



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería  
convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Najarro Gamboa, Alberto Calixto (ORCID: 0000-0002-0438-5660)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**LIMA – PERÚ**

2019

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación  
Se lo dedico a mis padres porque ellos me  
dan la fuerza para seguir adelante y para  
mejorar como persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial a mis padres porque me han brindado su apoyo incondicional, a la escuela profesional de ingeniería civil y mi asesora de desarrollo del proyecto de investigación, gracias a ella se pudo culminar la etapa final de la tesis.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



### Declaratoria de Originalidad del Autor

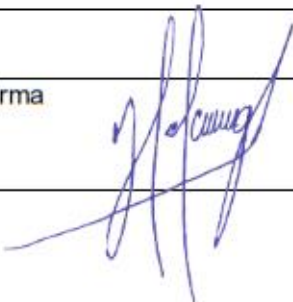
Yo, **NAJARRO GAMBOA, Alberto Calixto** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**"Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019"**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 21 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>NAJARRO GAMBOA, Alberto Calixto</b>	
DNI: 72188767	Firma 
ORCID: 0000-0002-0438-5660	



## ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	19
2.1 Tipo y diseño de investigación	20
2.2 Operacionalización de variables	21
2.3 Población, muestra y muestreo	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	24
2.5 Procedimiento	25
2.6 Método de análisis de datos	26
2.7 Aspectos éticos	26
III. RESULTADOS	29
3.1 Descripción de la zona de estudio	30
3.2 Trabajos Preliminares	31
3.3 Análisis de resultados	59
IV. DISCUSIÓN	62
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS	70
ANEXOS	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de techo $e=8\text{cm}$ .....	11
Tabla N°2: Operacionalización de la variable.....	22
Tabla N°3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
Tabla N°4: Evaluación de la confiabilidad.....	25
Tabla N°5: Magnitud del coeficiente de confiabilidad del instrumento.....	25
Tabla N°6: Área de paños.....	30
Tabla N°7: Área de paños de losa aligerada 1er nivel.....	30
Tabla N°8: Peso de losa aligerada con ladrillo convencional.....	31
Tabla N°9: Peso de losa aligerada con ladrillo compuesto.....	32
Tabla N°10: Momentos máximos y área de acero.....	34
Tabla N°11: Verificación de resistencia al cortante.....	35
Tabla N°12: Deflexiones según el peso aplicado en el ensayo de flexión de losa aligerada con ladrillo convencional.....	37
Tabla N°13: Momentos máximos y área de acero.....	42
Tabla N°14: Verificación de la resistencia al cortante.....	44
Tabla N°15: Flechas máximas.....	45
Tabla N°16: Deflexión según el peso aplicado en el ensayo de flexión de losa aligerada con ladrillo compuesto.....	45
Tabla N°17: Metrado de encofrado para losa aligerada con ladrillo convencional.....	46
Tabla N°18: Metrado de acero para la losa aligerada con ladrillo convencional.....	46
Tabla N°19: Metrado ladrillo convencional por $\text{m}^2$ .....	46
Tabla N°20: Metrado de concreto para losa aligerada con ladrillo convencional.....	47
Tabla N°21: Presupuesto de losa aligerada con ladrillo convencional.....	49
Tabla N°22: Metrado de encofrado de losa aligerada con ladrillo compuesto.....	50
Tabla N°23: Metrado de acero corrugado $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ en losa aligerada con ladrillo convencional .....	50
Tabla N°24: Metrado de ladrillo compuesto por $\text{m}^2$ .....	50
Tabla N°25: Metrado de concreto en losa aligerada con ladrillo compuesto .....	51
Tabla N°26: Presupuesto de la losa aligerada con ladrillo compuesto .....	53
Tabla N°27: Peso de las unidades de albañilería .....	53
Tabla N°28: Peso de losa aligerada por $\text{m}^2$ .....	54
Tabla N°29: Días de habilitación de ladrillo para losa aligerada.....	56
Tabla N°30: Rendimiento de habilitación de ladrillo convencional y compuesto.....	57
Tabla N°31: precios de habilitación de ladrillo convencional y compuesto por $\text{m}^2$ .....	58
Tabla N°32: Comparación del presupuesto de losas aligeradas.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ladrillo compuesto con poliestireno.....	11
Figura 2: del ensayo a flexión de losa aligerada .....	14
Figura 3: Vista de planta de losa aligerada para el ensayo .....	15
Figura 4: Vista en corte de losa aligerada con ladrillo convencional .....	15
Figura 1: Vista en corte de losa aligerada con ladrillo compuesto con poliestireno .....	15
Figura 2: Localización de la edificación Loma Blanca .....	29
Figura 3: Ubicación de la edificación Loma Blanca .....	29
Figura 4: Modelado de losa aligerada con ladrillo convencional en programa safe .....	32
Figura 5: Definición de sección de losa aligerada convencional .....	33
Figura 6: Ilustración 18 Asignación del peso por m <sup>2</sup> del ladrillo convencional.....	33
Figura 7: Diagrama de momentos máximos en las viguetas.....	34
Figura 8: Diagrama de Fuerzas cortantes .....	35
Figura 9: Visualización de las deflexiones de losa aligerada con ladrillo convencional .....	36
Figura 10: Modelado de losa aligerada con ladrillo compuesto en programa safe .....	37
Figura 11: Asignación de restricciones en los apoyos.....	38
Figura 12: Puntos que se aplicaron las restricciones para simular las columnas.....	38
Figura 13: Viga de gran rigidez para realizar la simulación de losa maciza .....	39
Figura 14: Definición de la sección de losa aligerada.....	39
Figura 15: Definición de la sección de columnas como rígido.....	40
Figura 16: visualizar las viguetas de la losa aligerada.....	40
Figura 17: Asignación de viguetas cada 0.40 m desde su eje.....	40
Figura 18: Vista de viguetas realizadas .....	41
Figura 19: Asignación del peso por m <sup>2</sup> del ladrillo compuesto .....	41
Figura 20: Diagrama de momentos máximos en las viguetas.....	42
Figura 21: Diagrama de fuerzas cortantes .....	43
Figura 22: Visualización de las deflexiones en la losa aligerada con ladrillo compuesto .....	44



Figura 23: Diagrama de gantt de la ejecución de losa aligerada con ladrillo convencional....	47
Figura 24: Análisis de precio unitario de encofrado para losa aligerada con ladrillo convencional .....	48
Figura 25: Análisis de precios unitarios de Acero corrugado $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ .....	48
Figura 26: Análisis de precios unitarios de habilitación de ladrillo convencional por $\text{m}^2$ ....	48
Figura 27: Análisis de precios unitarios del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para losa aligerada con ladrillo convencional .....	49
Figura 28: Diagrama de gantt de ejecución de losa aligerada con ladrillo compuesto .....	51
Figura 29: Análisis de precio unitario del encofrado para losa aligerada.....	51
Figura 30: Análisis de precio unitario para acero corrugado $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ .....	52
Figura 31: Análisis de precios unitarios para la habilitación del ladrillo compuesto.....	52
Figura 32: Análisis de precio unitario para el concreto en losa aligerada .....	52
Figura 33: comparación de peso de las unidades de albañilería .....	53
Figura 34: comparación de peso de losas aligeradas por $\text{m}^2$ .....	54
Figura 35: comparación de momento flector de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto .....	55
Figura 36: Comparación de deflexiones de losa aligerada .....	55
Figura 37: Deflexión de losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto, Ensayo.....	56
Figura 38: Comparación de habilitación de ladrillo compuesto y convencional, en días.....	57
Figura 39: Rendimiento de $\text{m}^2$ por día de habilitación de ladrillo convencional y compuesto.	58
Figura 40: Precios de habilitación de ladrillo por $\text{m}^2$ .....	58
Figura 41: Comparación del presupuesto de losas aligeradas.....	59
Figura 42: Significancia de la deflexión de la losa aligerada con el software safe.....	60

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar la resistencia estructural de losas aligeradas con ladrillo convencional y ladrillo utilizado en edificaciones, y determinar cual de estos sistemas es mas eficiente en cuanto a resistencia y productividad. La presente tesis es de enfoque cuantitativo ya que se recolecto y se analizo la informacion obtenida durante el proceso de analisis de resultados, tipo aplicada, de nivel explicativo causal ya que se evaluo la comparacion de resistencia de losas aligeradas , el diseño es experimental, ya que una de las variables a sido manipulado para obtener diversos resultados. El procedimiento que se realizo fue secuencial teniendo como referencia los objetivos especificos, se determino el peso de las losas aligeradas, se hizo el modelamiento en el programa safe para poder obtener los momentos flectores maximos en las viguetas y las deflexiones en las losas aligeradas, tambien se realizo el ensayo a flexión de la losa aligerada con ladrillo convencional y compuesto. Finalmente se calcularon el costo de colocacion de ladrillos, y el costo total de losas aligeradas; y el rendimiento que se determino realizando el tareo al personal. El peso de la losa al aligerada compuesto es menor, reduciéndose el peso propio en 8.85% comparado con la losa aligerada con ladrillo convencional, los momentos flectores varian ligeramente pero el área de acero es el mismo; las deflexionas de las losas varian entre el 2% y 5.4%, los resultados se verificaron que cumplan con los parámetros de flechas máximas de la norma E 020. En el costo se obtiene un beneficio de ahorro 9.10% del precio total de la losa aligerada con ladrillo convencional. La losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto arrojan resultados que varian ligeramente según los porcentajes realizados. El peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto es menor a la convencional, haciendo que las deflexiones y momentos flectores sean menores ya que se reduce el peso propio; sin embargo el area de acero es el mismo, por lo que podemos inferir que la ambas losas aligeradas tienen resistencias similares.

**Palabras clave:** Costos, deflexión, peso de losa, rendimiento, ladrillo convencional.

## **Abstract**

The objective of this test was to evaluate the structural resistance of those lightened with conventional brick and brick used in buildings, and to determine which of these systems is more efficient in terms of strength and productivity. This test has a quantitative approach since the information obtained during the results analysis process, applied type, of causal explanatory level will be collected and analyzed since the comparison of the resistance of the lightened ones will be evaluated, the design is experimental, since that one of the variables has been manipulated to obtain diverse results. The procedure that was carried out was sequential taking as reference the specific objectives, the weight of the lightened ones was determined, the modeling in the safe program was made to be able to obtain the maximum bending moments in the joists and the deflections in the lightened ones, also The flexural test of the lightened slab with conventional and composite brick was performed. Finally, the cost of laying bricks is calculated, and the total cost of lightened ones; and the performance that is determined by performing the task to the staff. The weight of the slab to the lightened compound is lower, reducing the own weight by 8.85% compared to the slab lightened with conventional brick, the bending moments vary slightly the area of steel is the same; the deflections of the slabs vary between 2% and 5.4%, the results verify that they comply with the maximum arrow parameters of the E 020 standard. A cost benefit of 9.10% of the total price of the lightened slab is obtained in the cost conventional brick The lightened slab with conventional brick and composite brick show results that vary slightly according to the percentages. The weight of the slab lightened with composite brick is less than the conventional one, making the deflections and bending moments smaller since the own weight is reduced; however, the steel area is the same, so we can infer that embassies have similar resistance.

**Keywords:** Costs, deflection, slab weight, performance, conventional brick.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las actividades en la construcción civil tienen gran importancia en la economía de todos los países, por lo tanto, las empresas dedicadas al rubro de la construcción están implementando nuevas tecnologías, así como también diversos materiales para la construcción de losas aligeradas.

Antes del uso del sistema de losas aligeradas, la construcción de las losas de concreto eran muchos más pesados, ya que no había herramientas tecnológicas para poder controlar el peso de materiales, gracias a las nuevas tecnologías, investigaciones experimentales y cálculos de ingeniería aparecen las losas aligeradas que es un descubrimiento moderno; que nos permite la división entre dos o más pisos en una edificación y a la vez soporta las cargas vivas transmitidas por los seres humanos, muebles móviles y también soportan las cargas muertas que vendría a ser el peso de los elementos estructurales. El ladrillo de arcilla para losa junto con el concreto son los materiales que más se usan en la ejecución de este elemento estructural, en este caso la losa aligerada. En la actualidad se viene sustituyendo el ladrillo de techo por bloques de poliestireno para poder optimizar los trabajos realizados por el personal de obra, y siendo eficaz para la implementación de accesorios como las tuberías de agua y luz.

A principios de 1960 en Noruega el uso del poliestireno se empezó a usar para la construcción de edificaciones, el poliestireno es un material inflamable y siempre debe estar protegido con una capa de recubrimiento en este caso la losa de 5 cm de concreto y el tarrajeo. Las losas con bovedilla de poliestireno, son económicas ya que nos ahorramos mano de obra y material de encofrado, en este sistema de bovedillas se recomienda el uso de viguetas prefabricadas para poder montar las bovedillas.

La losa aligerada es un elemento estructural de concreto armado que van apoyadas en las vigas y columnas, que juntos transmiten cargas hasta las cimentaciones. Este elemento estructural cumple una función muy importante en una obra ya que se encarga de cubrir la parte superior de cada edificación, que para disminuir su peso se colocan materiales como el ladrillo o casetones de poliestireno también llamado "Tecnopor" para aligerar el peso y a la vez nos sirve para el encofrado de las viguetas.

La construcción de losas aligeradas en el Perú es muy utilizada, y es más conveniente en el proceso constructivo, ya que es óptimo en la implementación de las redes de agua y desagüe como también las instalaciones de electricidad, en losa aligera se reduce al máximo la colocación del acero, siendo la losa aligerada una variante económica en comparación con la losa maciza y losas nervadas.

En la ciudad de Lima la construcción informal ha aumentado por la sobrepoblación llevando a esto el autoconstrucción sin un diseño adecuado, supervisión y control de un profesional encargado del área; afectando la estructura de las edificaciones; en la mayoría de ejecuciones de losa aligerada el problema surge en el mal proceso constructivo y materiales que muchas veces no son controlados y no garantizan un sistema estructural de calidad.

La ejecución de losas aligeradas compuestas de poliestireno estirado se viene aplicando en diversas edificaciones en elementos estructurales como placas de concreto.

Durante la ejecución de la losa aligerada del edificio multifamiliar Ubicado en la Calle Loma Blanca 408, se realizó con la combinación de dos materiales diferentes para aligerar las cargas y con el fin de mejorar el proceso constructivo de los acabados como el tarrajeo del cielo raso, esta propuesta de combinación de materiales se hizo ya que anteriormente en la ejecución del primer piso hubo complicaciones al momento de tarrajar el techo, ya que el mortero no se adhería con el poliestireno. Todas las losas de la se componen de ladrillo de medidas de 30x30x8cm y encima una plancha de poliestireno de 30x30x7 cm formando una altura total de 15 cm; que esta combinación de materiales vendría a ser el ladrillo compuesto

La plancha de poliestireno viene desde fábricas en medidas de 1.20 x 2.40 m con espesor de 0.07m, y en el lugar donde se compra el poliestireno se corta a las medidas que en este caso sería de 0.30 x 0.30 m. El proceso constructivo del ladrillo con poliestireno es adherirlo uno sobre otro con pegamento y colocar un peso encima para que en la colocación de estos materiales se queden fijos y no interrumpan el proceso al realizar otras instalaciones como agua, desagüe y tuberías de luz. No es necesario tener desperdicios con el material de poliestireno al instalar las diversas tuberías ya que solo se quitará lo requerido mediante un quemador de balón de gas.

Para el desarrollo de proyecto de investigación, se analizó la losa aligerada comparando los dos materiales y cómo influyen en la resistencia, cuales son los beneficios y también los problemas que podrían afectar en una estructura.

**Antecedentes Internacionales,** (Pungaña Manzano, 2008) **Título** Aplicación del código ACI – 318 – 2008 Para el diseño de losas alivianadas y losas macizas bidireccionales y la implantación de un programa de cálculo. Tesis para la obtención del título de ingeniería civil en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. **Objetivo** Centrarse en la aplicación del código del ACI para el estudio de losas aligeradas usando un programa de información sistemática que favorece y facilita al analizar los elementos estructurales; y colocar el

cambio que ha tenido el código ACI para el diseño de losas aligeradas y losas macizas.

