}^3 = 37$  bolsas de 40 kg donde:  $\text{m}^3$  es metro cubico;  $\text{p}^3$  es pie cubico y kg es kilogramo. Entonces sabiendo estas proporciones comenzamos con las pruebas.

### **PRUEBA METODO “A”: CÁLCULO Y COSTO DE LA PRUEBA.**

#### ***LISTA DE INSUMOS A UTILIZAR***

- Arena Fina
- Cemento
- Agua
- Pegamento flexible

#### ***CALCULO DE CANTIDAD DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN POR 1 m<sup>2</sup>***

En la tabla 6, se procedió a calcular la cantidad de materiales a usar, pero solo para 1 metro cuadrado de cielo raso y así tener una solo cantidad a todos los métodos en este informe, entonces:

Calculando 1 m<sup>2</sup> de tarrajeo y espesor de tarrajeo de 1.5cm a 2 cm:

1m x 1m x 0.02m = **0.02 m3** de mortero a usar.

Entonces sabiendo que se usará 0.02 m3 de mortero hacemos los calculos con la relación de materiales que usaremos en este metodo, primero haciendo la conversión de relación pie3 a m3, una vez obtenido este pasaremos a las cantidad que se requiere para llegar al total de 0.02m3 como se ve en la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Tabla de relación de materiales con dosificación 1:5:0.6. Fuente: Propia*

<i>Dosificación de Mortero 1:5:0.6</i>				
<b>INSUMOS</b>	<b>RELACIÓN EN PIE CUBICO (p3)</b>	<b>RELACIÓN EN METRO CUBICO (m3)</b>	<b>PASANDO CANTIDADES A LO REQUERIDO</b>	
CEMENTO	1	0.028	0.003	m3
<b>ARENA FINA</b>	5	0.142	0.015	m3
PEGAMENTO FLEXIBLE	0.6	0.018	0.002	m3
<b>AGUA</b>	34.6 Lt	0.035	0.004	m3
total:		<b>0.188</b>	<b>0.02</b>	m3

Luego en la tabla 7, se buscará el precio de los insumos con valor en el mercado y pasándolos a la relación que obtuvimos en la tabla 6, el precio que se muestra en la tabla 7, nos da a conocer la cantidad y el precio que nos ofrecen en el mercado y sabiendo esto los pasaremos a la misma unidad con el cual estamos trabajando, que es el m3, entonces lo que vemos en la tabla 7 es el precio de los insumos por m3.

**Tabla 7.**

*Tabla de precios e insumos en m3. Fuente: Propia*

MATERIALES	COSTO DE INSUMOS	CANTIDAD EN (kg)	INSUMOS EN m3	
CEMENTO	S/ 29.00	42.5	0.028	m3
<b>ARENA FINA</b>	S/ 6.90	40	0.027	m3
PEGAMENTO FLEXIBLE	S/ 49.90	25	0.016	m3
<b>AGUA</b>	S/ 0.0017	1 Lt	0.001	m3

### RESUMEN DEL COSTO TOTAL POR 1m2 DE ENLUCIDO DE CIELO RASO

Uniendo las tablas 6 y 7, lo que se obtiene es el precio de cada insumo para el uso del enlucido de cielo raso para solo 1m2.

**Tabla 8.**

*Tabla del costo total por m2 de enlucido. Fuente: Propia*

	PRECIO DE INSUMOS
CEMENTO	S/ 3.12
<b>ARENA FINA</b>	S/ 3.85
PEGAMENTO FLEXIBLE	S/ 5.93
<b>AGUA</b>	S/ 0.01
<b>total:</b>	<b>S/ 12.91</b>

*Nota. [El precio es referencial, precio estimado al año 2023]*

### PRUEBA METODO “B”: CÁLCULO Y COSTO DE LA PRUEBA.

#### LISTA DE INSUMOS A UTILIZAR

- Arena Fina
- Cemento

- Agua
- Pegamento flexible
- Malla galvanizada

### ***CALCULO DE CANTIDAD DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN POR 1 m<sup>2</sup>***

Primer paso, calcular la cantidad de materiales a usar, pero solo para 1 metro cuadrado de cielo raso y así tener una solo cantidad a todos los métodos en este informe, entonces:

Calculando 1 m<sup>2</sup> de tarrajeo y espesor de tarrajeo de 1.5cm a 2 cm:

1m x 1m x 0.02m = **0.02 m<sup>3</sup>** de mortero a usar.

Segundo paso, sabiendo que se usará 0.02 m<sup>3</sup> de mortero hacemos los calculos con la relación de materiales que usaremos en este metodo, primero haciendo la conversión de relación pie<sup>3</sup> a m<sup>3</sup>, una vez obtenido este pasaremos a las cantidad que se requiere para llegar al total de 0.02m<sup>3</sup> como se ve en la siguiente tabla 9, este metodo como en el metodo “A” el pegamento flexible esta presente pero en este caso el pegamento se untará de forma pura sin combinar con algún agregado.

#### ***Tabla 9.***

*Tabla de relación de materiales con dosificación 1:5. Fuente: Propia*

<i>Dosificación de Mortero 1:5</i>				
INSUMOS	RELACIÓN EN PIE CUBICO (p3)	RELACIÓN EN METRO CUBICO (m3)	PASANDO CANTIDADES A LO REQUERIDO	
CEMENTO	1	0.028	0.003	m3
<b>ARENA FINA</b>	5	0.142	0.014	m3
PEGAMENTO FLEXIBLE	0.9	0.027	0.003	m3
<b>AGUA</b>	34.6 Lt	0.035	0.004	m3
total:		<b>0.196</b>	<b>0.02</b>	m3

Nota. [La relación del pegamento flexible es de 0.9 ya que en este método se unta el pegamento junto a la malla galvanizada sin ningún otro agregado]

Tercer paso, se buscará el precio de los insumos con valor en el mercado y pasándolos a la relación que obtuvimos en la tabla 9, el precio que se muestra en la tabla 10, nos da a conocer la cantidad y el precio que nos ofrecen en el mercado y sabiendo esto los pasaremos a la misma unidad con el cual estamos trabajando, que es el m3, entonces lo que vemos en la tabla 10 es el precio de los insumos por m3. La malla galvanizada esta presente en la tabla pero su medida ya está en metros cuadrados, por lo cual no necesita una conversión a m3, y solo pasaría de frente a la tabla 11 donde se hace la comparación de precios. Ver tabla 10.

***Tabla 10.***

*Tabla de precios e insumos en m3. Fuente: Propia*

MATERIALES	COSTO DE INSUMOS	CANTIDAD EN (kg)	INSUMOS EN m3	
CEMENTO	S/ 29.00	42.5	0.028	m3
<b>ARENA FINA</b>	S/ 6.90	40	0.027	m3
PEGAMENTO FLEXIBLE	S/ 49.90	25	0.016	m3
<b>MALLA GALVANIZADA DE 1/2" x 1/2"</b>	S/ 5.90	1m		
AGUA	S/ 0.0017	1 Lt	0.001	m3

### **RESUMEN DEL COSTO TOTAL POR 1m2 DE ENLUCIDO DE CIELO RASO**

Uniendo las tablas 9 y 10, lo que se obtiene es el precio de cada insumo para el uso del enlucido de cielo raso para solo 1m2, cabe recalcar que en este método se está agregando la malla galvanizada y este le adiciona más valor al método mencionado.