**Conclusiones** Para el estudio de una estructura las cargas para el diseño deben ser de consideración para aumentar y dar mayor seguridad ante eventualidad inesperada como los terremotos o sobrecargas en la estructura. La cuantía de acero de refuerzo en las losas analizada y expuestas a temperaturas moderadas debe ser 0.0018 del área estudiada

(Mera Araneda, 2006) **Título** Losa Nervada Tralix (Diseño y estudio comparativo con losa tradicional de hormigón armado). Tesis para optar el título de ingeniero constructor en la Universidad Austral de Chile. **Objetivo** Comparación entre la losa aligerada de concreto armado y losa tralix, considerando el proceso constructivo, el rendimiento del personal y tiempos al construirse la obra. Determinar las ventajas y desventajas económicas entre la losa tralix y una losa aligerada de concreto armado. La losa se realizará con viguetas prefabricadas y bovedillas de concreto. **Conclusiones** De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se evidencian la ventaja del proceso constructivo ahorrado tiempo en el personal de obra frente a una losa aligerada tradicional. Se ha disminuido acero en la losa tralix, ya que para este sistema solo se necesita la malla de acero en la sobrelosa y los suples de acero para los momentos en las zonas más desfavorables.

(Avecilas Ríos, 2016) **Título** Alternativa Estructural – Constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido. Trabajo de grado previo a la obtención de ingeniería civil en la Universidad de Cuenca - Ecuador. **Objetivo** Dar a conocer soluciones estructurales y proceso constructivo para losas aligeradas con poliestireno expandido en barras para poder disminuir cargas en la losa y reducir su peso, y poder ahorrar tiempo y dinero en el armado de encofrado. Evaluar el desplazamiento y las fuerzas internas, y analizar el análisis estructural de losas. Se determina y se identificara los materiales más usados y principales de la estructura, las ventajas y desventajas del proceso constructivo. **Conclusión** Se determinaron que las losas aligeradas con bovedillas de poliestireno, disminuyen el peso de la estructura y el encofrado; siendo este sistema más factible en relación a otro tipo de losas ya que el resto excede el peso requerido. Cumple para luces de 3.6 metros hasta 4 metros ya que no requiere el uso de mucho material, de ser en caso contrario y las luces en las columnas sean demasiado extensas se tendrá que aumentar el peralte de la losa, aumentando el consumo de los materiales; el poliestireno tiene ventajas de ser un aislante térmico y acústico, aumentando el rendimiento del personal y mayor producción al momento de ejecutar el proceso constructivo.

(González Ayala, 2016) **Título** Estudio de losas aligeradas con la utilización de casetón poliestireno y losa prefabricada en sus condiciones de servicio, costo y estado de límite de resistencia – Guadalajara. **Objetivo** Comparar el sistema constructivo de pre losas y losa aligerada compuesta por tecnopor; explicar y determinar qué sistema se deberá realizar de acuerdo al cálculo que cada obra tiene definida. Se determinará el sistema constructivo más eficaz de acuerdo a los rendimientos, mano de obra y presupuesto. **Conclusión** El uso de las pre losas en el área estudiada producen mejores resultados en cuanto a tiempo de ejecución de obra, material y reducción de mano de obra que repercuten beneficiando en el presupuesto a comparación del sistema de losa tradicional que se realiza con el vaciado de concreto en el lugar.

(Portillo Reynoso, 2009) **Título** Análisis, evaluación y rediseño de losas prefabricadas de concreto armado, aligeradas con poliestireno expandido. Tesis para optar el título de ingeniera civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala – Guatemala. **Objetivo** Realizar el predimensionamiento de losas aligeradas con la capacidad para poder resistir cargas vivas de mínimo 200 kg/m<sup>2</sup>; y realizar el análisis de la estructura para definir el refuerzo de acero que se adecuara a la estructura. **Conclusión** Al no realizarse el recubrimiento adecuado del concreto sobre el acero, las losas presentaban agrietamientos en la mitad del tercio debido a las cargas por flexión; según los ensayos, la segunda losa las deflexiones no cumplieron con el código del ACI ya que la deflexión supero a la permitida.

**Antecedentes Nacionales,** (Barrientos Malpartida, 2018) **Título.** Mejoramiento en tiempo, costos y productividad para la ejecución de una edificación de oficinas usando losas postensadas frente a una losa tradicional. Tesis para optar el título de ingeniera civil en la Universidad Nacional Federico Villareal – Perú. **Objetivo** Mejorar la productividad de la ejecución de una edificación utilizando losas postensadas con adherencias y realizar la comparación frente a una losa tradicional, Se busca mejorar el proceso de planificación y ejecución de losas postensadas utilizando la metodología de Lean construction. **Conclusión** Se concluye que durante la ejecución de losa postensada con adherencia el personal calificado para realizar el proceso constructivo aumento el rendimiento promedio en la partida de encofrado y desencofrado en 10.6 m<sup>2</sup>/día; incremento la partida de habilitación de acero en 98 kg/día; en lo económico, se redujo el 21% de dinero en comparación a una losa tradicional.



(Días Aliaga, 2014) **Título** Análisis comparativo de sistemas y tecnologías aplicadas a la construcción de losas aligeradas. Tesis para optar el título de ingeniera civil en la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú. **Objetivo** Difundir tecnologías que se realizan para la construcción de losas aligeradas, el proceso constructivo, tecnología de materiales, análisis de los costos, así como también los tipos de losa aligerada más usadas en la industria de la construcción. **Conclusión** Se concluye que en la ejecución de losa aligerada se proponen alternativas innovadoras en el proceso constructivo, aplicando diversos elementos estructurales tanto como prefabricados y realizados en obra; en el caso de viguetas pretensadas las luces entre columnas pueden ser hasta 8.50 metros, lo cual permite ambientes mucho más amplios, y en las viguetas prefabricadas las luces son hasta 6 metros.

(Flores Alvarado, 2014) **Título** Análisis comparativo de losa aligerada sistemas: convencional, viguetas prefabricadas firth y pre losas. Tesis para optar el título de ingeniera civil en la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú. **Objetivo** Analizar 3 sistemas de losas aligeradas diferentes, la convencional, con viguetas prefabricadas y pre losas, proponiendo realizarlo en un edificio multifamiliar de una altura de 17 pisos, una azotea y 4 sótanos, repartidos en un total de 92 departamentos. **Conclusión** En el sistema de losa con vigueta prefabricada se ahorra y se optimiza en el encofrado y apuntalamiento de viguetas, los casetones de tecnopor en relación con el ladrillo de techo se economiza un 35 % la conclusión final es que la losa aligerada convencional es la óptima y tiene mejor alcance ya que disminuye tiempo de ejecución de obra.

(Rivera Granados, 2017) **Título** Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016. Tesis para optar el título de ingeniería civil. **Objetivo** Comparar el sistema de losa prefabricada de una losa aligerada para obtener un mejor resultado en el proceso constructivo y la resistencia de la edificación de 6 pisos. Se Calculó la diferencia de peso del sistema prefabricado y la losa convencional. Se determinó el costo para la realización del presupuesto de la edificación y determinar el tiempo en que se ejecutara la obra. **Conclusión** El sistema de losa prefabricada se obtiene un ahorro en el costo, beneficiándose en 9.55% del costo directo, este porcentaje se concluyó ya que se disminuye en 88.68% el costo calculado para el encofrado y un 50% en ahorro de mano de obra; la ventaja más importante del sistema prefabricado de una losa aligerada es reducir los tiempos de

ejecución ya que simplifica el proceso constructivo de una losa aligerada convencional y elimina en gran porcentaje los tiempos muertos.

(Cosinga Pérez, Gomez Del Aguila, 2017) **Titulo** Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla. Tesis para optar el título profesional de ingeniería civil. **Objetivo** Se calculará el precio final de la estructura estudiada empleando el sistema de losa aligerada con poliestireno expandido versus losa aligerada con ladrillo convencional de arcilla, se determinará cada sección de los elementos estructurales, de un edificio empleando los dos tipos de losa. Se calculará el metrado de las partidas del edificio con losa aligerada de poliestireno expandido y losa aligerada convencional. **Conclusión** Las dimensiones de los elementos estructurales no varía al comparar la losa convencional versus la losa de poliestireno expandido. El ahorro de costo en el análisis de costos unitarios de las dos losas aligeradas son parecidas, excepto en la colocación del ladrillo de techo, ya que en la losa de poliestireno se optimiza el proceso constructivo. El metrado es el mismo ya que las secciones de la estructura no se ve afectada.

(Cano Cisneros, 2018) **Titulo** Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018. Tesis para optar el título profesional de ingeniería civil. **Objetivo** Se realizará la comparación de los resultados obtenidos del diseño sismo resistente, de la losa aligerada convencional contra una losa aligerada vigacero en un edificio de cinco niveles; también se va a comparar el peso de cada losa empleando la losa aligerada convencional y vigacero calc. **Conclusión** Según los resultados obtenidos, las edificaciones que se realizan con losa vigacero y tienen una masa menor, las secciones de los elementos estructurales pueden reducirse beneficiando en el ahorro de materiales como concreto y acero; el diseño estructural con losa aligerada convencional la carga es de 300kg/m<sup>2</sup>, y un peso total de 671 toneladas, y la losa aligerada vigacero la carga que soporta es de 170 kg/m<sup>2</sup> y un peso de 555.75 toneladas, siendo una diferencia de peso considerable.

**Artículo Científico**, (Carrillo, Riveros, Llano, 2017) **Titulo** Desarrollo y ensayo de un nuevo molde en acero para fundir losas de concreto con diferentes tamaños. Artículo científico. **Objetivo** Se construirá y se pondrá a analizar diez losas de concreto reforzado con fibras de acero mediante un ensayo experimental a flexión de losa de concreto, se evaluará la dosificación de fibras de acero para realizar la comparación con la losa de

concreto con alambra electro soldado convencional. **Conclusión** Las losas de concreto produjo diferentes niveles de tensión en el encofrado de acero, el método de mayor impacto fue el cubo, pero no causo ningún daño a la geometría original de la losa de concreto; proponiéndose que el encofrado de acero sea reutilizable.

(Trautwein, Gomes, 2018) **Título** Experimental study of solid RC slabs strengthened on the upper surface. Artículo científico **Objetivo** Estudiar cinco losas de concreto armado de dimensiones 4.15m x 4.15m y 7m de espesor, se someterá a pruebas experimentales a flexión para analizar el comportamiento estructural de la losa y se fortalecerá en la parte superior. La losa será simplemente apoyada y tendrá cargas verticales en la superficie superior. **Conclusión** Según la norma NBR 6118/2014 la capa de refuerzo incremento la carga ultima de falla en un 30% realizando la comparación de losas no reforzadas, las losas reforzada cumplieron los desplazamientos mínimos y ninguna de las pruebas experimentales realizadas reflejo desprendimiento generado en la capa de refuerzo.

(Dávila, Crespo, 2015) **Título** Análisis comparativo en losas de cimentación: losas aligeradas mediante bloques de EPS frente a losas macizas. Artículo científico **Objetivo** Implementar una alternativa al proceso tradicional de una losa aligerada, se realizará una comparación de la losa maciza y losa aligerada, también se realizará un análisis mediante un software de estructural la losa con poliestireno expandido. **Conclusión** Se redujo significativamente el volumen de concreto y también la cuantificación de acero, la alternativa de losa aligerada compuesto con poliestireno expandido aumenta su efectividad para luces de longitudes considerables, pero pese a tener ciertas ventajas el proceso constructivo dificultaría la ejecución de la obra.

(Rabanal , Guerrero, Martinez, 2016) **Título** Bending and Shear Experimental Tests and Numerical Analysis of Composite Slabs Made Up of Lightweight Concrete. Artículo científico **Objetivo** Determinar la resistencia estructural mediante ensayos experimentales de la losa armada con concreto de peso ligero y la losa armada con concreto convencional, se determinará el límite de falla debido a la carga que se le coloque; se realizará una simulación mediante un software de un modelamiento de losa con concreto liviano y losa convencional para realizar la prueba de flexión. **Conclusión** Se llegó a la conclusión de que la resistencia de la losa compuesta de concreto ligero, el hormigo armado con fibras, se reduce entre 11% y 25% en comparación de la losa convencional; el principal modo de falla es de cizalla longitudinal para los dos tipos de losas armadas.

(Christin Nainggolan, 2017) **Título** Structural Behavior of Lightweight Bamboo Reinforced Concrete Slab with EPS Infill Panel. Artículo científico **Objetivo** Se ejecutará pruebas experimentales de carga para la losa de concreto reforzado con bambú ligero y con paneles de poliestireno comparándolo con una losa de concreto reforzado con barras de acero, hechas en escala real; y se determinará los tipos de conectores de cizallamiento. **Conclusión** Se llegó a la conclusión que la resistencia a flexión de la losa de concreto reforzado con bambú ligero se redujo alrededor de 6% con respecto a la losa de concreto reforzado de acero y se encontraron ventajas en el peso de aproximadamente 27% respectivamente; finalmente se determinó que el bambú proporciona una mejor ductilidad con respecto al acero.

(Bikçe, Akyol , Resatoglu, 2019 ) **Título** Investigating the effect of solid and lightweight hollow block slabs on construction cost. Artículo científico **Objetivo** Determinar el efecto que tienen las losas de bloques huecos sólidos y losas ligeras en el presupuesto de una edificación. **Conclusión** Se llegó a la conclusión y se confirmó que la losa de bloques huecos livianos en comparación a la losa solida genera una relación de diferencias de costo de 10.49% y 21.93%

(Hyeon-Jong Hwang, Hong-Gun Park, Geon-Ho Hong, 2016) **Título** Time-Dependent Deflection of Slab Affected by Construction Load. Artículo científico **Objetivo** Como objetivo principal tiene la de determinar la desviación o desplazamientos a largo plazo de losas planas desarrollándose con un método numérico creado por los autores; se hizo una variación de las cargas y se redistribuyeron los momentos debido al agrietamiento. **Conclusión** Los desplazamientos realizados a largo plazo se determinaron en el mismo lugar, los resultados mostraron que la deflexión aumento significativamente debido a las cargas que se aplicaron.

(Zhang Jing-Zhou, Li Guo-Qiang, Jiang Jian, 2017) **Título** Modeling structural behavior of reinforced concrete beam–slab substructures subject to side-column loss at large deflections. Artículo científico **Objetivo** Como objetivo principal la de proponer un método para que se pueda determinar la resistencia a la rotura de vigas y losas, incluyendo la eliminación de columnas intermedias a lo largo del perímetro de la zona a estudiar. **Conclusión** En las vigas y losas que se realizó la eliminación de las columnas intermedias del borde de la zona, no se desarrolló sucesivamente la tracción en vigas con grandes

deflexiones, y el momento flector debido a las fuerzas de tracción, no contribuyo para la disipación de energías internas.

(Wang Yong, Guo Wenxuan, Huang Zhaohu, 2016) **Título** Analytical model for predicting the load–deflection curve of post-fire reinforced-concrete slab. Artículo científico **Objetivo** Se realizará 2 ensayos de losa de concreto armado reforzado, sin estar soportando el fuego; para posteriormente explicar los resultados de las curvas de deflexiones debido a las cargas impuestas. **Conclusión** Las losas que se propusieron para el ensayo, se validó con los ensayos, las pruebas y los resultados numéricos, el modelo usado para medir las deflexiones se pueden utilizar para determinar la resistencia residual de losas expuestas al fuego con una precisión razonable.

(Al-Negheimish Abdulaziz, El-Sayed Ahmed, Khanbari Majed, 2015) **Título** Long-term deflection of prestressed SCC hollow core slabs. Artículo científico **Objetivo** Realizar una investigación experimental de seis losas con nucleo vacio pretensado con la técnica de fundición seca y hormigón autocompactante; se realizó la losa de 30cm y 47cm de espesor de la losa. **Conclusión** El desplazamiento de las losas se comparó con los cálculos previstos del módulo efectivo considerando contracción y fluencia según el código del ACI 209; y llegando a deflexiones a largo plazo

**Ladrillo de techo 30 x 30 x 15 (cm)**, El ladrillo de Techo es un elemento no estructural que su función es aligerar el peso de la estructura y también sirve para el encofrado de las viguetas, las alturas del ladrillo pueden variar de acuerdo al diseño de la losa, puede ser de 12cm, 15cm y 20cm.