**Tabla 11.**

*Tabla del costo total por m2 de enlucido. Fuente: Propia*

	PRECIO DE INSUMOS
CEMENTO	S/ 2.99
<b>ARENA FINA</b>	S/ 3.69
PEGAMENTO FLEXIBLE	S/ 8.89
<b>MALLA GALVANIZADA DE 1/2" x 1/2"</b>	S/ 5.90
AGUA	S/ 0.03
<b>total:</b>	<b>S/ 21.51</b>

### **PRUEBA METODO "C": CÁLCULO Y COSTO DE LA PRUEBA.**

#### **LISTA DE INSUMOS A UTILIZAR**

- Arena Fina

- Cemento
- Agua
- Pegamento flexible

### **CALCULO DE CANTIDAD DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN POR 1 m<sup>2</sup>**

Primer paso, calcular la cantidad de materiales a usar, pero solo para 1 metro cuadrado de cielo raso y así tener una solo cantidad a todos los métodos en este informe, entonces:

Calculando 1 m<sup>2</sup> de tarrajeo y espesor de tarrajeo de 1.5cm a 2 cm:

1m x 1m x 0.02m = **0.02 m<sup>3</sup>** de mortero a usar.

Segundo paso, en la tabla 12 veremos la presencia del pegamento flexible pero en este metodo este material se usara untandolo 24 horas antes del enlucido (tarrajeo) en sí, por lo que su relación casi se comparará al metodo "A", así que sabiendo que se usará 0.02 m<sup>3</sup> de mortero hacemos los calculos con la relación de materiales que usaremos en este metodo, primero haciendo la conversión de relación pie<sup>3</sup> a m<sup>3</sup>, una vez obtenido este pasaremos a las cantidad que se requiere para llegar al total de 0.02m<sup>3</sup> como se ve en la tabla 12.

#### ***Tabla 12.***

*Tabla de relación de materiales con dosificación 1:5. Fuente: Propia*



<i>Dosificación de Mortero 1:5</i>				
<b>INSUMOS</b>	<b>RELACIÓN EN PIE CUBICO (p3)</b>	<b>RELACIÓN EN METRO CUBICO (m3)</b>	<b>PASANDO CANTIDADES A LO REQUERIDO</b>	
CEMENTO	1	0.028	0.003	m3
<b>ARENA FINA</b>	5	0.142	0.015	m3
PEGAMENTO FLEXIBLE	0.7	0.019	0.002	m3
<b>AGUA</b>	34.6 Lt	0.035	0.004	m3
total:		<b>0.187</b>	<b>0.02</b>	m3

Tercer paso, se buscará el precio de los insumos con valor en el mercado y pasándolos a la relación que obtuvimos en la tabla 12, el precio que se muestra en la tabla 13, nos da a conocer la cantidad y el precio que nos ofrecen en el mercado y sabiendo esto los pasaremos a la misma unidad con el cual estamos trabajando, que es el m3, entonces lo que vemos en la tabla 13 es el precio de los insumos por m3.

**Tabla 13.**

*Tabla de precios e insumos en m3. Fuente: Propia*

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO DE INSUMOS</b>	<b>CANTIDAD EN (kg)</b>	<b>INSUMOS EN m3</b>	
CEMENTO	S/ 29.00	42.5	0.028	m3
<b>ARENA FINA</b>	S/ 6.90	40	0.027	m3
PEGAMENTO FLEXIBLE	S/ 49.90	25	0.016	m3
<b>AGUA</b>	S/ 0.0017	1 Lt	0.001	m3

## RESUMEN DEL COSTO TOTAL POR 1m2 DE ENLUCIDO DE CIELO RASO

Uniendo las tablas 12 y 13, lo que se obtiene es el precio de cada insumo para el uso del enlucido de cielo raso para solo 1m2. Al precio que sale del total, quizás debemos agregar un

incremento del tiempo que cuesta enlucir con este método ya que hay que esperar 24 horas, después de aplicar el pegamento flexible y antes de su aplicación del mortero del enlucido.

**Tabla 14.**

*Tabla del costo total por m2 de enlucido. Fuente: Propia*

	<b>PRECIO DE INSUMOS</b>
CEMENTO	S/ 3.14
<b>ARENA FINA</b>	S/ 3.87
PEGAMENTO	
FLEXIBLE	S/ 6.86
<b>AGUA</b>	S/ 0.01
<b>total:</b>	<b>S/ 13.87</b>

**PRUEBA METODO “D”: CÁLCULO Y COSTO DE LA PRUEBA.**

**LISTA DE INSUMOS A UTILIZAR**

- Arena Fina
- Cemento
- Agua

**CALCULO DE CANTIDAD DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN POR 1 m2**

Primer paso, calcular la cantidad de materiales a usar, pero solo para 1 metro cuadrado de cielo raso y así tener una solo cantidad a todos los métodos en este informe, entonces:

Calculando 1 m2 de tarrajeo y espesor de tarrajeo de 1.5cm a 2 cm:

1m x 1m x 0.02m = **0.02 m3** de mortero a usar.

Segundo paso, en la tabla 15 sabiendo que se usará 0.02 m3 de mortero hacemos los calculos con la relación de materiales que usaremos en este metodo, primero haciendo la conversión de relación pie3 a m3, una vez obtenido este pasaremos a las cantidad que se requiere para llegar al total de 0.02m3 como se ve en la tabla 15

**Tabla 15.**

*Tabla de relación de materiales con dosificación 1:5. Fuente: Propia*

<i>Dosificación de Mortero 1:5</i>				
INSUMOS	RELACIÓN EN PIE CUBICO (p3)	RELACIÓN EN METRO CUBICO (m3)	PASANDO CANTIDADES A LO REQUERIDO	
CEMENTO	1	0.028	0.005	m3
<b>ARENA FINA</b>	5	0.142	0.023	m3
AGUA	34.6 Lt	0.035	0.005	m3
total:		<b>0.17</b>	<b>0.03</b>	m3

Tercer paso, se buscará el precio de los insumos con valor en el mercado y pasándolos a la relación que obtuvimos en la tabla 15, el precio que se muestra en la tabla 16, nos da a conocer la cantidad y el precio que nos ofrecen en el mercado y sabiendo esto los pasaremos a la misma unidad con el cual estamos trabajando, que es el m3, entonces lo que vemos en la tabla 16 es el precio de los insumos por m3.

**Tabla 16.**

*Tabla de precios e insumos en m3. Fuente: Propia*

MATERIALES	COSTO DE INSUMOS	CANTIDAD EN (kg)	INSUMOS EN m3	
CEMENTO	S/ 29.00	42.5	0.028	m3
ARENA FINA	S/ 6.90	40	0.027	m3
AGUA	S/ 0.0017	1 Lt	0.001	m3

### **RESUMEN DEL COSTO TOTAL POR 1m2 DE ENLUCIDO DE CIELO RASO**

Uniendo las tablas 15 y 16, lo que se obtiene es el precio de cada insumo para el uso del enlucido de cielo raso para solo 1m2. En esta tabla 17 veremos que el precio es más barato que en los otros métodos, pero como mencionamos en como es el proceso de este método, veremos que es altamente riesgoso, ya que esta incluye el utilizar fuego para poder quemar o derretir parte del poliestireno expandido para que el enlucido o tarrajeo pueda adherirse.