**Ladrillo 30 x 30 x 8 (cm)**, Este ladrillo tiene dimensiones de 30 x 30 x 8 (cm) que se utilizan para para la losa de viviendas, edificaciones, almacenes u otras instalaciones; cumple con la norma NTP.399.613 que es la norma técnica peruana de unidades de albañilería.

**Tabla 1.** Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de techo  $e=8\text{cm}$

Propiedades Físicas				
Peso: Mínimo - Máximo	Kg	4.300 - 4.600	-	
Dimensiones:	Largo	cm	30.0	2% 29.4 Min 30.6 Max
	Ancho	cm	30.0	2% 29.4 Min 30.6 Max
	Alto	cm	8.0	2% 7.8 Min 8.2 Max
Absorción de agua	%	< 22.0	Max. 22.0	
Area de vacíos	%	68 - 72	-	
Alabeo	mm	< 4.0	Max. 4.0	
Densidad	$\text{g}/\text{cm}^3$	1.90 - 2.00	-	
Eflorescencia	-	No presenta	No presenta	
Rendimiento	$\text{Und}/\text{m}^2$	8.33	8.33	
Propiedades mecánicas				
Resistencia a la flexo-tracción	$\text{Kg}/\text{cm}^2$	> 2.0	Min. 2.0	

Fuente: Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo “Lark”

**Poliestireno expandido,** Es un material plástico espumado que para su producción se utiliza recursos naturales no renovables. La deformación de los productos de poliestireno expandido sometido a cargas como aislamiento perimetral de muro o en losas, es inferior al 10%. El poliestireno expandido tiene una buena capacidad de aislamiento térmico, en frío y calor. De acuerdo a estudios aproximadamente un 98% del volumen es aire y solo un 2% es materia sólida.

**Ladrillo compuesto con poliestireno,** La plancha de 30 x 1.20 x 7 cm de altura del poliestireno se une encima del ladrillo de dimensiones de 30 x 30 x 8 cm de altura, mediante un pegamento que se coloca con una brocha para poder homogenizar el adhesivo, para minimizar el agrietamiento por tensión del poliestireno se recomienda evitar el exceso de adhesivo en la junta. El ladrillo de 8cm de altura ya unido con la plancha de poliestireno viene a ser el ladrillo compuesto.

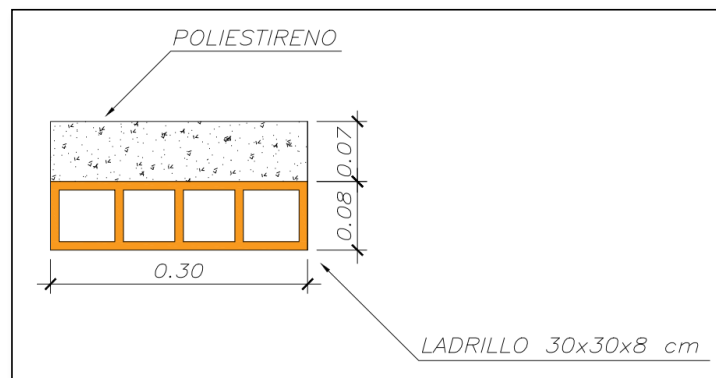


Figura 43 Ladrillo compuesto con poliestireno (Fuente: Elaboración propia)

**Losa aligerada,** La losa aligerada es un elemento estructural de concreto armado que esta compuesto por materiales de construcción, como el ladrillo de techo, acero corrugado y concreto. Su función es transmitir las fuerzas producidas por las cargas vivas y muertas hacia los muros o vigas. El ladrillo de techo se usa para poder reducir el peso de la estructura, así como también sirve como encofrado de las viguetas.

**Carga muerta,** El peso propio de las estructuras, forman parte de las cargas muertas en una edificación. El peso específico de los materiales y los elementos que conforman las estructuras se utiliza para poder determinar la carga ultima y poder realizar el diseño de elementos estructurales.

**Carga muerta,** Son aquellas cargas móviles que no conforme las cargas muertas, en el reglamento nacional de edificaciones, se obtiene la tabla de cargas mínimas repartidas según el uso u ocupación que la edificación requiere, estos datos servirán para poder realizar el metrado de cargas en la edificación y de acuerdo a lo obtenido poder realizar el diseño estructural en una edificación.

**Momentos flectores,** El momento flector en una estructura horizontal es aquel momento de fuerza que se obtiene en la distribución de las tensiones aplicadas por cargas que pueden ser internas como externas, es decir cargas muertas y vivas. La losa aligerada que es un elemento estructural horizontal, registra momentos flectores, debido a que su tendencia a deformarse se debe a la flexión. Con los resultados de momentos flectores se puede determinar el área de acero que entra en las estructuras, por lo tanto, se podrá saber el diámetro de las varillas de acero corrugado.

**Deflexión,** Es la deformación de las estructuras que han sido sometidas a cargas y tienden a flexionarse. Los elementos sometidos a flexión, debe tener un diseño adecuado tomando en cuenta la rigidez, asegurando la resistencia sometida a cargas de servicio. El límite de deflexiones se obtiene en la norma E 020 de Cargas, donde podemos obtener los parámetros de las flechas o deflexiones máximas, en este caso en losas aligeradas.

**Concreto armado,** El concreto armado es una mezcla de agua, cemento para uso estructural, y agregados fino y grueso, depende de los casos se requerirá el uso de aditivos para por cumplir con las especificaciones técnicas y llegar a la resistencia adecuada. El concreto armado es un material moldeable y muy resistente, con propiedades mecánicas que optimizan su buen uso. En el esfuerzo a la compresión y tensión estructuralmente trabaja

bien; pero la resistencia a la tracción es muy reducida, es por ello que es necesario la colocación de acero corrugado que sirve como “casco” o esqueleto de los elementos.

**Acero corrugado,** El acero corrugado es uno de los elementos más importantes durante una edificación, su uso es para el armado de la estructura, los aceros corrugados se venden en varillas de 9 metros de largo, el termino corrugado es porque el acero tiene “corrugas” que permiten mejor la adherencia del concreto con el acero, En el Perú se utilizan varillas de acero grado 60° y con límite de fluencia de 4200kg/cm<sup>2</sup>.

**Esfuerzo a la tracción,** Es el esfuerzo interno al que se somete a un cuerpo mediante dos fuerzas que actúan horizontalmente en sentido opuesto, con tendencia a estirar el elemento sometido. En los elementos estructurales realizados con concreto armado se refuerza con acero ya que el concreto es un material que su trabajo en tracción es muy reducido en la zona de tracción.

**Compresión,** Es el esfuerzo resultante de dos fuerzas que presionan al elemento verticalmente, el elemento sometido tiende a reducirse o sufrir aplastamiento, El concreto funciona bien ante los esfuerzos de compresión.

**Resistencia, rigidez y la resistencia,** rigidez son las características de todas las estructuras, en la resistencia se determinará las cargas que actúan en la estructura, como las cargas vivas y muertas que no deben exceder el límite del esfuerzo. La característica de la rigidez previene que la estructura no se flexione, debiendo calcularse el límite de desplazamiento; no se debe considerar una deflexión excesiva ya que ocasionara que las cargas afecten a las demás estructuras. La rigidez de los elementos estructurales se calcula para poder determinar el análisis sísmico, cuando el elemento horizontal junto con los elementos verticales, en este caso columnas y vigas se unen , tienden a deformarse lateralmente en las mismas proporciones a menos que uno de estos elementos sea más rígido que el otro, en este caso absorberá la carga.

**Simetría de elementos estructurales,** La simetría del elemento estructural es una propiedad geométrica, la norma nacional de edificaciones nos dice que una edificación no puede contener irregularidades en su forma geométrica; el centro de masa de una estructura y el centro de rigidez se debe localizar en el mismo punto, en caso de que no se localice el punto de rigidez y el centro de masa, el movimiento telúrico ocasionará que la estructura realice un giro en la planta estructural llamado torsión. La simetría no solo es referida a la



forma geométrica, sino que también al diseño estructural y a la construcción de la edificación.

**Ensayo experimental a flexión para losa aligerada**, En el ensayo experimental se realizó con las dimensiones de la losa aligerada de 0.90m x 4.80m, con el espesor indicado, estas dimensiones se realizó en la losa aligerada con ladrillo de techo convencional y losa aligerada con ladrillo compuesto con poliestireno; la luz de la losa aligerada con la que se calculó y se realizó el ensayo fue de 4.50 metros, ya que la losa se apoyara en los rodillos de acero, y se retirara 15 cm a los extremos. Guiándonos del reglamento nacional de edificaciones nos indica que máximo de luz para una losa aligerada de espesor de 20 cm es de 5m. La losa se realizará de la siguiente manera: primero se colocarán los ladrillos de techo encima del encofrado para armar la losa; se colocará el acero de temperatura de ¼” en la losa y finalmente se llenará la losa aligerada con concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

La losa aligerada se apoyará en sus lados sobre dos rodillos de acero, mediante la simulación del sistema de apoyo hiperestático que permitirá la redistribución de momentos. Se utilizarán cargas puntuales a los tercios de la losa para alcanzar la flexión máxima, y será posible determinar la curva de comportamiento de la losa, donde se determinará la flexión máxima y la capacidad de carga admisible. Se colocará transductores de desplazamiento lineal en puntos estratégicos para medir la deflexión de la losa y el esfuerzo máximo.

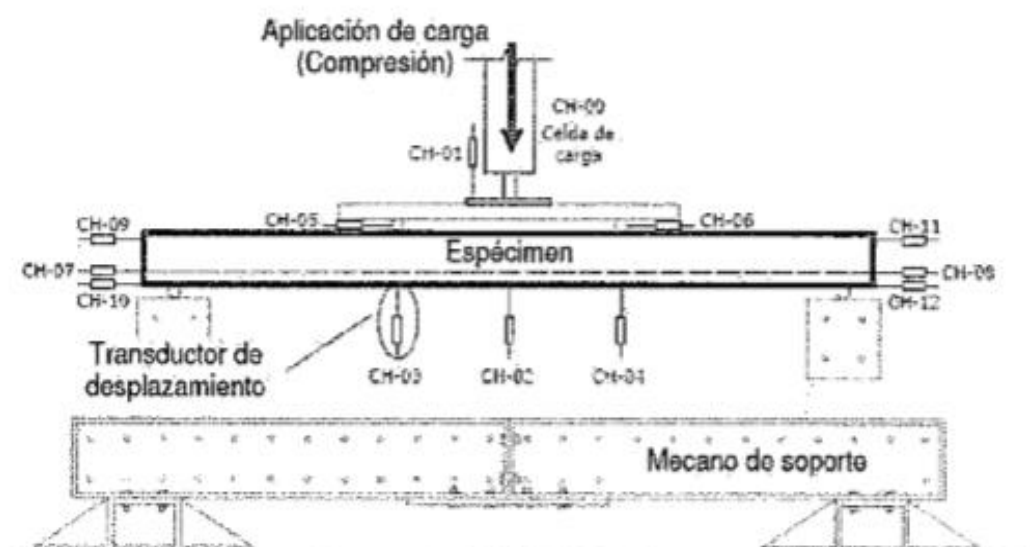


Figura 44 Detalle del ensayo a flexión de losa aligerada (Fuente: CISMID - UNI)

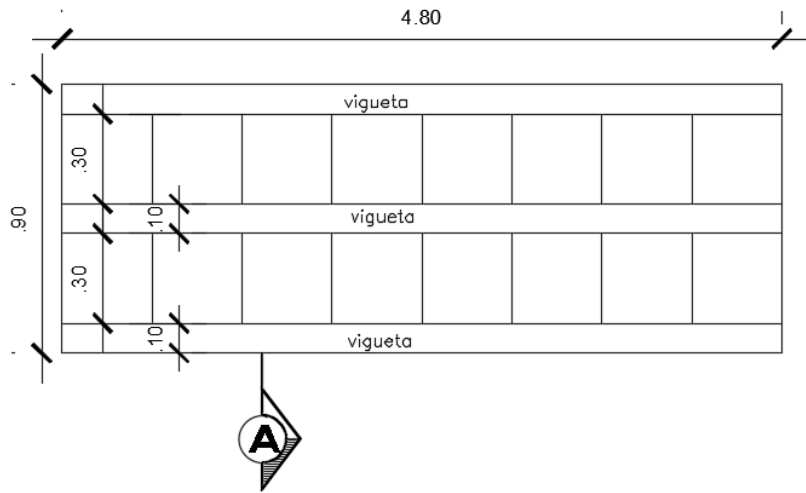


Figura 45 Vista de planta de losa aligerada para el ensayo (Fuente: Elaboración Propia)

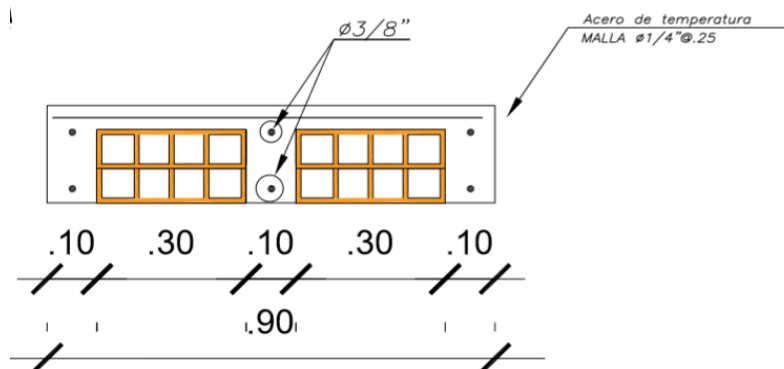


Figura 46 Vista en corte de losa aligerada con ladrillo convencional (Fuente: Elaboración Propia)

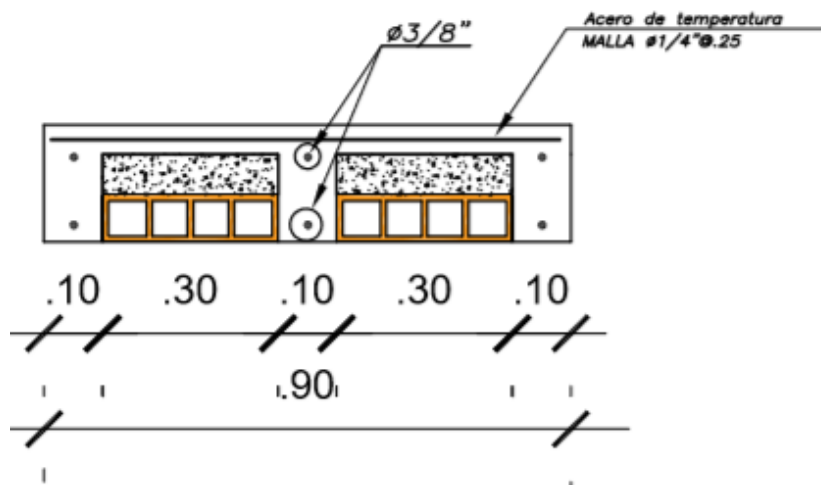


Figura 47 Vista en corte de losa aligerada con ladrillo compuesto con poliestireno (Fuente: Elaboración propia)

**Productividad, Costos y rendimiento,** que conforman la productividad; se realiza para obtener resultados que servirá para poder realizar una comparación y realizar diferencia de los tipos de losa. Para los costos se debe realizar el análisis de precios unitarios por cada partida tomando como referencia la mano de obra, las maquinarias, herramientas manuales y los materiales; el rendimiento indica la proporción de personal para obtener un beneficio.

**SAFE,** El programa de SAFE es un software aplicado para el cálculo y predimensionamiento de losas, en este estudio de investigación se utilizará para el modelamiento de losa aligerada. Se podrá realizar el control de deflexión, momentos flectores máximos y fuerzas cortantes.

**S10 costos y presupuesto,** Este programa tiene registrado una base de datos para la elaboración de presupuestos en base a costos unitarios, para todas las áreas de ingeniería civil.