#### **Tabla 17.**

*Tabla del costo total por m2 de enlucido. Fuente: Propia*

	PRECIO DE INSUMOS
CEMENTO	S/ 4.83
ARENA FINA	S/ 5.96
AGUA	S/ 0.01
<b>total:</b>	<b>S/ 10.80</b>

### **PRUEBA A OTROS METODO: CÁLCULO Y COSTO DE LA PRUEBA.**

#### **LISTA DE INSUMOS A UTILIZAR**

- Mortero listo para usar MASSAMAIS PERÚ

#### **CALCULO DE CANTIDAD DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN POR 1 m2**

En la tabla 18 el cálculo de esta prueba se sacará de su ficha técnica, que se obtuvo la empresa MASSAMAIS PERÚ, la que nos facilitó para poder sacar un costo beneficio como para poder ver el rendimiento de su producto. Ver tabla 18.

**Tabla 18.**

*Tabla de relación de materiales del mortero MASSA MAIS. Fuente: Propia*

<i>Mortero MASSA MAIS</i>			
INSUMOS	RENDIMIENTO TOTAL (m2)	INSUMO TOTAL (Kg)	RENDIMIENTO POR 1m2
REVOCO BLANCO CIELO RASO	14	40	2.857 Kg

En la tabla 19 que está a continuación, se observará el precio que tiene el producto junto con la cantidad que contiene y así poder hacer la comparación.

**Tabla 19.**

*Tabla de precios e insumos en m3. Fuente: Propia*

MATERIALES	PRECIO DE INSUMO	INSUMO TOTAL (Kg)
REVOCO BLANCO CIELO RASO	S/ 214.2	40

**RESUMEN DEL COSTO TOTAL POR 1m2 DE ENLUCIDO DE CIELO RASO**

Uniendo las dos tablas 18 y 19 se podrá ver el costo que tiene este producto por 1 m2 de enlucido de cielo raso, el cual no salió muy caro pero su aplicación debía de requerir de su mismo personal calificado. Así que el costo podría ser mucho más de la que está contemplando. Ver tabla 20.

**Tabla 20.**

Tabla del costo total por m2 de enlucido. Fuente: Propia

	PRECIO DE INSUMOS
REVOCO BLANCO	
CIELO RASO	S/ 15.30
<b>total:</b>	<b>S/ 15.30</b>

## PRUEBA "METODO DEL RASTRILLADO": CÁLCULO Y COSTO DE LA PRUEBA.

### LISTA DE INSUMOS A UTILIZAR

- Cemento
- Agua
- Arena Gruesa
- Arena Fina
- Pegamento Extrafuerte

### CALCULO DE CANTIDAD DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN POR 1 m2

En el método que estamos ofreciendo lo separaremos en dos partes para su posterior análisis y comparación total de precio. Primero veremos el mortero para el relleno de los casetones como se explicó en la elaboración del METODO DEL RASTRILLADO.

### MORTERO PARA RELLENO DE CASETONES (1m2)

Para el saber el cálculo del relleno de los casetones tendremos que tener medidas para 1 m<sup>2</sup> de losa aligerada con poliestireno expandido, para el área a usar entrara, tenemos que saber cuánto mide un casetón de poliestireno expandido, sus dimensiones son 0.3 de ancho por 1.2 de largo por 0.15 de altura, por lo tanto, solo usaremos nosotros 0.8m de ancho de casetones por 1 metro de largo, ya que los 0.2 m para completar 1 m de ancho es ocupado por las viguetas. Ahora de este 0.8 m de ancho se usará solo 0.55 m para el relleno, el resto es los bordes que encajaran en los encofrados de las losas. La profundidad de rastrillado que hacemos es de solo 1.5 cm o 0.015 m. Entonces teniendo las medidas de 0.55 x 1 x 0.015 m se puede sacar el volumen. El resultado es de 0.00825 m<sup>3</sup> que se tiene que usar en el relleno de los casetones de poliestireno expandido. Usando esa información en la tabla 21 veremos la relación y la cantidad a usar para el mortero del relleno de los casetones.

**Tabla 21.**

*Tabla de relación de materiales con dosificación 1:5:0.4. Fuente: Propia*

<i>Dosificación de Mortero 1:5:0.4 para RELLENO DE CASETONES</i>				
<b>INSUMOS</b>	<b>RELACIÓN EN PIE CUBICO (p3)</b>	<b>RELACIÓN EN METRO CUBICO (m3)</b>	<b>PASANDO CANTIDADES A LO REQUERIDO</b>	
CEMENTO	1	0.028	0.001	m3
<b>ARENA GRUESA</b>	6	0.170	0.006	m3
PEGAMENTO EXTRAFUERTE	0.4	0.011	0.000	m3
<b>AGUA</b>	34.6 Lt	0.035	0.001	m3
<b>total:</b>		<b>0.210</b>	<b>0.008</b>	m3

Luego veremos el cálculo de los precios de los insumos a usar en los rellenos como se muestra la tabla 22 a continuación.

**Tabla 22.**

*Tabla de precios e insumos en m3. Fuente: Propia*

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO DE INSUMOS</b>	<b>CANTIDAD EN (kg)</b>	<b>INSUMOS EN m3</b>	
CEMENTO	S/ 29.00	42.5	0.028	m3
<b>ARENA FINA</b>	S/ 6.90	40	0.027	m3
PEGAMENTO EXTRAFUERTE	S/ 35.00	25	0.016	m3
<b>AGUA</b>	S/ 0.0017	1 Lt	0.001	m3

### RESUMEN DEL RELLENO DE CASETONES

El precio mostrado en la tabla 23, es del relleno de los casetones mencionado en los cálculos de las tablas 21 y 22.

**Tabla 23.**

*Tabla del costo total por m2 del relleno de los casetones. Fuente: Propia*

	<b>PRECIO DE INSUMOS</b>
CEMENTO	S/ 1.12
<b>ARENA FINA</b>	S/ 1.66
PEGAMENTO EXTRAFUERTE	S/ 0.95
<b>AGUA</b>	S/ 0.00
<b>total:</b>	<b>S/ 3.72</b>

### MORTERO PARA EL ENLUCIDO (1m2)

En la tabla 24, calcularemos la cantidad de materiales a usar, pero solo para 1 metro cuadrado de cielo raso, como en las anteriores tablas, usaremos la misma forma para calcular entonces:



Calculando 1 m<sup>2</sup> de tarrajeo y espesor de tarrajeo de 1.5cm a 2 cm:

1m x 1m x 0.02m = **0.02 m<sup>3</sup>** de mortero a usar

**Tabla 24.**

*Tabla de relación de materiales con dosificación 1:5. Fuente: Propia*

<i>Dosificación de Mortero 1:5 para ENLUCIDO (TARRAJEO)</i>				
INSUMOS	RELACIÓN EN PIE CUBICO (p3)	RELACIÓN EN METRO CUBICO (m3)	PASANDO CANTIDADES A LO REQUERIDO	
CEMENTO	1	0.028	0.003	m3
<b>ARENA GRUESA</b>	5	0.142	0.016	m3
AGUA	34.6 Lt	0.035	0.004	m3
total:		<b>0.170</b>	<b>0.02</b>	m3

Luego en la tabla 25, se buscará el precio de los insumos con valor en el mercado y pasándolos a la relación que obtuvimos en la tabla 24, el precio que se muestra en la tabla 25, nos da a conocer la cantidad y el precio que nos ofrecen en el mercado y sabiendo esto los pasaremos a la misma unidad con el cual estamos trabajando, que es el m<sup>3</sup>, entonces lo que vemos en la tabla 25 es el precio de los insumos por m<sup>3</sup>.

**Tabla 25.**

*Tabla de precios e insumos en m<sup>3</sup>. Fuente: Propia*

MATERIALES	COSTO DE INSUMOS	CANTIDAD EN (kg)	INSUMOS EN m3	
CEMENTO	S/ 29.00	42.5	0.028	m3
<b>ARENA FINA</b>	S/ 6.90	40	0.027	m3
AGUA	S/ 0.0017	1 Lt	0.001	m3

RESUMEN DEL PRECIO DEL ENLUCIDO

Esta tabla 26, seria en costo de un tarrajeo normal por 1 m<sup>2</sup> como en cualquier vivienda convencional.

**Tabla 26.**

*Tabla del costo total por m<sup>2</sup> de enlucido. Fuente: Propia*

	<b>PRECIO DE INSUMOS</b>
CEMENTO	S/ 3.37
<b>ARENA FINA</b>	S/ 4.15
AGUA	S/ 0.01
<b>total:</b>	<b>S/ 7.53</b>

**RESUMEN DEL COSTO TOTAL POR 1m<sup>2</sup> DE ENLUCIDO DE CIELO RASO CON EL METODO DEL RASTRILLADO.**

Juntando las tablas 23 y 26, podremos decir que el precio final de elaborar o decidirse por el método del rastrillado costaría el precio de **S/ 11.25** que, comparando con todos los métodos, este representa al 52% con respecto al precio más elevado de entre todos los ya mencionados anteriormente

**RESUMEN TOTAL DE TODOS LOS METODOS MENCIONADOS**

**ANTERIORMENTE**

La tabla 27 que a continuación veremos es el resumen total con el total de todos los precios y en la que se observará que el método más económico es el método “D” pero como se mencionó, este trae un gran peligro en cuanto a su elaboración, también vemos que el método “B” es el método más caro ya que este incluye la malla galvanizada y acrecienta el costo en cuanto a su elaboración, el método del rastrillado que viendo que no es el más caro ni el más

barato este representa al 48% mas barato con respecto al método mas caro, como ya se menciona anteriormente.

**Tabla 27.**

*Cuadro de resumen de gastos en enlucido por m2. Fuente: (Propia).*

<b>METODO</b>	<b>PRECIO</b>
METODO "A":	<b>S/ 12.91</b>
METODO "B":	<b>S/ 21.51</b>
METODO "C":	<b>S/ 13.87</b>
METODO "D":	<b>S/ 10.80</b>
OTRO METODO:	<b>S/ 15.30</b>
METODO DEL RASTRILLADO:	<b>S/ 11.25</b>

### CONCLUSIONES

Las conclusiones en el presente trabajo de investigación de suficiencia profesional, cumpliendo los objetivos que se propuso, son la siguiente:

En el primer objetivo específico, que trataba sobre las diferencias entre la implementación de “La técnica del rastrillado” y las técnicas convencionales en enlucidos de poliestireno con respecto al costo y viendo la tabla 27, se concluye que “La técnica del rastrillado” tiene un 22% más barato que el promedio de los métodos y solo 2% más caro que el método más barato, pero recalando siempre que el método más barato es muy peligroso debido a que se usa el fuego en su elaboración, por lo tanto El método del Rastrillado es la más segura y confiable que los otros métodos, esta confiabilidad es tanto para los dueños como para el personal que hace el trabajo.

El segundo objetivo que mencioné, identificar las diferencias que existen entre la implementación de "La técnica del rastrillado" y las técnicas convencionales en enlucidos de poliestireno con respecto al acabado, se concluye que en los métodos "A", "B", "C" y "D" pasados los días se observaba la presencia de pequeños cuarteos o fisuras superficiales, que no comprometen a la estructura, representando un 70% en un área de 1 m<sup>2</sup>, estas fisuras solo aparecen en el área donde se ubicaba los casetones de poliestireno expandido, sin que sea comprometido la vigueta de las losas aligeradas, pero si dejando una duda en los mismos propietarios.

En la técnica del rastrillado, se concluyó que en relación a su acabado, solo se fisuro un 10% del área de 1 m<sup>2</sup>, en los posteriores días, dando una seguridad al dueño del Gimnasio donde presentamos este método, cabe recalcar que en este método hubo una gran cantidad de perlas de poliestireno expandido que se generó luego de rasgar cada casetón, si bien al inicio no se sabía en que se podría utilizar este material nuevo generado, ya que son residuos y tampoco son biodegradables, observe e investigué que en otro país, empezaron a utilizar este residuo de material (perlas de poliestireno expandido) como un agregado para aligerar los contrapisos, falsos piso, entre otros y que no sea usado estructuralmente.

Si bien se encontró una posible solución al problema de los enlucidos del cielo raso con poliestireno expandido, este no queda exento de su fiabilidad tanto en los dueños como en los maestros, contratistas o ingenieros que quieran aplicar este método, así que este tema estará libre para su posterior investigación hacia un adecuado método de enlucidos para estos tipos de losas aligeradas.

## RECOMENDACIONES

En primera instancia, se recomienda el uso de este método en losas aligeradas con poliestireno expandido en zonas donde el transporte de materiales como los ladrillos de arcilla, son difíciles de llegar al destino de la obra en sí, ya que acarrea el problema de tiempo y costo. Si se hace la comparación de losas aligeradas con ladrillos de arcillas o poliestireno expandido, en el caso de ladrillos de arcilla, su movilización toma tiempo y alto costo, pero su enlucido sale barato, y en el caso de poliestireno expandido, su enlucido sale solo un poco caro, pero su movilización sale más barata y a menor tiempo y adicional a esto el peso que se aligera es bien notable con respecto a los ladrillos de arcilla.

En segunda instancia con respecto a los acabados de las técnicas convencionales de enlucidos y la técnica del rastrillado se recomienda subsanar la fisura que aparecen en los cielos rasos durante la etapa de pintura tapando con imprimante o temple como también la curación al menos por 1 día después de enlucir el cielo raso. Si bien se dijo que el método "D" su costo era el más barato, el procedimiento que se usa, que es la de quemar parte del poliestireno expandido directamente, este desprendería un fuerte olor y por lo tanto se recomienda evitar quemar el poliestireno expandido, debido a que este elemento contiene sustancias tóxicas que al quemarse emiten gases nocivos para la salud.

La tercera instancia que se recomienda sobre los residuos de los casetones llamados perlas de poliestireno expandido, es que estos no se desechen, y por el contrario se reutilicen para los falso pisos o contrapiso ya que estos aligeran más la carga en cada nivel, si se quiere saber más o ahondar más sobre este tema en específico dejare en anexo una publicación de su uso en la construcción civil.