### **Problema general**

- ¿Cuál es el resultado de la comparación de resistencia de losas aligeradas con ladrillo convencional y ladrillo compuesto?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es el peso de losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones?
- ¿Cuál es la resistencia a flexión de la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones?
- ¿Cuál sería la productividad de realizar la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones?

**Justificación teórica,** Mediante la aplicación de conceptos y teorías relacionadas al tema de losas aligeradas, el presente estudio pretende conocer y determinar el análisis de resistencia comparativa de la losa aligerada con ladrillo convencional y losa aligerada con ladrillo compuesto con poliestireno, dar conclusiones del estudio para medir que elemento es más eficiente para diversos sectores de la población Limeña; este proyecto de investigación, promueve investigaciones a futuro para el diseño experimental de losas aligeradas.

**Justificación económica,** Desde el punto de vista económico, se da a conocer la diferencia de costos tomando como referencia los materiales, el proceso constructivo, el personal que se deberá implementar para dichos trabajos en este caso losas aligeradas, y comparar cuál de las dos losas a estudiar es más eficiente en cuanto a la optimización de recursos económicos y determinar su precio de ambas.

**Justificación práctica,** Según los objetivos de estudio, se podrá conocer la efectividad y la importancia de realizar el análisis comparativo de losas aligeradas de ladrillo convencional y ladrillo compuesto con poliestireno, se recaudará la información necesaria para determinar si permite encontrar ventajas y desventajas de los elementos estructurales a estudiar; así como también ver la factibilidad de los elementos en cuanto a la resistencia.

### **Hipótesis general**

- La resistencia de la losa aligerada con ladrillo convencional frente a cargas verticales es mayor que la losa aligerada con ladrillo compuesto.

### **Hipótesis específicos**

- El peso de la losa aligerada variara significativamente con el uso de ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.
- La resistencia a la flexión de la losa aligerada variara significativamente con el uso del ladrillo convencional y compuesto.
- La productividad cambiara significativamente de acuerdo al uso del ladrillo convención y compuesto utilizado en edificaciones.

### **Objetivo general**

- Analizar la resistencia estructural de las losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto y ladrillo convencional utilizado en edificaciones.
- Determinar la resistencia a la flexión entre la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.

- Calcular la productividad de realizar la losa aligerada con ladrillo convencional y compuesto utilizado en edificaciones.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo y diseño de investigación**

### **Tipo de investigación**

#### **Aplicada**

Para Cívicos y Hernández (2007)

“la investigación aplicada se caracteriza por la forma en que analiza la realidad social y aplica sus descubrimientos en la mejora de estrategias, en el desarrollo y mejoramiento de éstas, lo que permite desarrollar la creatividad e innovar.”

Tomado de la investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica (2009,p.158)

Por lo tanto, podemos inferir que el tipo de investigación del proyecto de investigación es de carácter aplicado, ya que será teórica y experimental; esta investigación nos permitirá generar conocimientos dirigido al sector productivo con la finalidad de ser eficiente y que en el futuro pueda ser mejorado.

### **Diseño de investigación**

Según el autor Santa palella y feliberto Martins, define:

“El diseño experimental es cuando el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. (2010, p. 86)”

La investigación es será de diseño experimental, ya que una de las variables, en este caso la variable independiente será manipulada para poder calcular la resistencia de la losa aligerada. La variable independiente se evaluará de acuerdo a las dimensiones y poder realizar una comparación de resultados.

### **Enfoque**

Según creswell (como se citó en Hernandez, Fernandez y Baptista, 2006, p.6)

“El análisis cuantitativo fragmenta los datos en partes para responder al planteamiento del problema. Los análisis se interpretan según la hipótesis y de teorías relacionadas al tema. la interpretación constituye de como los resultados encajan en el conocimiento existente”

El desarrollo del proyecto de investigación el enfoque es **cuantitativo**, ya que se recolectará y se analizara los datos obtenidos durante el proceso, variables van a ser medidas por medio

de información cuantificada para comprobar la comparación de resistencia de la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto.

### **Nivel de investigación**

Para Alvarado [et al.] (1994, p. 84)

“los estudios explicativos buscan responder por qué sobreviene determinado fenómeno, cuál es la raíz o factor de riesgo asociado, o cuál es la consecuencia de esa causa o factor de riesgo. [...] buscan la correlación entre variables”.

De acuerdo a lo descrito por Alvarado, El proyecto de investigación lo definimos de nivel explicativo causal, ya que se va a comparar dos tipos de losas aligeradas y se determinaran los resultados

## **2.2 Operacionalización de variables**

### **Unidades de Albañilería**

Las unidades de albañilería en losas aligeradas tienen como función de aligerar el peso de las estructuras y sirven como encofrado de las viguetas.

- Ladrillo de convencional.
- Ladrillo compuesto.

### **Resistencia de losa aligerada**

Blanco Blasco sostiene que:

“La losa aligerada son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado. El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independiente y ubicadas exactamente debajo de las viguetas” (Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, p. 15)

De acuerdo a lo citado podemos decir que la losa aligerada es un elemento estructural que su función es de transmitir las cargas hacia los muros y vigas, que van rellenos con material de albañilería (Ladrillos) para amarrar las viguetas.

Universidad Politécnica de Cartagena:

La resistencia es la capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin romperse. Depende de muchos



factores entre los que destacan el material empleado, su geometría y el tipo de unión entre los elementos.

La resistencia estructural se medirá de acuerdo a los ensayos de laboratorio que se someterá la losa aligera con ladrillo compuesto

**Tabla 2.** Operacionalización de la variable

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
Unidades de Albañilería	Las unidades de albañilería en losas aligeradas tienen como función la de aligerar el peso de las estructuras y sirven como encofrado de las viguetas	Las unidades de albañilería que se usaran para el desarrollo del proyecto de investigación será el ladrillo tradicional y la combinación de ladrillo compuesto con poliestireno.	Ladrillo convencional	Dimensiones de las unidades de albañilería	Método: Científico  Enfoque: Cuantitativo
			Ladrillo compuesto	Peso de las unidades de albañilería	
Resistencia de losa aligerada	La resistencia es la capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin romper. Para Blanco Blasco (p. 15): La losa aligerada son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado	La resistencia se medirá de acuerdo a los ensayos de laboratorio que se someterá la losa aligera con ladrillo compuesto y ladrillo convencional.	Peso de losa aligerada (Norma E 020)	Metrado de Cargas Materiales	Tipo: Aplicada  Nivel: Explicativo causal  Diseño: Experimental
			Flexión de losa aligerada	Momentos flectores máximos  Deflexión	Instrumento: - Software Safe - S10 Costos y presupuesto
			Productividad	Costo de colocación de ladrillo  Rendimiento de mano de obra	

Fuente: Elaboración propia

## **2.3 Población, muestra y muestreo**

### **Población**

“Población es el total de los individuos o elementos a quienes se refiere la investigación, es decir, todos los elementos que vamos a estudiar, por ello también se le llama universo. (Hurtado y Toro, 1998, p.79)”.

La población se conformó por las losas de entrepiso del EDIFICIO LOMA BLANCA ubicado en el distrito de Santiago de Surco.

### **Muestra**

Balestrini, indica que:

“una muestra es una parte representativa de una población, cuyas características deben producirse en ella, lo más exactamente posible.” (2006, p.141)

En el desarrollo del proyecto de investigación se tomo como muestra la losa aligerada del primer nivel, ya que según los trabajos previos al realizar el área de losas aligeradas, en el primer nivel se encuentra una mayor área de losa aligerada; y poder realizar la comparación de las unidades de albañilería y determinar la diferencia de resistencia, económicas y determinar si existen ventajas.( Ver anexo 03)

### **Muestreo**

Según (Cuesta, 2009):

"El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo donde las muestras se recogen en un proceso que no brinda a todos los individuos de la población iguales oportunidades de ser seleccionados."

Según (López, 2010):

“Este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras representativas” mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos.”

El muestreo es no probabilístico opinático, ya que las muestras serán elegidas por el autor tomando su propio criterio; ya que las secciones de las losas son aparentemente típicas según las áreas que se determinaron de los entrepisos.

## 2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Técnicas e instrumento de recolección de datos

En las técnicas e instrumentación de datos se realizó la observación experimental y la ficha de recolección de datos que se hizo validar por el juicio de expertos.

**Tabla 3.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>
Observación experimental	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

### Validez

Para Hernández, Fernández y Baptista (1998), sostienen que:

“La validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”

La validez del trabajo de investigación se ha medido con los resultados obtenidos en el programa safe, S10 Costos y Presupuestos y los profesionales expertos que validaron las fichas de recolección de datos del desarrollo de proyecto de investigación (Ver anexo 04)

### Confiabilidad

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), sostienen que:

“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.” (p.200)

En el presente desarrollo del proyecto de investigación, la confiabilidad se medirá por el programa safe, s10 Costos y presupuestos, y el ensayo de flexión de losas aligeradas donde se obtendrán los resultados y se colocarán en las fichas de validación de datos supervisado por los expertos.

**Tabla 4.** *Evaluación de la confiabilidad*

	Coeficiente de confiabilidad
Experto 1	1
Experto 2	1
Experto 3	0.965
Promedio	0.983

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.** *Magnitud del coeficiente de confiabilidad del instrumento*

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002.

De la tabla 5 donde se visualiza el rango y magnitud para el coeficiente de confiabilidad del instrumento, y de la tabla 4 donde se observa los resultados, teniendo como promedio un coeficiente de 0.983 podemos decir que se encuentra en una magnitud muy alta según Ruiz Bolívar.

## **2.5 Procedimiento**

El procedimiento a seguir para el desarrollo será secuencial teniendo como referencia los objetivos específicos y poder realizar la recolección de datos mediante fichas validadas por juicio de expertos

### **Pasos**

Paso 1, determinaremos el peso de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto; para poder realizar la comparación de resultados.

Paso 2, Se realizará el modelamiento en el programa SAFE para calcular las deflexiones, momentos máximos y fuerzas cortantes.

Paso 3, Se realizará los ensayos experimentales de flexión de losa aligerada para poder comparar los resultados de laboratorio con el resultado del programa

Paso 4, Se realizará el análisis de costos para realizar la comparación de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto.

## **2.6 Método de análisis de datos**

En el presente desarrollo del proyecto de investigación, se usará los siguientes programas:

**Excel:** El programa Microsoft Excel, se usará para la elaboración de tablas en los análisis de resultados

**AutoCAD:** El programa AutoCAD, se utilizará para la realización de figuras de elaboración propia y para calcular las áreas de la losa aligerada.

**SAFE:** El programa safe, se utilizara para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, donde se obtendrá los resultados de momentos flectores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

**Ms Project:** Este programa se usará para la elaboración del diagrama de Gantt con la finalidad de determinar la productividad

**S10 Costos y presupuestos:** Este programa se usó para el análisis de precios unitarios de las partidas de la losa aligerada y poder realizar el presupuesto

## **2.7 Aspectos éticos**

Para el progreso del proyecto de tesis se ha recopilado información de diversas tesis relacionadas al tema, libros, revistas, artículos científicos y otras fuentes de información, las cuales serán referenciadas por la norma ISO 690

### **Respeto**

Es un valor importante dentro de nuestra vida personal, laboral y académica, es por eso que los datos obtenidos para las teorías relacionadas al tema, así como también las tablas y figuras han sido citadas correctamente, respetando a los autores, proporcionando información concisa y veraz

**Honestidad**

La honestidad en el desarrollo del proyecto de investigación será de total transparencia en los teorías como también en el análisis de los resultados; así como también en las gráficas mostradas como lo son las tablas y figuras respetando las fuentes.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La población de la zona de estudio son los entresijos de la edificación Loma Blanca 485 ubicada en el distrito de Surco y cuenta con un área total de 160 m<sup>2</sup>.

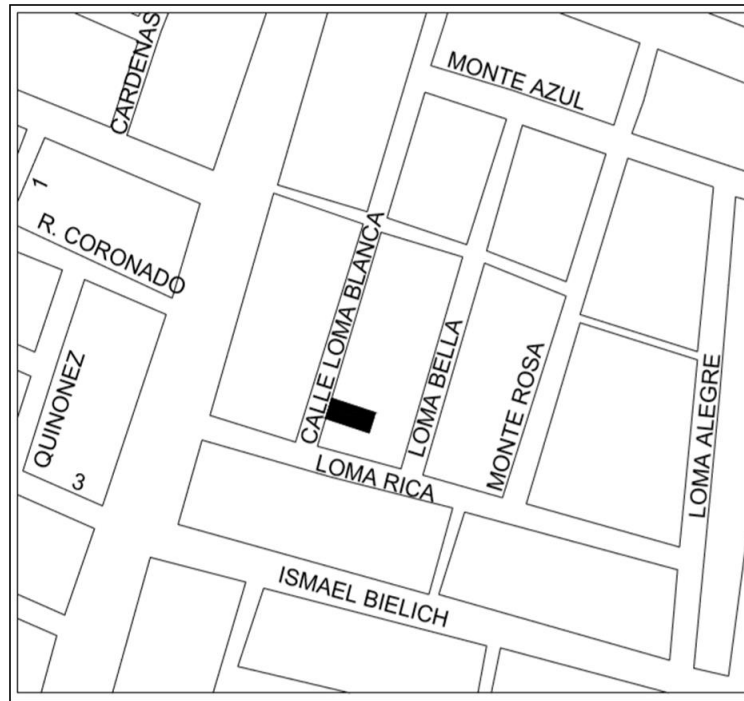


Figura 48 Localización de la edificación Loma Blanca (Fuente: Plano Catastro del Distrito de Surco)

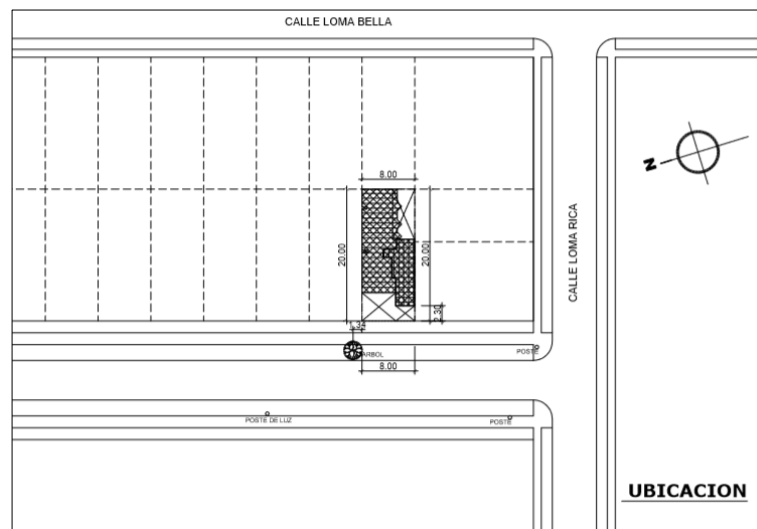


Figura 49 Ubicación de la edificación Loma Blanca (Fuente : Arq. EDDA MARILUZ HUAPAYA VALCARCEL)

El procedimiento consta en determinar la deflexión y los momentos máximos mediante el programa Safe, para poder calcular el área de acero que entrara en las viguetas de la losa aligerada con ladrillo compuesto. Se calculará la diferencia de costos y rendimiento en



realizar la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto mediante el programa S10 costos y presupuestos, para poder determinar la productividad.

En el ensayo de laboratorio nos dará a conocer la deflexión y el esfuerzo máximo a la flexión o rotura, y poder comparar con los datos que se calcularon para poder realizar el ensayo.

### 3.2 TRABAJOS PRELIMINARES

#### ÁREAS DE LA LOSA ALIGERADA

**Tabla 6.** Área de paños

Paños de losa aligerada 1er nivel		
PAÑOS	DIMENSIONES (m)	AREA (m <sup>2</sup> )
P1	4.89 x 4.19	20.489
P2	7.53 x 4.50	33.885
P3	7.53 x 2.67	20.105
ÁREA TOTAL		74.479

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7.** Área de paños de losa aligerada 1er nivel

Paños de niveles típicos		
Paños	Dimensiones (m)	Área (m <sup>2</sup> )
P1	4.89 x 4.04	19.755
P2	4.89 x 4.50	22.005
P3	2.39 x 1.30	3.107
P4	7.53 x 2.67	20.105
P5	4.89 x 1.73	8.45
área total		73.422
Nº de pisos	3	220.266

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.3.1 PESO DE LOSA ALIGERADA

##### a) PESO DE LA LOSA ALIGERADA CON LADRILLO CONVENCIONAL

Peso propio: Concreto + Ladrillo convencional

###### **Peso del concreto:**

Peso específico del concreto =  $2.4 \text{ tn/m}^3$

Losa:  $0.05 \times 0.40 \times 1.00 \times 2.40 = 0.048$

Vigueta:  $0.10 \times 0.20 \times 1.00 \times 2.40 = 0.048$

Peso de losa de concreto:  $0.096 \text{ tn} = 96 \text{ Kg}$

Peso de ladrillo convencional por m<sup>2</sup>:  $8.33 \times 7.8 \text{ kg} = 65 \text{ Kg/m}^2$

###### **Peso de ladrillo convencional:**

Peso del ladrillo convencional =  $7.8 \text{ kg}$

Peso por vigueta =  $(1/0.30) \times 7.8 = 26 \text{ kg}$

###### **Peso de losa de concreto y ladrillo:**

Peso por vigueta =  $96 \text{ kg} + 26 \text{ kg} = 122 \text{ kg}$

Peso por M<sup>2</sup>:  $(1/0.40) \times 122 = 305 \text{ kg/m}^2$

**Tabla 8.** *Peso de losa aligerada con ladrillo convencional*

<b>Espesor de losa</b>	<b>Altura de ladrillo</b>	<b>Peso del ladrillo</b>	<b>Peso del ladrillo por m<sup>2</sup></b>	<b>Peso de losa por m<sup>2</sup></b>
20 cm	15 cm	7.8 kg	65 kg/m <sup>2</sup>	305 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

##### b) PESO DE LA LOSA ALIGERADA CON LADRILLO COMPUESTO

Peso propio: Concreto + Ladrillo compuesto

###### **Peso del concreto concreto:**

Peso específico del concreto =  $2.4 \text{ tn/m}^3$

Losa:  $0.05 \times 0.40 \times 1.00 \times 2.40 = 0.048 \text{ tn}$

Vigueta:  $0.10 \times 0.20 \times 1.00 \times 2.40 = 0.048 \text{ tn}$

Peso de losa de concreto:  $0.096 \text{ tn} = 96 \text{ Kg}$

Peso de ladrillo compuesto por m<sup>2</sup>:  $8.33 \times 4.66 \text{ kg} = 38 \text{ kg/m}^2$

###### **Peso del ladrillo compuesto:**

Peso del ladrillo de  $0.30 \times 0.30 \times 0.08 \text{ (m)} = 4.6 \text{ kg}$

Peso del poliestireno:  $0.30 \times 0.30 \times 0.07 \text{ (m)} = 0.063 \text{ kg}$

Peso total del ladrillo compuesto = 4.663 kg

Peso por vigueta =  $(1/0.30) \times 4.663 = 15.55 \text{ kg}$

**Peso de losa de concreto y ladrillo:**

Peso por vigueta =  $96 \text{ kg} + 15.55 \text{ kg} = 111.55 \text{ kg}$

Peso por M2:  $(1/0.40) \times 111.55 = 278 \text{ kg/m}^2$

**Tabla 9.** *Peso de losa aligerada con ladrillo compuesto*

Espesor de losa	Altura de ladrillo compuesto	Peso del ladrillo compuesto	Peso del ladrillo compuesto por m2	Peso de losa por m2
20 cm	15 cm	4.663 kg	38 kg/m2	278 kg/m2

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOSA ALIGERADA

#### a) Resistencia a flexión de la losa aligerada con ladrillo convencional

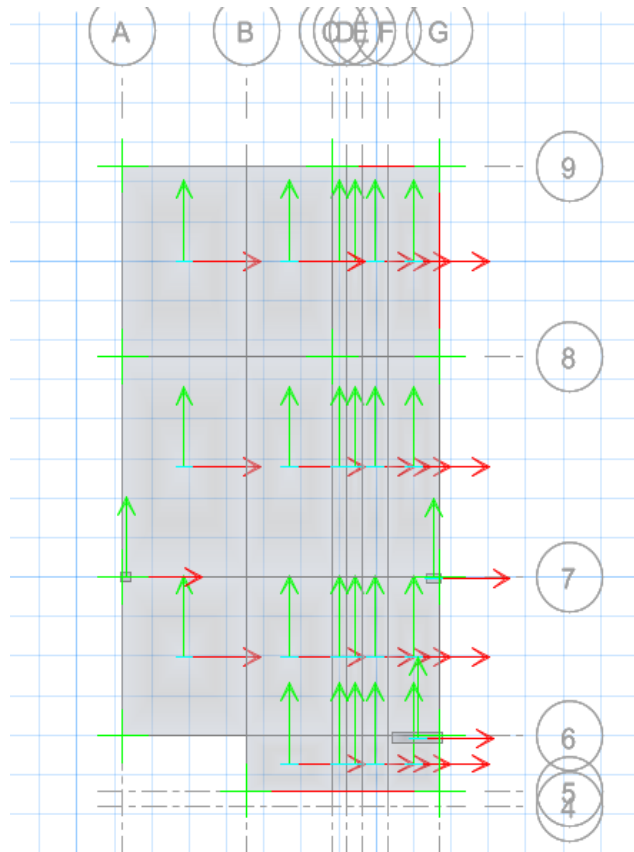


Figura 50 Modelado de losa aligerada con ladrillo convencional en programa safe

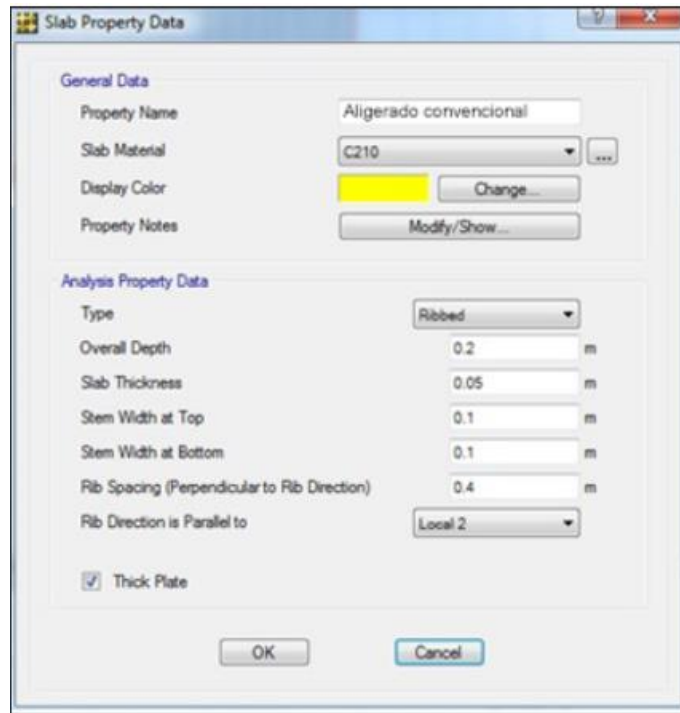


Figura 51 Definición de sección de losa aligerada convencional

Asignación de cargas viva y muerta

Carga muerta:

Peso propio de losa aligerada con ladrillo compuesto:  $305 \text{ Kg/m}^2 = 0.35 \text{ t/m}^2$

Carga Viva:

S/C:  $200 \text{ Kg/m}^2 = 0.2 \text{ t/m}^2$  (NORMA 0.20) (VIVIENDAS)

Resistencia ultima aplicado en el software:

$$1.4(\text{CM}) + 1.7(\text{CV})$$

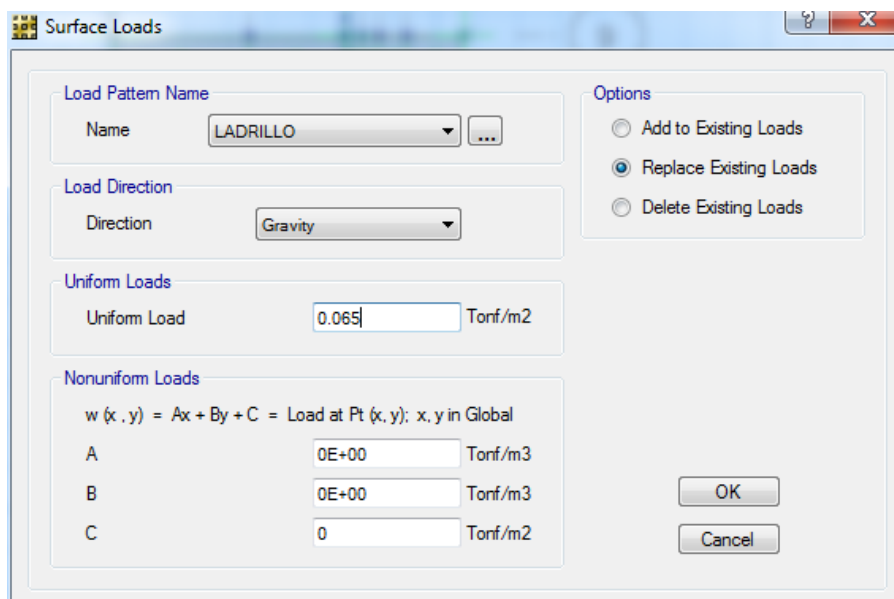


Figura 52 Ilustración 18 Asignación del peso por m<sup>2</sup> del ladrillo convencional

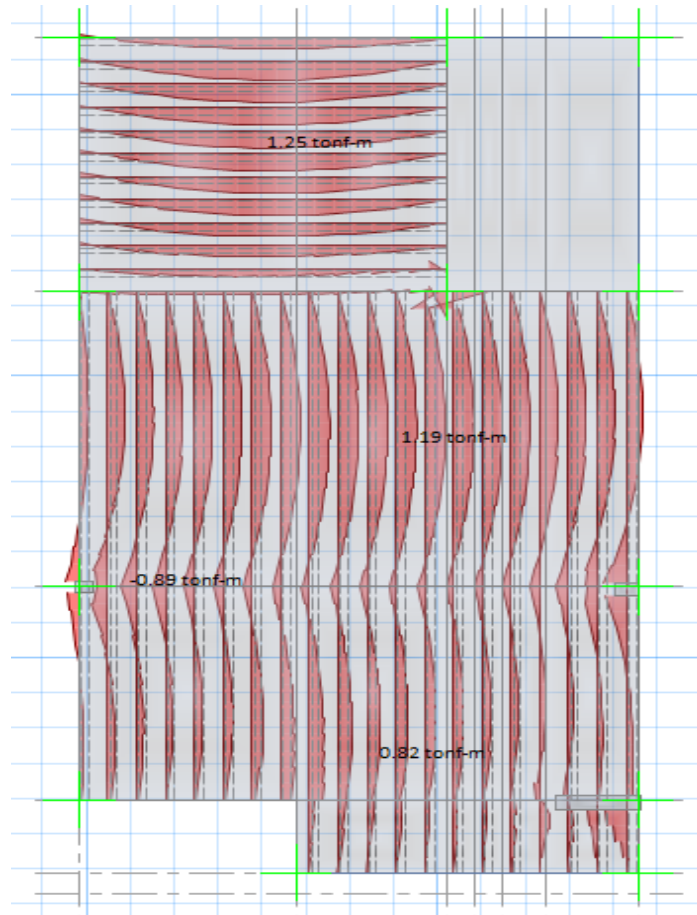


Figura 53 Diagrama de momentos máximos en las viguetas

Fórmulas para hallar el área de acero:

1.  $a = 0.20(d)$
2.  $As = \frac{Mu (100000)}{0.9(fy)(d-\frac{a}{2})}$
3. Verificación de a

$$a = \frac{As(fy)}{0.85(F'c)b}$$

**Tabla 10.** Momentos máximos y área de acero

Momento (Ton.f-m)	Area de acero	Acero segun el area
1.25	2.02	1Φ1/2" + 1Φ3/8"
1.19	1.92	1Φ1/2" + 1Φ3/8"
0.89	1.55	1Φ1/2" + 1Φ3/8"
0.82	1.31	1Φ1/2"

Fuente: Elaborado por el autor

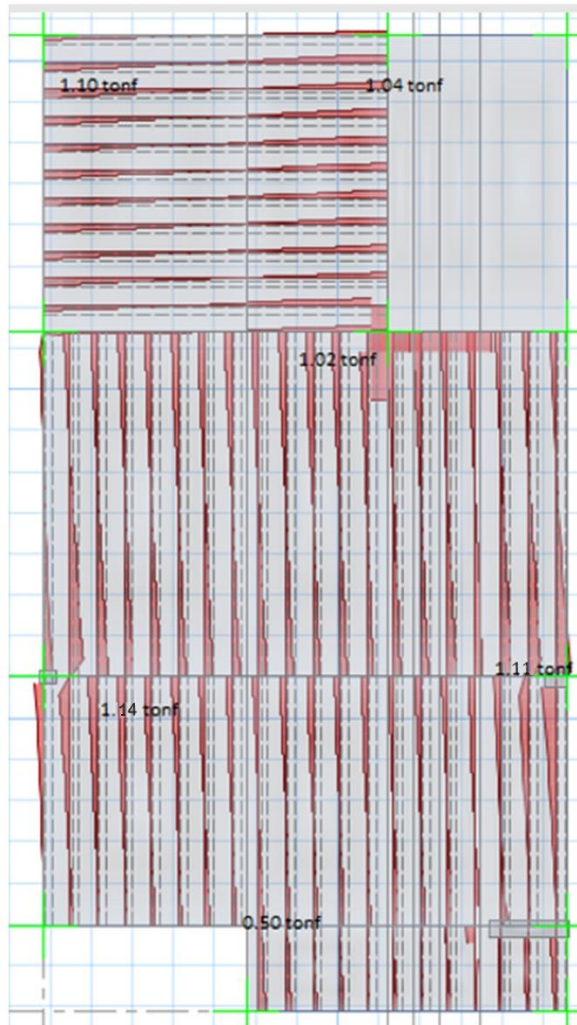


Figura 54 Diagrama de Fuerzas cortantes

Resistencia a la cortante del concreto

$$\phi V_n = 0.75 * 0.53 * \text{raiz}(210) * b * h$$

$$b = 0.10$$

$$h = 0.20$$

$$\phi V_n = 1.15 \text{ ton.}$$

**Tabla 11.** Verificación de resistencia al cortante

N°	Vu	$\phi V_n =$
1	1.1	1.15
2	1.04	1.15
3	1.02	1.15
4	1.14	1.15
5	1.11	1.15
6	0.50	1.15

Fuente: Elaborado por el autor

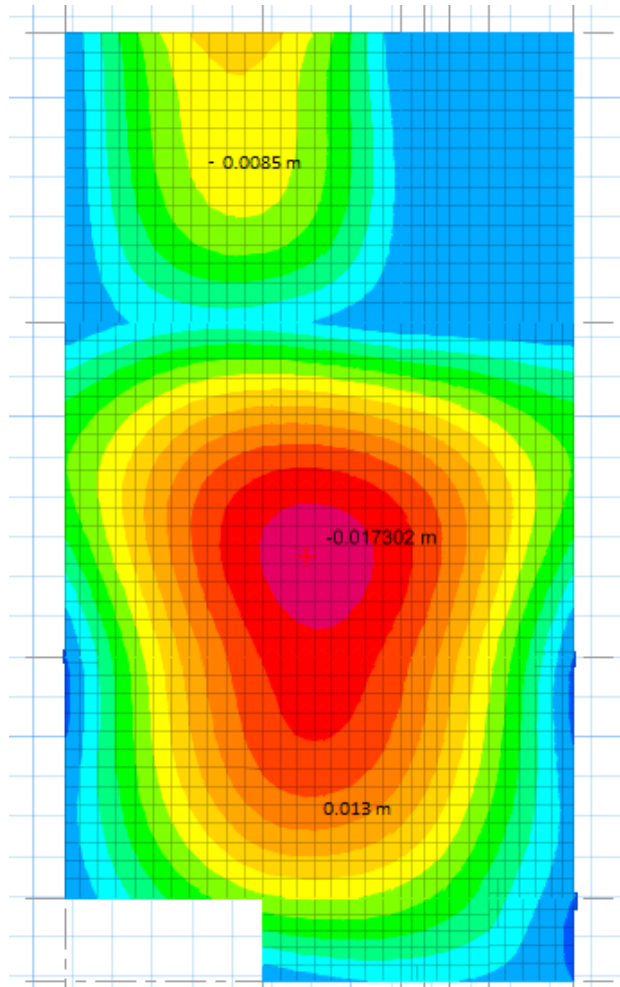


Figura 55 Visualización de las deflexiones de losa aligerada con ladrillo convencional