## REFERENCIAS

- Aape. (Marzo de 2005). Asociación Argentina de Poliestireno Expandido. Recuperado el Julio de 2016, de Comportamiento al fuego del Poliestireno Expandido: [www.aape.com.ar](http://www.aape.com.ar)
- Achipex. (2016). Asociación Chilena del Poliestireno Expandido. Recuperado el Julio de 2016, de El poliestireno expandido y la reglamentación térmica en la construcción: [www.achipexag.cl](http://www.achipexag.cl)
- ACI. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) y Comentario (ACI 318RS-14). U.S.A.
- ACI 318RS-14. (2014). Comentario a Requisitos de Reglamento para concreto estructural. U.S.A.
- Anape. (2016). Asociación Nacional de Poliestireno Expandido. Recuperado el 06 de Septiembre de 2016, de [www.anape.es](http://www.anape.es)
- Andimat. (2008). Asociación Nacional de Industrias de materiales Aislantes. Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS). Madrid.
- Antaac, e. a. (Noviembre de 2008). Construcción de Techos Sistema vigueta y bovedilla. Recuperado el Agosto de 2016, de [www.antaac.org.mx](http://www.antaac.org.mx)
- Azqueta, P. E. (Abril de 2006). Asociación Argentina del Poliestireno Expandido- Bloques de Poliestireno Expandido para Forjados. Obtenido de <http://www.aape.com.ar/>
- Basf Plastics. (2016). Informaciones Técnicas Styropor. Recuperado el Mayo de 2016, de [www.plasticsportal.net](http://www.plasticsportal.net)
- Bovedeco. (2016). Aligeramientos sostenibles fabricados a base de poliestireno expandido reciclado. Recuperado el Mayo de 2016, de [www.poraxa.com](http://www.poraxa.com)
- Clarín, S. (29 de Marzo de 2011). *Clarín*. Obtenido de [https://www.clarin.com/arquitectura/problemas-revoques-cielo-rasos\\_0\\_SJgrtVpPQI.html](https://www.clarin.com/arquitectura/problemas-revoques-cielo-rasos_0_SJgrtVpPQI.html)
- Cofre Alvarado, A. (2003). Bovedillas de EPS (Poliestireno Expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas. Universidad Austral de Chile.

- EUMEPS. (2016). European Manufacturers of Expanded Polystyrene. Recuperado el Septiembre de 2016, de [www.eumeps.construction](http://www.eumeps.construction)
- Galindo Cabello, M. (2010). Estudio de un sistema de bloques huecos de poliestireno para la construcción de viviendas. Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile.
- García, M. (26 de Marzo de 2015). Construcción e Ingeniería Civil. Recuperado el Junio de 2016, de [construcviles.blogspot.com](http://construcviles.blogspot.com)
- Grupo Estisol. (2016). Soluciones innovadoras y sustentables. Recuperado el Marzo de 2016, de [grupoestisol.com](http://grupoestisol.com)
- Hernández, E. (2008). Manual de Aplicación de Programa SAP2004 v14 . Csi Caribe.
- Ideal Alambrec. (2016). Catálogo de productos. Recuperado el Septiembre de 2016, de [www.idealalambrec.com](http://www.idealalambrec.com)
- Imsale. (2015). Avances en la construcción. Recuperado el Enero de 2016, de [imsale.wixsite.com/imsale](http://imsale.wixsite.com/imsale)
- Limachi, L. (2014). Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Recuperado el Febrero de 2016, de [www.sencico.gob.pe](http://www.sencico.gob.pe)
- McCormac, J. (2011). Diseño de Concreto Reforzado. México D.F.: Alfaomega.
- Muzquiz, J. (Abril de 1945). Revista de Obras Públicas: Forjado para pisos. Recuperado el Febrero de 2016, de <http://ropdigital.ciccp.es/>
- Muzquiz, J. (Marzo de 1945). Revistas de Obras Públicas: Forjado para pisos. Recuperado el Febrero de 2016, de [ropdigital.ciccp.es](http://ropdigital.ciccp.es)
- NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas no sísmicas. Recuperado el Enero de 2016
- NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de Hormigón Armado. Recuperado el Marzo de 2016
- NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m. Recuperado el Febrero de 2016
- Nilson, A. H. (1999). Diseño de estructuras de concreto (duodécima ed.). Mc Graw Hill.

Pozuelo, J. (2106). Universidad Carlos III de Madrid. Obtenido de Ciencia e Ingeniería de Materiales:

[ocw.uc3m.es](http://ocw.uc3m.es)

Romo Proaño, M. (2008). Temas de hormigón armado. Escuela Politécnica del Ejército.

Sánchez de Guzman, D. (2000). Tecnología y Propiedades. Bogotá.

Sosa Mena, I. (Junio de 2012). Estudio de diferentes aplicaciones del Poliestireno Expandido, EPS, en la construcción de edificaciones en Cuba. Instituto Superior Politécnico José antonio Echeverría, La Habana

Stybenex. (2016). Asociación de fabricantes de materiales de construcción de EPS. Recuperado el Julio de 2016, de EPS en la Ingeniería Civil: [stybenex.nl](http://stybenex.nl)

Sumiseran, S. (1988). Obtenido de [www.molduras.es](http://www.molduras.es)

Utilbox SL. (1994). Poliestireno Expandido. Recuperado el Septiembre de 2016, [www.utilbox.es](http://www.utilbox.es)

Valfi. (2016). Fábrica de Poliestireno Expandido. Recuperado el Agosto de 2016, de [www.valfi.com.ar](http://www.valfi.com.ar)

Vypsa. (2009). Vigueta y Poliestireno. Recuperado el 2016, de Ficha técnica de poliestireno: [vypsa.mx](http://vypsa.mx)



## ANEXOS



### FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de Marzo 2017

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO			
		<b>HUECO 15 RAYA</b>	
<b>USO:</b>		<i>Ladrillo para techos y entrepisos aligerados.</i>	
<b>MATERIAS PRIMAS:</b>		<b>Unidad</b>	<b>Especificación Interna</b>
<i>Mezcla de arcillas.</i>			<b>Requisitos Normados:</b> NTP. 399.613 NTP. 331.040 RNE. 070
PROPIEDADES FÍSICAS:			
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	7.260 - 7.800
DIMENSIONES:			
	Largo	cm	30.0
			2% 29.4 Mín. 30.6 Máx.
	Ancho	cm	30.0
			2% 29.4 Mín. 30.6 Máx.
	Alto	cm	15.0
			2% 14.7 Mín. 15.3 Máx.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 22.0
ÁREA DE VACÍOS		%	71 - 75
ALABEO		mm	< 4.0
DENSIDAD		g/cm <sup>3</sup>	1.90 - 2.00
EFLORESCENCIA		-	No presenta
RENDIMIENTO		Und/m <sup>2</sup>	9
PROPIEDADES MECÁNICAS:			
RESISTENCIA A LA FLEXO-TRACCIÓN		Kg/cm <sup>2</sup>	> 2.0
			Mín. 2.0

Nota:

Ladrillo utilizado para la construcción de losas en techos transitables, que requieren gran aislación térmica y acústica, con una mayor área de agarre para el tarrajeo gracias a su acanalado diseño.



Oficina: República de Panamá 3563 5to. Piso - of. 501, Telf.: (0511) 422-2468 / Fax: (0511) 440-2675

Planta: Panamericana Norte, Altura Km. 30.5 - Carabaylo, Telf.: (0511) 660-2808 / (0511) 660-2805 Fax: (0511) 660-2805 anexo 22

[www.ladillospiramide.com](http://www.ladillospiramide.com)



## Catálogo Mallas metálicas



### Malla cuadrada galvanizada 1/2x1/2" - Venta por metro

Prodac 120102



### FICHA TÉCNICA

<b>Despacho 24 horas</b> Sí	<b>Características</b> Malla de alambre galvanizado blando. Electrosoldada en los puntos de cruce. Cuadrados de 1/2". Estructura resistente. Puede tener una gran variedad de aplicaciones.
<b>Garantía</b> 1 Año	<b>Observaciones</b> Uso en el sector agropecuario, para la fabricación de corrales y jaulas, también se utiliza como cercos de protección de viveros forestales y cultivos sujetos a ataques de roedores; en el ámbito de la construcción, sirve para la fabricación de paneles de separación interior. Venta es por metro lineal.
<b>Recomendaciones De Uso</b> Realizar el corte con herramientas adecuadas, como tijeras de cortar metal. Mantener en espacios secos, exentos de humedad, para evitar posible oxidación.	<b>Altura Del Producto</b> 90 cm
<b>Modelo</b> Galv 1/2x1/2" Liv	<b>Tipo de Producto</b> Malla
<b>Ancho Del Producto</b> 100 cm	<b>Sub Tipo de Producto</b> Cuadrada
<b>Material</b> Alambre Galvanizado	<b>Color</b> Plata
<b>Marca</b> Prodac	<b>Advertencia de uso</b> Manipular con equipos de protección personal (guantes) para evitar daños físicos. Mantener alejado de niños y mascotas domésticas.



## Catálogo Pegamentos para pisos



**Pegamento flexible Blanco FX 25kg**  
Celima 131845



### FICHA TÉCNICA

<b>Características</b> Excelente adherencia. Mayor rendimiento. Rápida preparación y aplicación.	<b>Garantía</b> 1 Año
<b>Observaciones</b> Tomar en cuenta el tiempo de almacenamiento, ya que este hace referencia a un tiempo aproximado en el envase original.	<b>Profundidad Del Producto</b> 10.5 cm
<b>Recomendaciones De Uso</b> En ambientes a temperaturas mayores de 25 °C, humedecer ligeramente la superficie antes de instalar y esperar el secado superficial del agua.	<b>Altura Del Producto</b> 49 cm
<b>Modelo</b> Flexible Blanco FX	<b>Tipo de Producto</b> Pegamento
<b>Ancho Del Producto</b> 24.5 cm	<b>Material</b> Otros
<b>Color</b> Blanco	<b>Modo de preparación</b> Debe usarse 250 ml de agua por cada kilo de pegamento, dejar reposar entre 5 a 10 min y aplicar.
<b>Marca</b> Celima	<b>Rendimiento</b> Aproximadamente entre 3.4 a 4 m2 por bolsa, de acuerdo al tipo de revestimiento y superficie.
<b>Peso Del Producto</b> 25 kg	<b>Tiempo de almacenamiento</b> 8 meses
<b>Aplicación</b> Manual	<b>Tipo de instalación</b> Pared/Piso
<b>Advertencia de uso</b> Las superficies deben estar bien niveladas y compactas (sin grietas, ni cajoneos), secas y limpias de agentes externos (polvo, grasa, pintura, desencofrante, etc.). Preparar el pegamento en un recipiente limpio. Prevenir el contacto con los ojos y vías respiratorias.	<b>Presentación</b> Saco



## Pegamento Flexible Blanco

FICHA TECNICA

### DESCRIPCIÓN-CARACTERÍSTICAS

#### Tipo de producto

Pegamento flexible blanco, para el enchape de cerámicos, porcelanatos, piedras pizarra, mármol y granitos en pisos y paredes interiores, exteriores o flexibles (drywall) y Piscinas, especialmente en superficies expuestas a cambios de temperatura y de alto tránsito. Ideal para grandes formatos

#### Aspecto

Polvo de color blanco.

#### Composición

Cemento blanco, resina sintética, áridos silíceos de granulometría compensada y aditivos orgánicos e inorgánicos.

#### Densidad del polvo

1.60 g/cm<sup>3</sup>

#### Contenido de Sólidos

100%

#### Contenido total de compuestos orgánicos volátiles (VOC's)

<50 g/l

#### Presentación

Bolsas de papel de 25 kg.

#### Conservación

6 meses, en envase original cerrado y al abrigo de la humedad.





#### **CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO**

---

##### **Preparación de la Pasta**

5 lts. (aprox.) de agua por bolsa de 25 Kg.

##### **Densidad de la Pasta**

1.65 g/cm<sup>3</sup>

##### **Tiempo de reposo después del amasado**

5 minutos

##### **Vida de la Pasta**

> 2 hs. (aprox.)

##### **Tiempo de puesta en servicio**

24/48 hs. (dependiendo de las condiciones ambientales)

##### **Capacidad de Humectación (N. IRAM 45070)**

> 15 minutos

##### **Tiempo de Corrección (N. IRAM 1758)**

30 minutos

#### **PRESTACIÓN FINAL**

---

##### **Determinación de la Adhesión por Resistencia a la Tracción Inicial (IRAM 45064)**

> 1 Mpa.

##### **Determinación de la Adhesión por Resistencia a la Tracción después de la Inmersión en Agua (IRAM 45064)**

> 1 Mpa.



**Tiempo abierto (IRAM 45069)**  
0,5 Mpa. - 25 minutos

**Determinación de la Adhesión por Resistencia a la Tracción después del envejecimiento por calor (IRAM 45064)**

> 1 Mpa.

**Determinación de la Adhesión por Resistencia a la Tracción después de 25 ciclos de envejecimiento y deshielo (IRAM 45064):**

> 1 Mpa

#### **MODO DE USO**

---

##### **Preparación del soporte**

Sanear las partes disgregables.

Comprobar la nivelación del soporte con una regla de 2m de longitud. Las desviaciones deben ser inferiores a 5mm.

##### **Procedimiento para el enchape**

Amasar weber.col flexible blanco con agua limpia hasta obtener una pasta homogénea y dejar reposar 5 minutos.

Extender el pegamento no superando paños de 1 m<sup>2</sup> sobre el soporte con raspín N<sup>o</sup> 12

Extender también pegamento sobre la pieza a colocar con la parte lisa del raspín

Proceder al enchape de la pieza ejerciendo una fuerte presión pareja sobre toda la

superficie del porcelanato (utilizar maza de goma) para un correcto asentamiento.

Dejar al menos 3mm de junta entre piezas y 1cm en los perímetros que quedarán debajo de los zócalos)

Dejar transcurrir 48hs. de secado como mínimo, para el fraguado. Utilizar fraguas de la gama weber.color plus

Aplicar la fragua con consistencia pastosa con la ayuda de una espátula de goma.

Limpiar el exceso de material a los 30/60 minutos de la aplicación con un trapo o espátula de plástico.

Realizar una limpieza final de obra.



#### Aplicaciones

Enchape de gres, porcelanato, mármol, piedra natural, con o sin absorción. En pisos y sobre revestimientos interiores y exteriores sin necesidad de retirarlos.

Suelos: de concreto y a base de cemento.

Muros: revoques convencionales, concreto y bloques prefabricados.