Verificación De la deflexión

$$\Delta \leq \frac{L}{240}$$

- $0.0085 \leq (4.89/240)$ 
  - $0.0085 \leq 0.020375$
- $0.017302 \leq (4.50/240)$ 
  - $0.017302 \leq 0.018$
- $0.013 \leq (3.37/240)$ 
  - $0.0133 \leq 0.01404$

**Tabla 12.** Deflexiones según el peso aplicado en el ensayo de flexión de losa aligerada con ladrillo convencional

Peso Aplicado (Tonf.)	Deflexión (mm)
3.404	64.12

Fuente: Sacado de los resultados de laboratorio CISMID

**b) Resistencia a flexión de la losa aligerada con ladrillo compuesto**

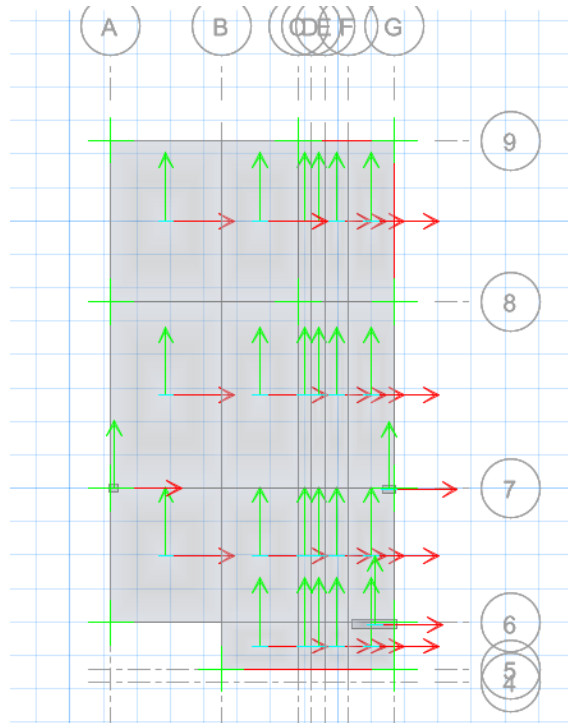


Figura 56 Modelado de losa aligerada con ladrillo compuesto en programa safe



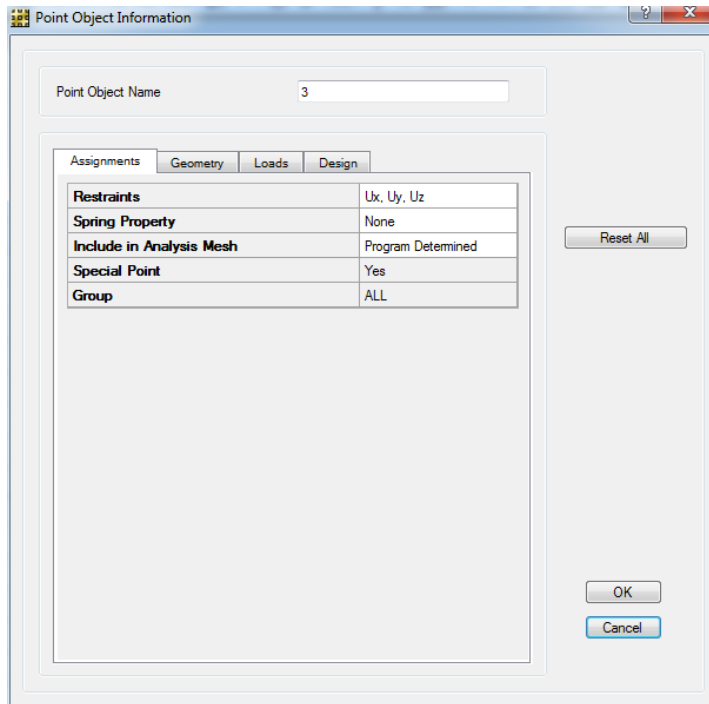


Figura 57 Asignación de restricciones en los apoyos

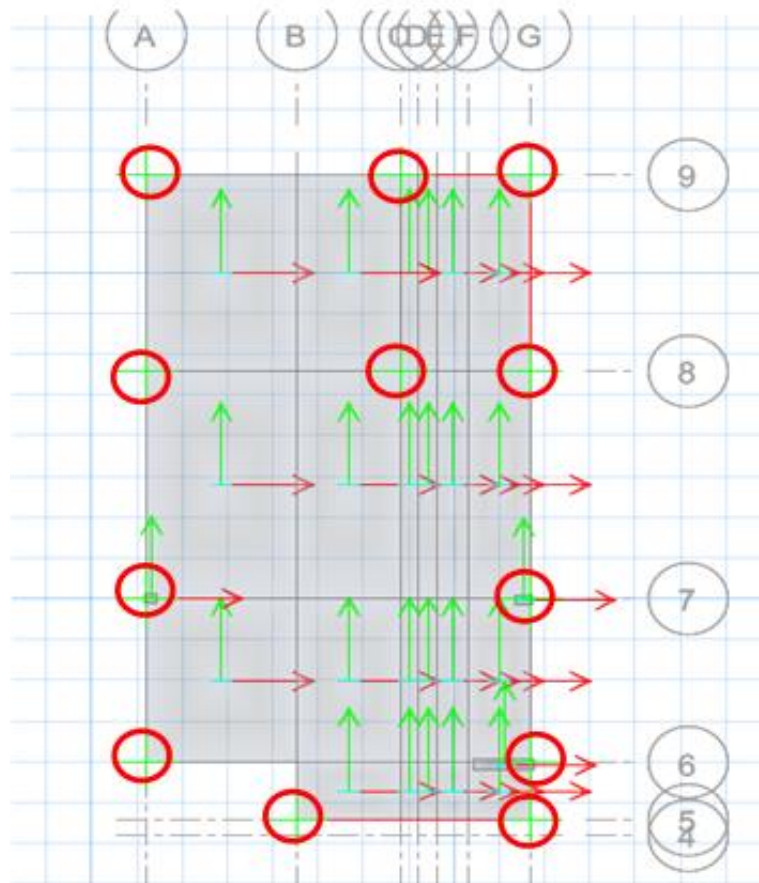


Figura 58 Puntos que se aplicaron las restricciones para simular las columnas

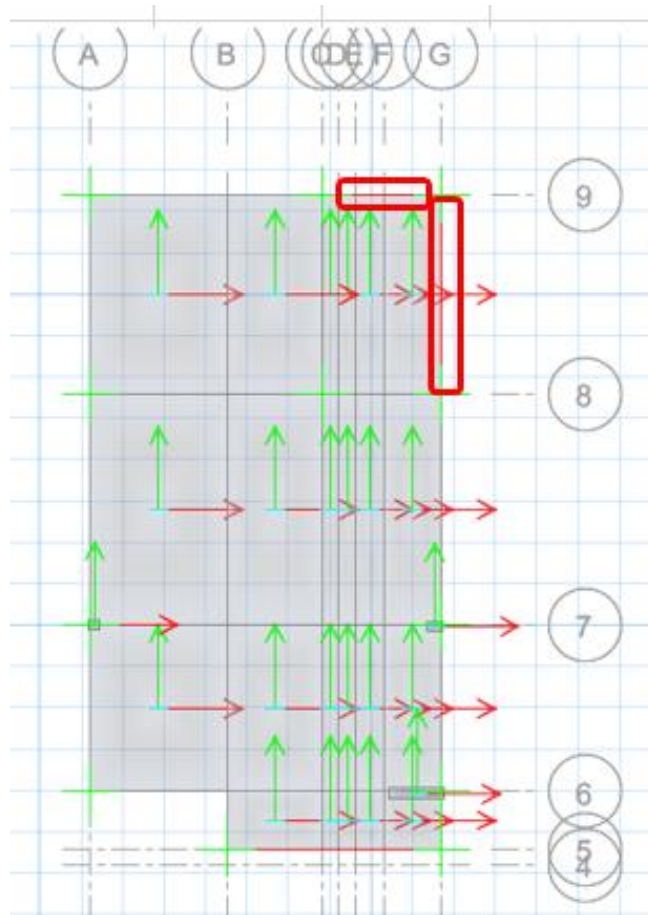


Figura 59 Viga de gran rigidez para realizar la simulación de losa maciza

Figura 60 Definición de la sección de losa aligerada

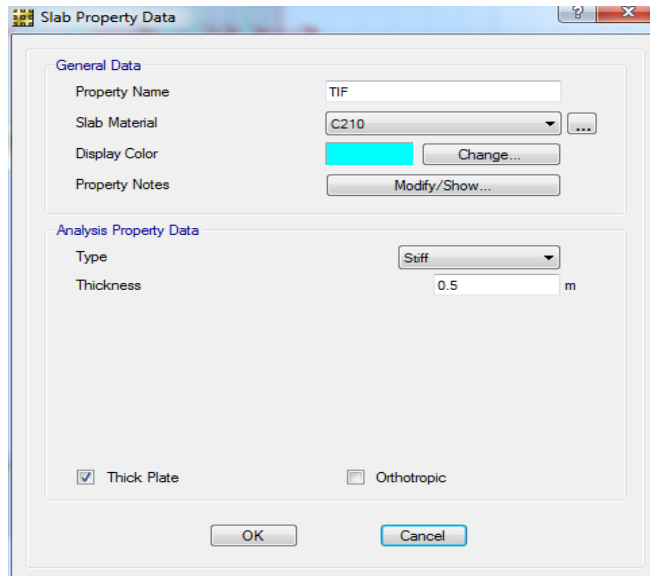


Figura 61 Definición de la sección de columnas como rígido

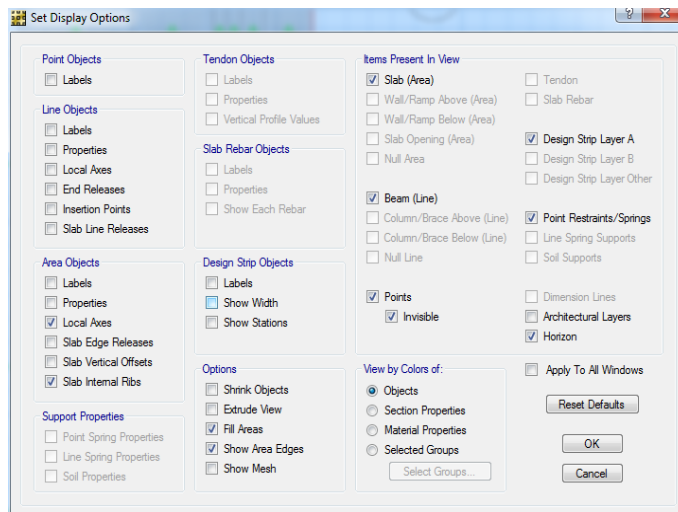


Figura 62 visualizar las viguetas de la losa aligerada

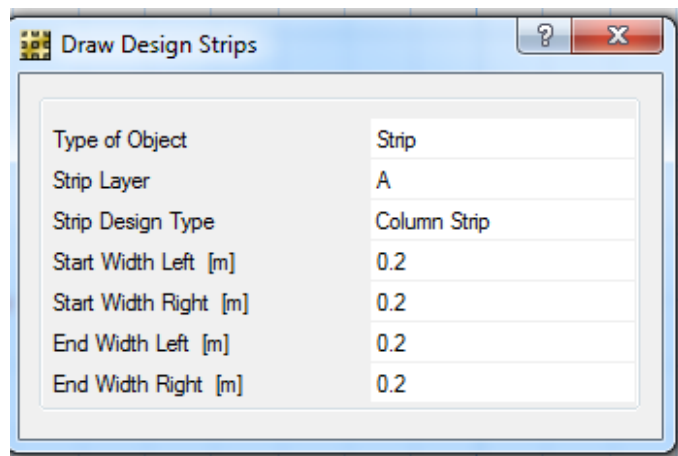


Figura 63 Asignación de viguetas cada 0.40 m desde su eje

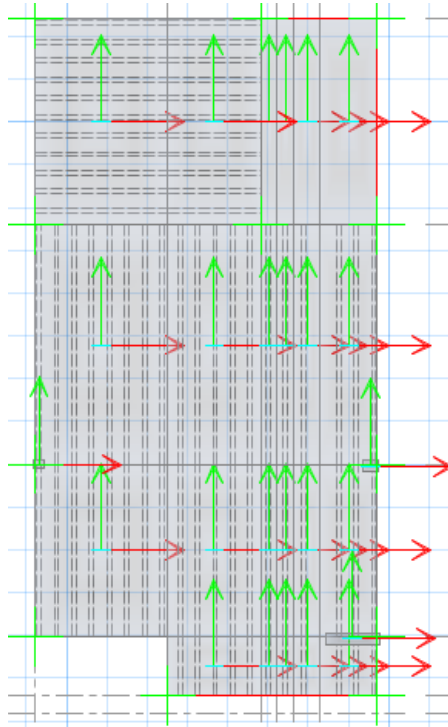


Figura 64 Vista de viguetas realizadas

Asignación de cargas viva y muerta

Carga muerta:

Peso propio de losa aligerada con ladrillo compuesto:  $278 \text{ Kg/m}^2 = 0.278 \text{ t/m}^2$

Carga Viva:

S/C:  $200 \text{ Kg/m}^2 = 0.2 \text{ t/m}^2$  (NORMA 0.20) (VIVIENDAS)

Resistencia última a introducir en el programa:

$$1.4(\text{CM}) + 1.7(\text{CV})$$

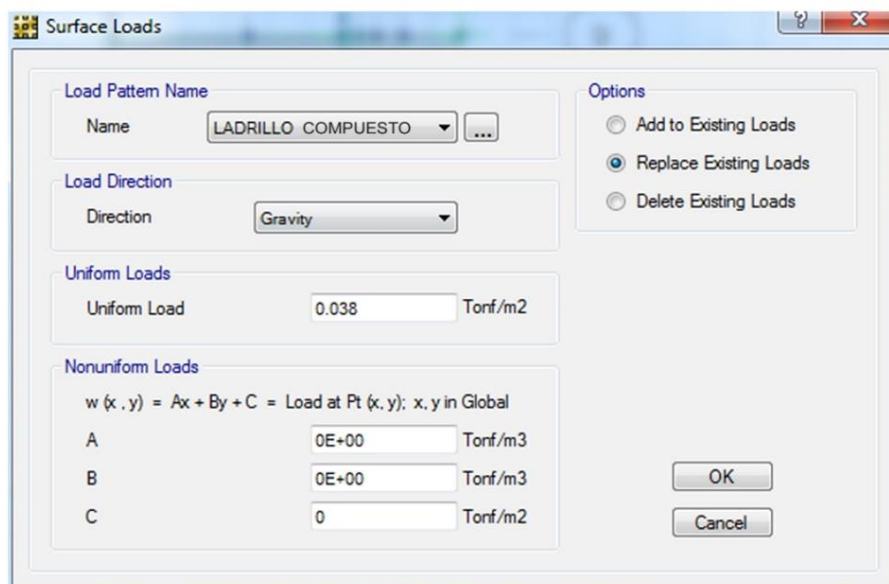


Figura 65 Asignación del peso por m<sup>2</sup> del ladrillo compuesto

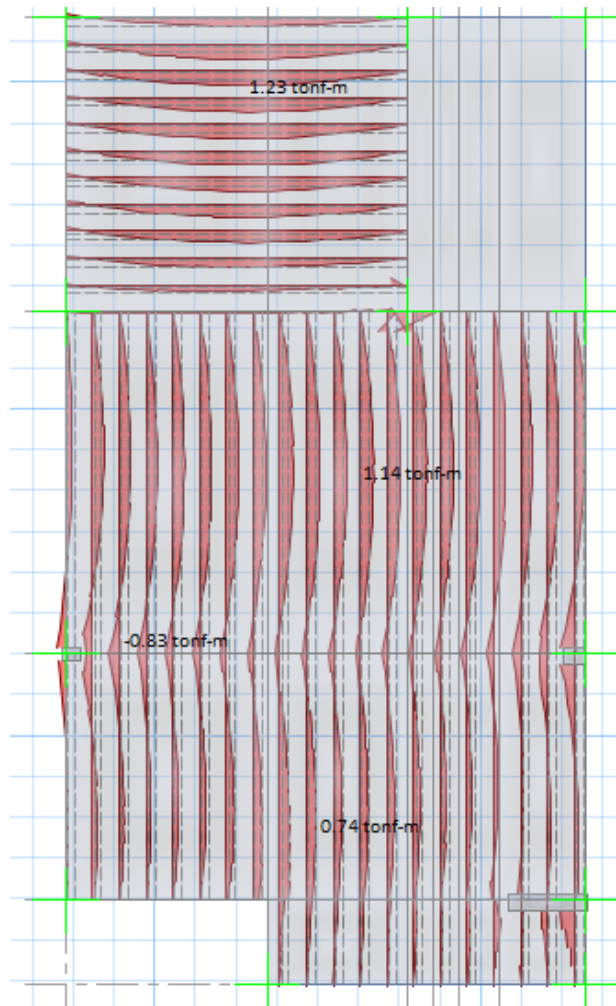


Figura 66 Diagrama de momentos máximos en las viguetas

Fórmulas para hallar el área de acero:

1.  $a = 0.20(d)$
2.  $A_s = \frac{Mu(100000)}{0.9(f_y)(d - \frac{a}{2})}$
3. Verificación de a

$$a = \frac{A_s(f_y)}{0.85(F'c)b}$$

**Tabla 13.** Momentos máximos y área de acero

Momento (Ton.f – m)	Area de acero	Acero segun el area
1.23	1.98	1Φ1/2” + 1Φ3/8”
1.14	1.83	1Φ1/2” + 1Φ3/8”
0.83	1.43	1Φ1/2” + 1Φ3/8”
0.74	1.18	1Φ1/2”

Fuente: elaborado por el autor

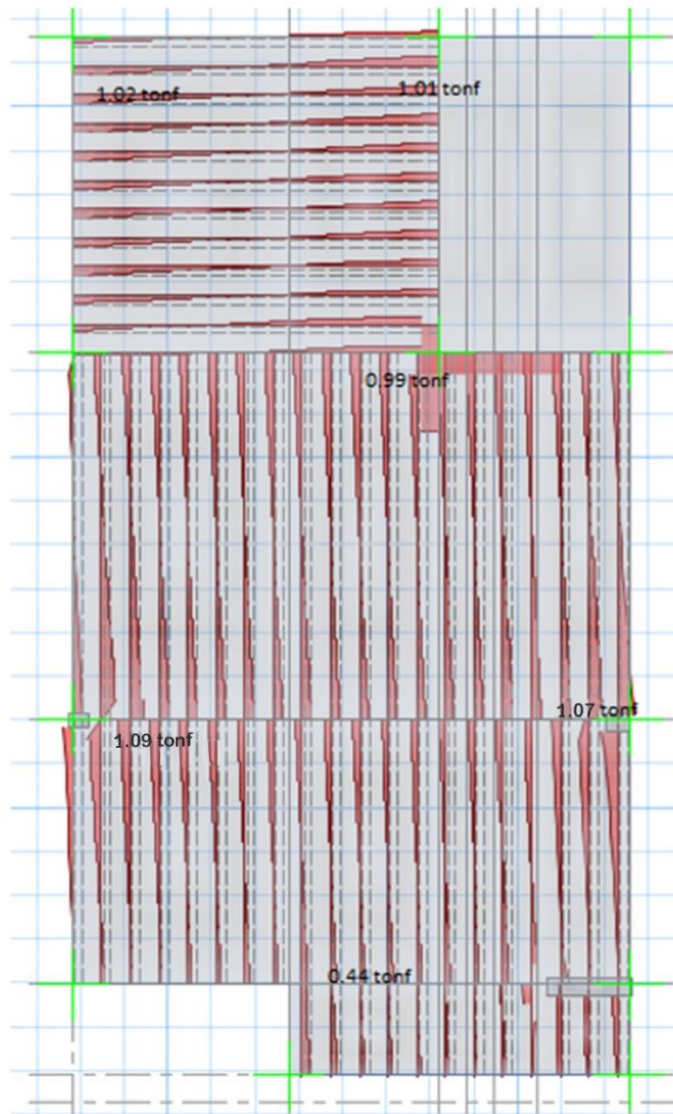


Figura 67 Diagrama de fuerzas cortantes

Resistencia a la cortante del concreto

$$\phi V_n = 0.75 * 0.53 * \text{raiz}(210) * b * h$$

$$b = 0.10$$

$$h = 0.20$$

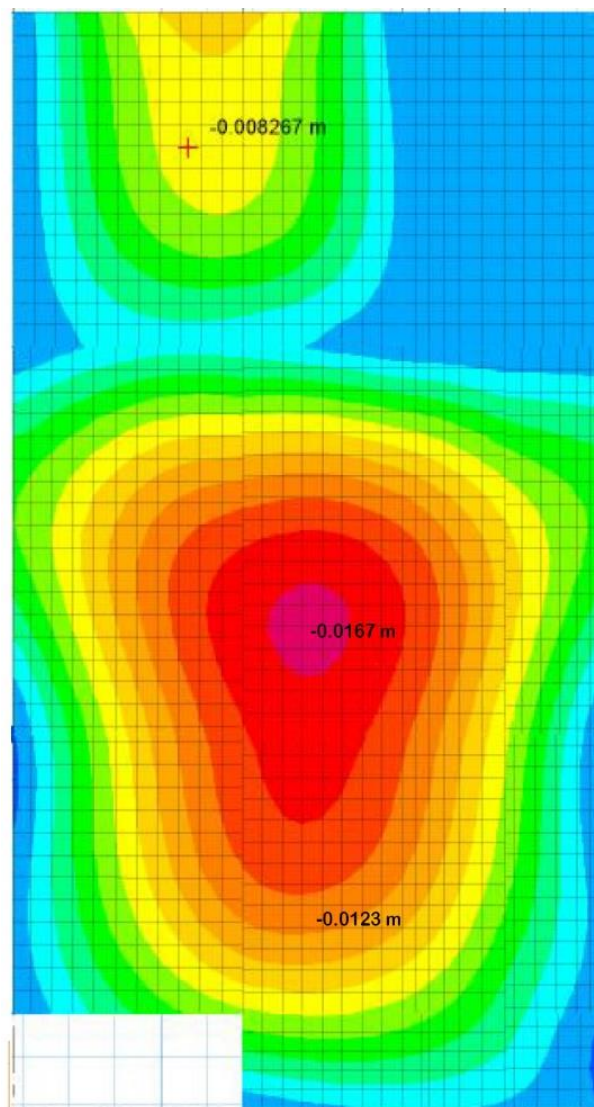
$$\phi V_n = 1.15 \text{ ton.}$$

Los valores obtenidos de las fuerzas cortantes en el programa no deben de exceder a la resistencia a la cortante del concreto, calculada previamente.

**Tabla 14.** Verificación de la resistencia al cortante

N°	Vu	$\phi Vn=$
1	1.02	1.15
2	1.01	1.15
3	0.99	1.15
4	1.09	1.15
5	1.07	1.15
6	0.44	1.15

Fuente: Elaborado por el autor



*Figura 68* Visualización de las deflexiones en la losa aligerada con ladrillo compuesto (fuente: Elaboración propia)

**Tabla 15.** Flechas máximas

Tipo de elemento	Flecha producida por la carga viva	Flecha producida por la carga viva mas las flechas diferidas
Pisos	L/360	L/240
Techos	L/180	-

Fuente: Norma E 020 - Reglamento Nacional de Edificaciones

Verificación De la deflexión

$$\Delta \leq \frac{L}{240}$$

- $0.0068267 \leq (4.89/240)$ 
  - $0.0068267 \leq 0.020375$
- $0.0167 \leq (4.50/240)$ 
  - $0.0167 \leq 0.018$
- $0.0123 \leq (3.37/240)$ 
  - $0.0123 \leq 0.01404$

### Resultados del ensayo de laboratorio

**Tabla 16.** Deflexión según el peso aplicado en el ensayo de flexión de losa aligerada con ladrillo compuesto.

Peso aplicado (tonf.)	Deflexión (mm)
3.45	80.78

Fuente: Sacado de los resultados del ensayo en laboratorio CISMID

### 3.3.3 PRODUCTIVIDAD DE LOSA ALIGERADA

#### 3.3.3.1 PRODUCTIVIDAD DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO CONVENCIONAL

Según los datos obtenidos en el campo, se determinó el rendimiento del personal por hora para la construcción de losa aligerada con ladrillo convencional.

Un capataz, operario y un peón realizan 4.125 m<sup>2</sup>/hora.

Jornada laboral: 8 horas.

Rendimiento: 4.125 m<sup>2</sup>/hora x 8horas = 33 m<sup>2</sup>/día

#### 3.3.3.1.1 METRADOS DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO CONVENCIONAL



**Tabla 17.** *Metrado de encofrado para losa aligerada con ladrillo convencional*

Encofrado de losa aligerada		
Referencia	Metrado	Und
EJE A-B/7-5	20.489	m2
EJE A-C/5-3'	36.332	m2
EJE A-C/3'-3	25.225	m2
EJE A'-C/3-2'	4.382	m2
<b>total</b>		<b>86.428 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 18.** *Metrado de acero para la losa aligerada con ladrillo convencional*

Acero en losa aligerada $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$										
Referencia	Diseño	Diametro	N° veces	N° piezas	Longitud			Peso nominal	Parcial	Total
					1/4"	3/8"	1/2"			
EJE A-B/7-5		3/8"	11	2		1.10		0.56	13.55	
		3/8"	11	1		4.90		0.56	30.18	
		1/2"	11	1			3.20	0.994	34.99	
EJE A-C/5-3'		3/8"	13	2		1.20		0.56	17.47	
		3/8"	13	1		4.50		0.56	32.76	
		1/2"	13	1			2.70	0.994	34.89	
EJE A-C/3'-3		3/8"	18	2		3.37		0.56	67.94	
		3/8"	18	1		0.60		0.56	6.05	
		1/2"	18	1			1.20	0.994	21.47	
EJE A'-C/3-2'		3/8"	11	1		1.00		0.56	6.16	
		1/2"	11	1			1.00	0.994	34.99	
Acero de temperatura		1/4"	16			4.89		0.22	17.21	
		1/4"	16			7.50		0.22	26.40	
		1/4"	12			7.50		0.22	19.80	
Acero total (Kg)										363.87

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 19.** *Metrado ladrillo convencional por m<sup>2</sup>*

Ladrillo convencional 30 x 30 x 15 cm		
Referencia	Metrado	Und
Eje A-B/7-5	20.489	m2
Eje A-C/5-3'	36.332	m2
Eje A-C/3'-3	25.225	m2
Eje A'-C/3-2'	4.382	m2
<b>total</b>		<b>86.428 m<sup>2</sup></b>

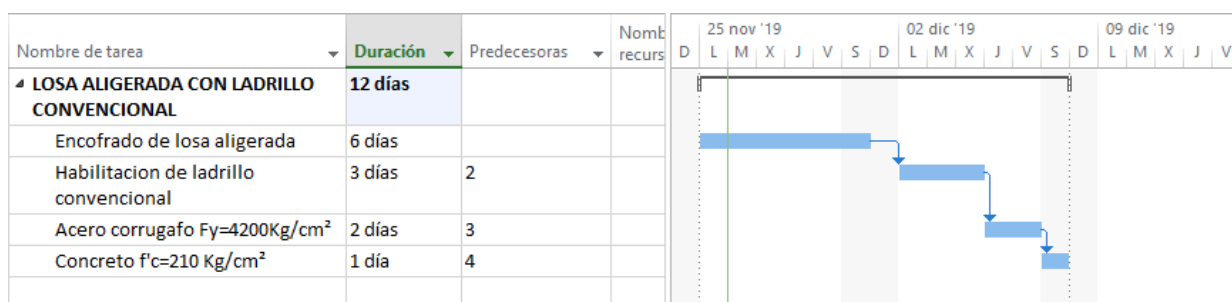
Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 20.** *Metrado de concreto para losa aligerada con ladrillo convencional*

Concreto F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada				
Referencia	Metrado	Factor	Parcial	Und
Eje A-B/7-5	20.489	0.0875	1.793	m <sup>3</sup>
Eje A-C/5-3'	36.332	0.0875	3.179	m <sup>3</sup>
Eje A-C/3'-3	25.225	0.0875	2.207	m <sup>3</sup>
Eje A'-C/3-2'	4.382	0.0875	0.383	m <sup>3</sup>
Total			7.56 m <sup>3</sup>	

Fuente: Elaborado por el autor

### 3.3.3.1.2 CROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO CONVENCIONAL



*Figura 69* Diagrama de gantt de la ejecución de losa aligerada con ladrillo convencional (Fuente: Elaboración propia)

El cronograma de ejecución de losa aligerada con ladrillo convencional se realizó tomando como referencia los metrados de las partidas previamente calculados y el rendimiento que tiene el personal por día; la ejecución de la losa aligerada con ladrillo compuesto tendrá una duración de 12 días.

### 3.3.3.1.3 PRECIOS UNITARIOS DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO CONVENCIONAL

010106020202 (0102004 01) Jornada = 8		Mano de Obra	25.38
ENCOFRADO NORMAL DE LOSAS ALIGERADAS		Materiales	27.72
Productividad por m2:	1.5999 hh 0.0000 hm.hp	Equipos	0.00
Rendimiento DIA:	15.0000 0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario:	m2 \$/53.10	Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	18.36	9.79
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.39	8.21
PEON	hh	1.0000	0.5333	13.84	7.38
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.5000	3.80	1.90
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.5000	5.00	2.50
MADERA TORNILLO	p2		4.7600	4.90	23.32

Figura 70 Análisis de precio unitario de encofrado para losa aligerada con ladrillo convencional (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

010107010102 (0102004 01) Jornada = 8		Mano de Obra	1.11
ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60		Materiales	2.71
Productividad por kg:	0.0647 hh 0.0000 hm.hp	Equipos	0.06
Rendimiento DIA:	260.0000 0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario:	kg \$/3.88	Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0031	21.48	0.07
OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.36	0.57
OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.39	0.47
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0250	3.50	0.09
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0400	2.52	2.62
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.11	0.06

Figura 71 Análisis de precios unitarios de Acero corrugado Fy=4200 Kg/cm<sup>2</sup> (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

010309020702 (0102004 01) Jornada = 8		Mano de Obra	8.32
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO		Materiales	18.16
Productividad por m2:	0.5090 hh 0.0000 hm.hp	Equipos	0.25
Rendimiento DIA:	33.0000 0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario:	m2 \$/26.73	Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0242	21.48	0.52
OPERARIO	hh	1.0000	0.2424	18.36	4.45
PEON	hh	1.0000	0.2424	13.84	3.35
LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und		8.3300	2.18	18.16
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.32	0.25

Figura 72 Análisis de precios unitarios de habilitación de ladrillo convencional por m<sup>2</sup> (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

010105011802 (0102004 01)		Jornada = 8	Mano de Obra	83.51
CONCRETO LOSAS $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			Materiales	250.83
Productividad por m <sup>3</sup> : 5.3667 hh		0.0000 hm.hp	Equipos	15.89
Rendimiento DIA: 24.0000		0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario: m <sup>3</sup> \$/350.23			Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0333	21.48	0.72
OPERARIO	hh	3.0000	1.0000	18.36	18.36
OFICIAL	hh	2.0000	0.6667	15.39	10.26
PEON	hh	9.0000	3.0000	13.84	41.52
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6667	18.98	12.65
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m <sup>3</sup>		0.8000	60.10	48.08
ARENA GRUESA	m <sup>3</sup>		0.5000	45.50	22.75
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.0000	22.50	180.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	83.51	2.51
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.9600	0.3200	15.80	5.06
VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.9200	0.6400	7.20	4.61
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.9600	0.3200	11.60	3.71

Figura 73 Análisis de precios unitarios del concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para losa aligerada con ladrillo convencional (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

### 3.3.3.1.4 PRESUPUESTO DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO CONVENCIONAL

Tabla 21. Presupuesto de losa aligerada con ladrillo convencional

Descripción	Und.	Metra	Precio	Parcial (S/.)
Encofrado de losa aligerada	m <sup>2</sup>	86.43	53.1	4589.43
Habilitación de Ladrillo convencional	m <sup>2</sup>	86.43	26.73	2310.27
Acero Corrugado $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ grado 60	m <sup>2</sup>	363.9	3.88	1411.82
Concreto Losa aligerada $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m <sup>2</sup>	7.56	350.23	2647.74
<b>Total (S/.)</b>				<b>S/10,959.26</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### 3.3.3.2 Productividad de losa aligerada con ladrillo compuesto

#### Rendimiento de habilitación de ladrillo compuesto en losa aligerada

Según los datos obtenidos en el campo, se determinó el rendimiento del personal por hora.