Especialmente indicado para la colocación sobre losas expuestas a variaciones de temperatura, alto tránsito y en fachadas

Especial para el enchape en piscinas.

#### Observaciones

En suelos exteriores el soporte deberá presentar una pendiente igual o superior al 1% que permita la evacuación del agua.

Realizar juntas de dilatación por paños de 25 m<sup>2</sup>

#### Recomendaciones

Utilizar siempre mano de obra calificada

Proteger los revestimientos cerámicos de dilataciones y contracciones con un buen tratamiento de juntas.

Durante el enchape evitar la penetración de agua entre el soporte y la pieza.

No aplicar a temperaturas inferiores a 10°C ni superiores a 30°C.

Comprobar la pegajosidad de la pasta extendida previo al enchape

#### Rendimiento

Raspín	Rendimiento por bolsa 25	Consumo
N°8	6 m <sup>2</sup>	4 kg/ m <sup>2</sup>
N°10	5 m <sup>2</sup>	5 kg/ m <sup>2</sup>
N°10 d.e.	3,7 m <sup>2</sup>	7 kg/ m <sup>2</sup>
N°12	4 m <sup>2</sup>	6 kg/ m <sup>2</sup>
N°12 d.e.	3 m <sup>2</sup>	8 kg/ m <sup>2</sup>



#### PRECAUCIONES DE USO

---

Antes de utilizar el producto, consultar la ficha de seguridad.

**NOTA:** Las indicaciones presentes se fundamentan en los conocimientos y experiencias que hemos adquirido, y no se nos podrá oponer cualquier error, inexactitud, omisión, insuficiencia de redacción, que resulte de la evolución tecnológica y de la investigación, entre la fecha de emisión de este documento y la fecha de adquisición. Antes de proceder, el usuario debe realizar cualquier prueba o ensayo que le permita verificar que el producto está adaptado para el uso previsto. Además, todo usuario debe averiguar con el vendedor o el fabricante cualquier investigación técnica, si considera que debe ser precisada, ya sea para el uso normal o específico de nuestro producto. Nuestra garantía se ejerce en el marco de las disposiciones legales y reglamentarias en vigor, así como de las normas profesionales en vigor y conforme a las estipulaciones de nuestras condiciones generales de venta. Los datos que resultan de esta ficha técnica son meramente indicativos y no exhaustivos, así como la información proporcionada verbalmente a través de una llamada telefónica de un prospecto o de un cliente.

Saint-Gobain Morteros S.A.  
Av. San Juan de Dios 279 – 285 Puente Piedra – Lima





CONSTRUCCION Y ACABADOS SAC

## MORTERO-FACIL

### DESCRIPCION

Relleno FORTE-LISTO es un producto aligerado, preparado a base de sulfato cálcico mezclado con aditivos de calidad que le permiten obtener una fuerte adherencia, resistencia y manejabilidad, incrementando significativamente en rendimiento en la aplicación sobre diversas superficies como: TECNOPOR, Ladrillo, King block, etc.

### MODO DE EMPLEO

- **Preparación de la superficie:**  
La superficie que se cubrirá con producto FORTE-LISTO debe ser como mínimo ligeramente rugosa y limpia, (limpiar la superficie de polvo).
- **Preparación del Producto:**  
Mezcla 3 partes de mezcla de FORTE-LISTO por una de agua (3 X 1) como tarrajeo si es solaqueo más diluido en un recipiente limpio coloque el agua necesaria para la cantidad de producto que se estime a utilizar, agite manualmente o con una batidora de baja revolución hasta obtener una mezcla uniforme.
- **Aplicación del producto:**  
Aplicar en una primera capa densa respetando la proporción (3 X 1) con la ayuda de una llana metálica y con una regla repartir uniformemente el producto con el espesor deseado, rinde aproximadamente 1.4 kg/m<sup>2</sup> por una capa de 1 cm.

### VENTAJAS

- Económico
- Buena trabajabilidad
- Propiedades térmicas, acústicas

**CONTACTO VENTAS : 989032658 – 923761384**

MAIL: [aaquije@massamais.com.pe](mailto:aaquije@massamais.com.pe)

Dirección : Calle Génova 929 Urb. La Achirana - Santa Anita

- No sufre retracción al secado
- Se adhiere con mucha facilidad
- Solo se mezcla con agua
- Fácil maniobrabilidad
- Menos desperdicio y suciedad

### CARACTERISTICAS TECNICAS

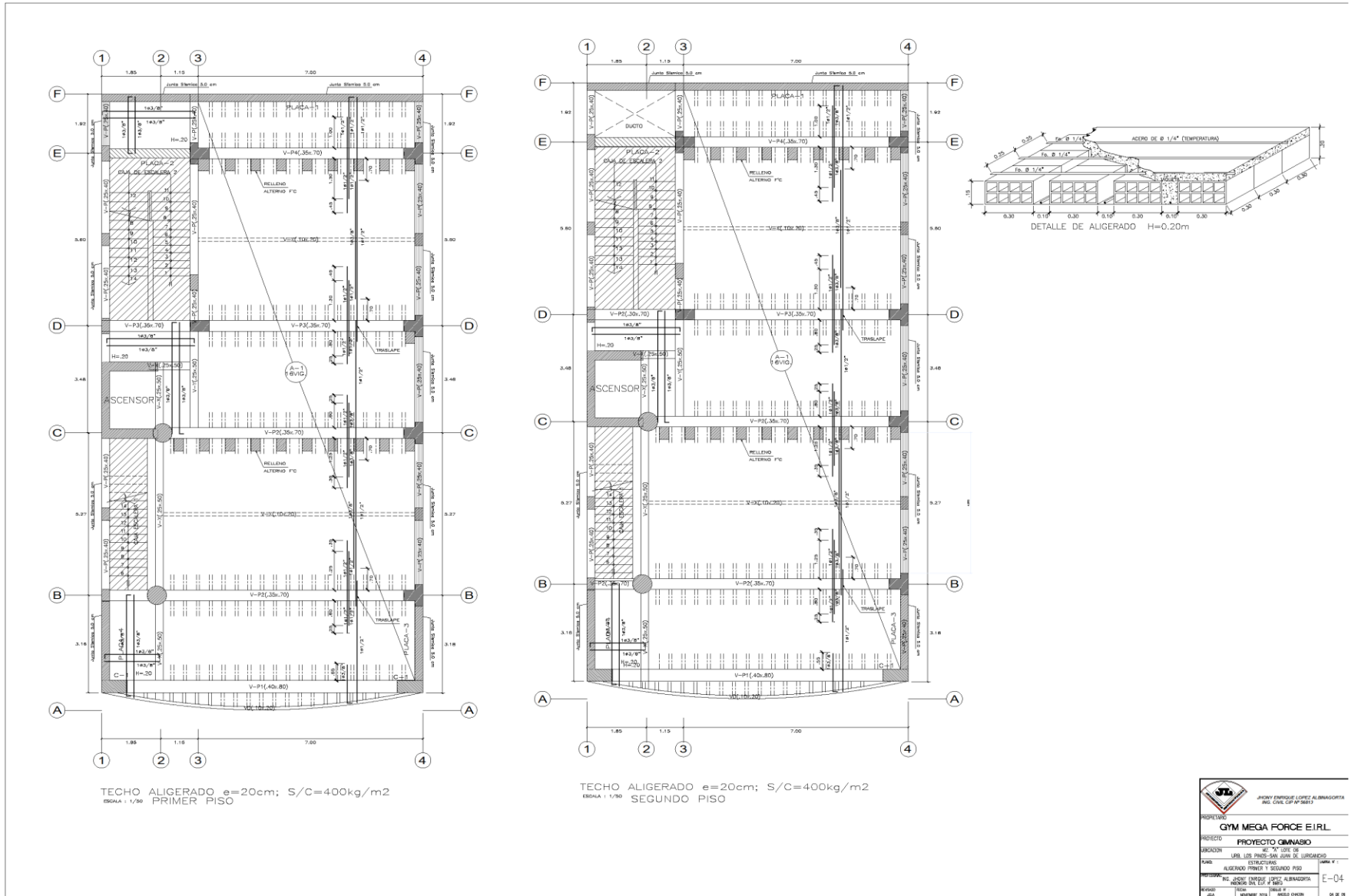
Espesor min - max.	2 mm – 5 cm
Reacción al fuego	A1
Temperatura min de trabajo	10°
Resistencia a la compresión a 28 días	Mayor a 2N/mm <sup>2</sup>
Tracción	(N/mm <sup>2</sup> )1,37
Tiempo de manejabilidad	30 a 40 min
rendimiento	1.4 m <sup>2</sup> por cm de espesor
Relación FORTE LISTO - agua	Por bolsa de 25 Kg 8.3 de agua (3 X 1)
Tiempo de secado	Aprox. 5 días para empastar (según clima)

### MEDIDAS DE SEGURIDAD

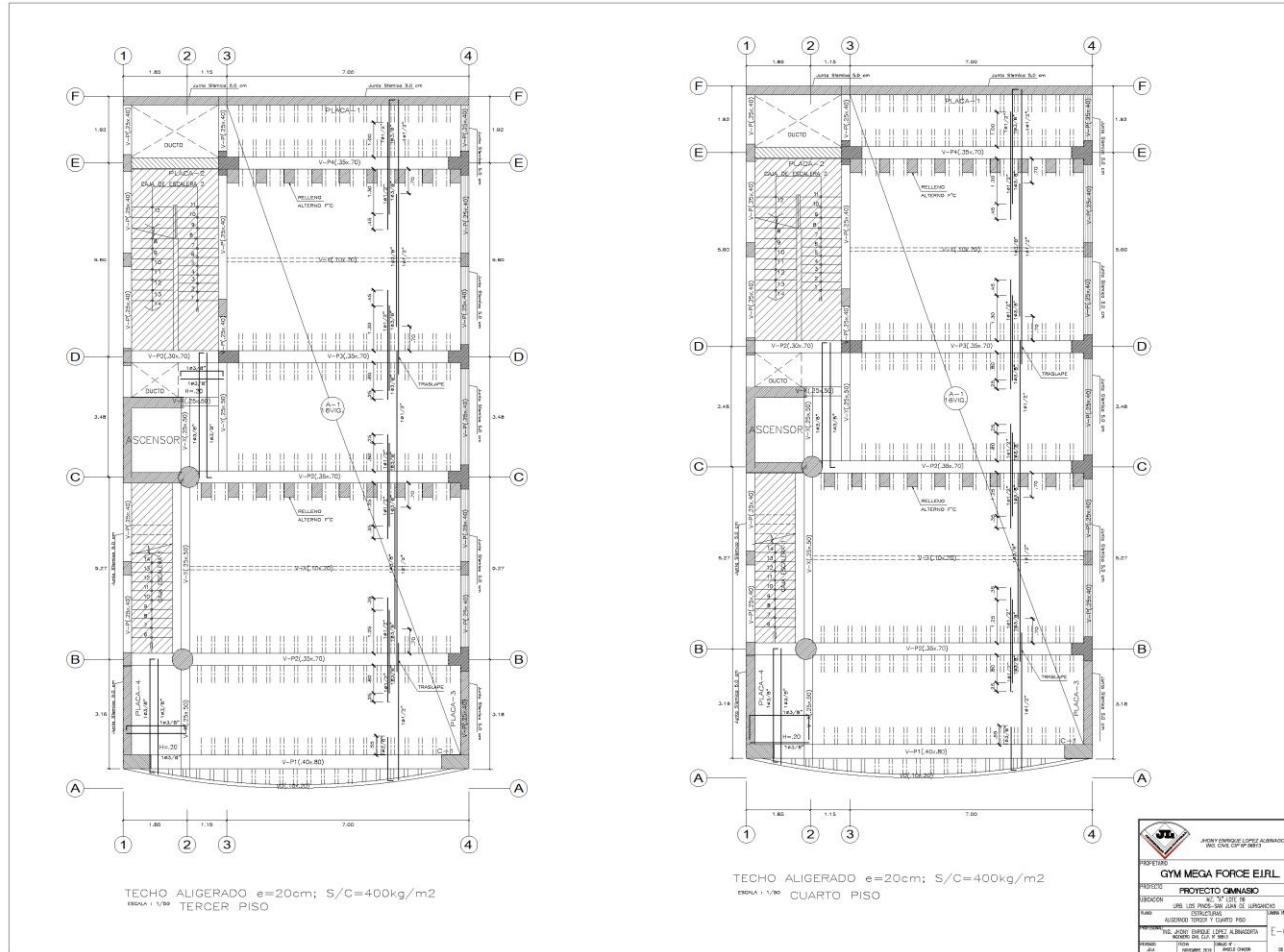
- Mantener fuera del alcance de los niños.
- Hacer uso de EPP como guantes, gafas de protección, respirador en proceso de preparación.
- En caso de contacto con los ojos use abundante agua.

### ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

- Conservar en lugar seco y sobre estibas, protegido de la interperie.
- Al movilizar en vehículos tiene que ir protegido de la lluvia.
- Tiempo de almacenamiento (6 meses).



JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ ALBAÑARDITA ING. CIVIL CIP N° 5813	
PROYECTO:	<b>GYM MEGA FORCE E.I.R.L.</b>
REVISÓ:	<b>PROYECTO OMNIBUS</b>
DISEÑÓ:	USP LOS POTOSÍ-SAN JUAN DE LURIGANCHA
HAZ:	ESTUDIOS
PROYECTO:	ALBERGADO PRIMER Y SEGUNDO PISO
PROYECTADO POR:	ING. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ ALBAÑARDITA INGENIERO CIVIL CIP N° 5813
PROYECTO:	E-04
PROYECTO:	INGENIERO CIVIL
PROYECTO:	INGENIERO CIVIL





*Figura 13. Edificio de gimnasio MEGA FORCE construido con losa aligerada de poliestireno expandido en San Juan de Lurigancho-Lima.*



*Figura 14. Losas aligeradas con bloques de Poliestireno Expandido, construcción de losa nervada en una dirección.*



*Figura 15. Procedimiento constructivo de enlucido de cielorraso del METODO “A”.*



*Figura 16: Procedimiento constructivo de enlucido de cielorraso del METODO “B”.*



*Figura 17: Rasgado de los casetones de poliestireno expandido de 1.5 cm de profundidad*



*Figura 18: Colocación del mortero en los canelos hasta enrasar la superficie del casetón*



*Figura 19: Vista del encofrado y la colocación de los casetones ya con morteros encima del encofrado.*