Un capataz, operario y un peón realizan 3 m<sup>2</sup>/hora.

Jornada laboral: 8 horas.

Rendimiento: 3 m<sup>2</sup>/hora x 8 horas = 24 m<sup>2</sup>/día

### 3.3.3.2.1 METRADOS DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO COMPUESTO

**Tabla 22.** *Metrado de encofrado de losa aligerada con ladrillo compuesto*

Encofrado de losa aligerada		
Referencia	Metrado	Und
EJE A-B/7-5	20.489	m2
EJE A-C/5-3'	36.332	m2
EJE A-C/3'-3	25.225	m2
EJE A'-C/3-2'	4.382	m2
<b>total</b>		<b>86.428 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 23.** *Metrado de acero corrugado  $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$  en losa aligerada con ladrillo convencional*

Acero en losa aligerada $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$										
Referencia	Diseño	Diámetro	Nº veces	Nº piezas	Longitud			Peso nominal	Parcial	Total
					1/4"	3/8"	1/2"			
EJE A-B/7-5		3/8"	11	2		1.10		0.56	13.55	
		3/8"	11	1		4.90		0.56	30.18	
		1/2"	11	1				3.20	0.994	34.99
EJE A-C/5-3'		3/8"	13	2		1.20		0.56	17.47	
		3/8"	13	1		4.50		0.56	32.76	
		1/2"	13	1				2.70	0.994	34.89
EJE A-C/3'-3		3/8"	18	2		3.37		0.56	67.94	
		3/8"	18	1		0.60		0.56	6.05	
		1/2"	18	1				1.20	0.994	21.47
EJE A'-C/3-2'		3/8"	11	1		1.00		0.56	6.16	
		1/2"	11	1				1.00	0.994	34.99
Acero de temperatura		1/4"	16			4.89		0.22	17.21	
		1/4"	16			7.50		0.22	26.40	
		1/4"	12			7.50		0.22	19.80	
<b>Acero total (Kg)</b>									<b>363.87</b>	

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 24.** *Metrado de ladrillo compuesto por m<sup>2</sup>*

Ladrillo Compuesto 30 x 30 x 15 cm		
Referencia	Metrado	Und
Eje A-B/7-5	20.489	m2
Eje A-C/5-3'	36.332	m2
Eje A-C/3'-3	25.225	m2
Eje A'-C/3-2'	4.382	m2
<b>total</b>		<b>86.428 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 25. Metrado de concreto en losa aligerada con ladrillo compuesto**

Concreto F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada				
Referencia	Metrado	Factor	Parcial	Und
Eje A-B/7-5	20.489	0.0875	1.793	m <sup>3</sup>
Eje A-C/5-3'	36.332	0.0875	3.179	m <sup>3</sup>
Eje A-C/3'-3	25.225	0.0875	2.207	m <sup>3</sup>
Eje A'-C/3-2'	4.382	0.0875	0.383	m <sup>3</sup>
Total			7.56 m <sup>3</sup>	

Fuente: Elaborado por el autor

### 3.3.3.2 CROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO COMPUESTO

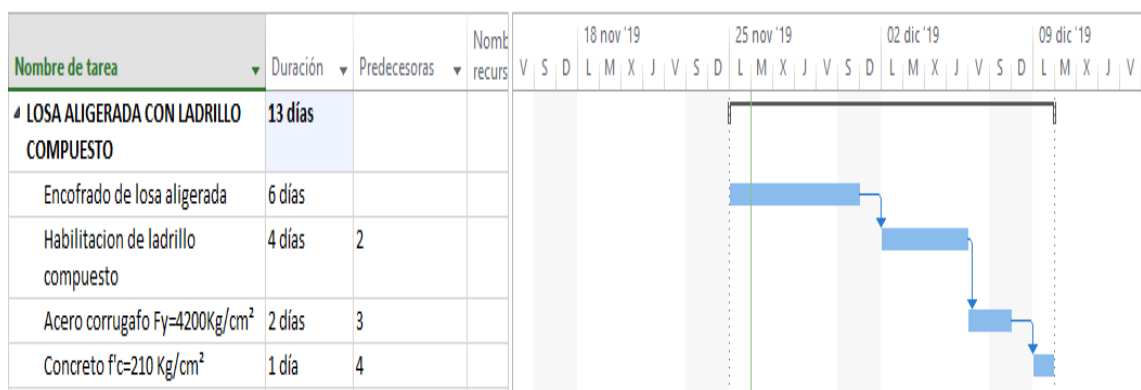


Figura 74 Diagrama de gantt de ejecución de losa aligerada con ladrillo compuesto (Fuente: Elaboración propia)

El cronograma de ejecución de losa aligerada con ladrillo compuesto se realizó tomando como referencia los metrados de las partidas previamente calculados y el rendimiento que tiene el personal por día; la ejecución de la losa aligerada con ladrillo compuesto tendrá una duración de 13 días.

### 3.3.3.2.3 PRECIOS UNITARIOS DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO COMPUESTO

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	18.36	9.79
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.39	8.21
PEON	hh	1.0000	0.5333	13.84	7.38
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.5000	3.80	1.90
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.5000	5.00	2.50
MADERA TORNILLO	p2		4.7600	4.90	23.32

Figura 75 Análisis de precio unitario del encofrado para losa aligerada (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

010107010102 (0102004 01) Jornada = 8		Mano de Obra	1.11
ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60		Materiales	2.71
Productividad por kg:	0.0647 hh 0.0000 hm.hp	Equipos	0.06
Rendimiento DIA:	260.0000 0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario:	kg S/.3.88	Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0031	21.48	0.07
OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.36	0.57
OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.39	0.47
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0250	3.50	0.09
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0400	2.52	2.62
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.11	0.06

Figura 76 Análisis de precio unitario para acero corrugado Fy=4200 Kg/cm<sup>2</sup> (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

010309020703 (0102004 01) Jornada = 8		Mano de Obra	11.45
LADRILLO COMPUESTO CON POLIESTIRENO h = 15 cm PARA		Materiales	27.37
Productividad por m2:	0.6999 hh 0.0000 hm.hp	Equipos	0.34
Rendimiento DIA:	24.0000 0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario:	m2 S/.39.16	Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0333	21.48	0.72
OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	18.36	6.12
PEON	hh	1.0000	0.3333	13.84	4.61
LADRILLO PARA TECHO 4H DE 30X30x8 cm	m2		8.3300	2.20	18.33
poliestireno expandido 0.30m x 1.20m, e=7 cm	m2		2.0833	3.50	7.29
Pegamento	und		1.0000	1.75	1.75
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.45	0.34

Figura 77 Análisis de precios unitarios para la habilitación del ladrillo compuesto (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

010105011802 (0102004 01) Jornada = 8		Mano de Obra	83.51
CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2		Materiales	250.83
Productividad por m3:	5.3667 hh 0.0000 hm.hp	Equipos	15.89
Rendimiento DIA:	24.0000 0.00	Subcontratos	0.00
Precio Unitario:	m3 S/.350.23	Subpartidas	0.00

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0333	21.48	0.72
OPERARIO	hh	3.0000	1.0000	18.36	18.36
OFICIAL	hh	2.0000	0.6667	15.39	10.26
PEON	hh	9.0000	3.0000	13.84	41.52
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6667	18.98	12.65
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	60.10	48.08
ARENA GRUESA	m3		0.5000	45.50	22.75
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.0000	22.50	180.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	83.51	2.51
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.9600	0.3200	15.80	5.06
VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.9200	0.6400	7.20	4.61
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.9600	0.3200	11.60	3.71

Figura 78 Análisis de precio unitario para el concreto en losa aligerada (Fuente: precio de mano de obra y materiales – Capeco)

### 3.3.3.2.4 PRESUPUESTO DE LOSA ALIGERADA CON LADRILLO COMPUESTO

**Tabla 26.** Presupuesto de la losa aligerada con ladrillo compuesto

Descripcion	Und.	Metrado	Precio	Parcial (S/.)
Encofrado de losa aligerada	m <sup>2</sup>	86.43	53.1	4589.43
Habilitacion de Ladrillo compuesto con poliestireno	m <sup>2</sup>	86.43	39.47	3411.39
Acero Corrugado Fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup> grado 60	m <sup>2</sup>	363.87	3.88	1411.82
Concreto Losa aligerada F'c=210 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	7.56	350.23	2647.74
Total (S/.)				S/12,060.38

Fuente: Elaborado por el autor

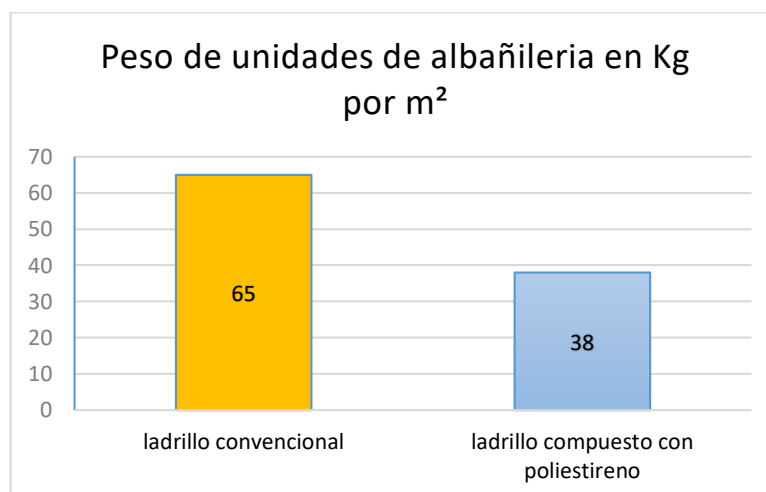
### 3.3.4 COMPARACIÓN DE LOSA ALIGERADA CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA COMPUESTO Y CONVENCIONAL

#### 3.3.4.1 COMPARACIÓN DEL PESO DE LA LOSA ALIGERADA CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y COMPUESTO

**Tabla 27.** Peso de las unidades de albañilería

Tipo de unidad de albañilería	Peso del ladrillo por m <sup>2</sup>
Ladrillo convencional	65 kg/m <sup>2</sup>
Ladrillo compuesto	38 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaborado por el autor



*Figura 79* comparación de peso de las unidades de albañilería (Fuente: Elaboración propia)

De la tabla 27 y la figura 37 donde se visualiza la comparación de pesos del ladrillo compuesto con poliestireno y ladrillo convencional, se calculó que el

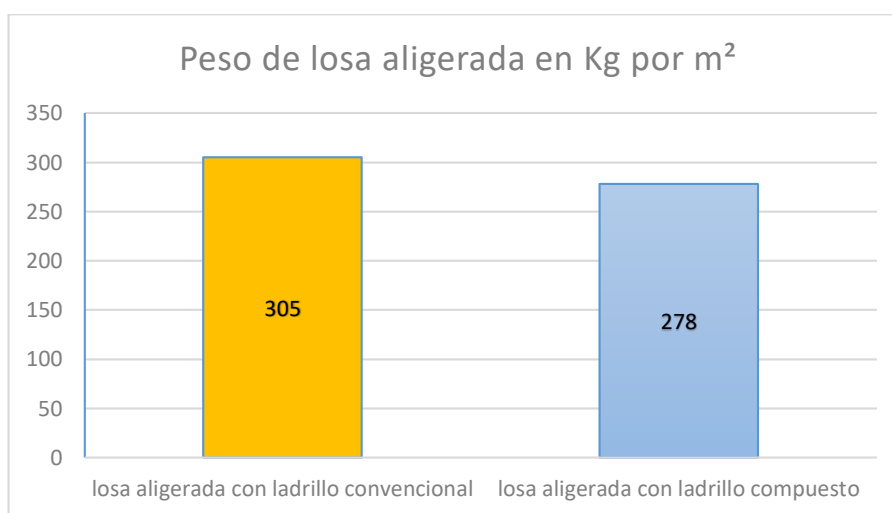


peso por m<sup>2</sup> del ladrillo compuesto reduce en un 41% comparado con el ladrillo convencional

**Tabla 28.** *Peso de losa aligerada por m<sup>2</sup>*

Losa Aligerada	Peso de losa aligerada por m <sup>2</sup>
Losa Aligerada con ladrillo convencional	305 kg/m <sup>2</sup>
Losa Aligerada con ladrillo compuesto	278 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaborado por el autor



*Figura 80* comparación de peso de losas aligeradas por m<sup>2</sup> (Fuente: Elaboración propia)

De la tabla 28 y la figura 38 donde se observa el peso la losa aligerada con ladrillo compuesto con poliestireno y convencional, hubo una variación, ya que se redujo el peso por cada metro cuadrado en un 8.85% por parte de la losa aligerada con ladrillo compuesto comparándolo con la losa aligerada con ladrillo convencional.

### 3.3.4.2 COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA LOSA ALIGERADA CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y COMPUESTO

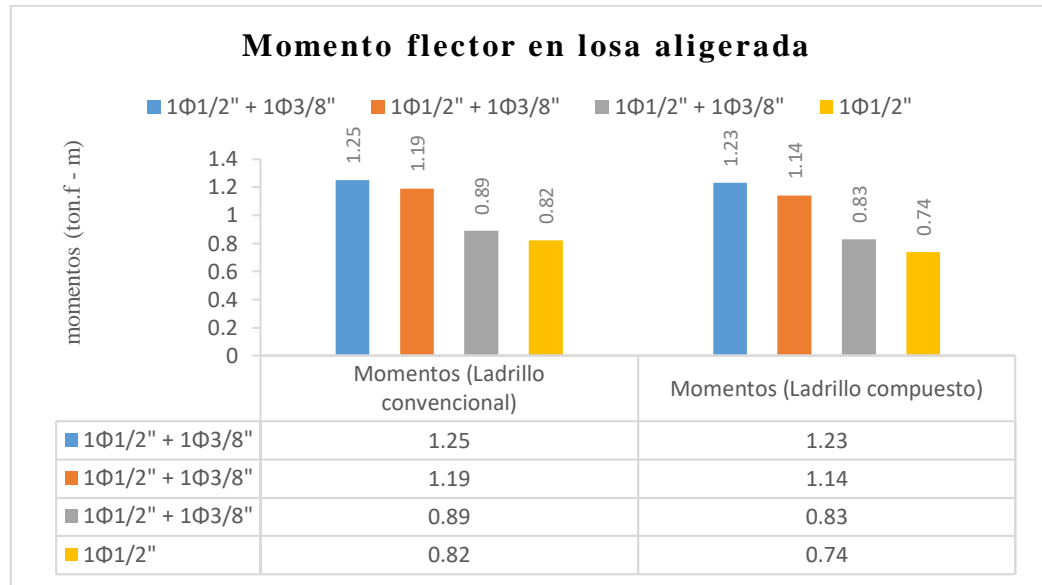


Figura 81 comparación de momento flector de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 39 se observa que los momentos flectores de la losa aligerada con ladrillo compuesto varia reduciéndose ligeramente comparándolo con la losa aligerada con ladrillo convencional; sin embargo, calculando el área de acero según los momentos flectores que se halló que el acero que se colocara en las viguetas según los momentos son iguales para ambos casos.

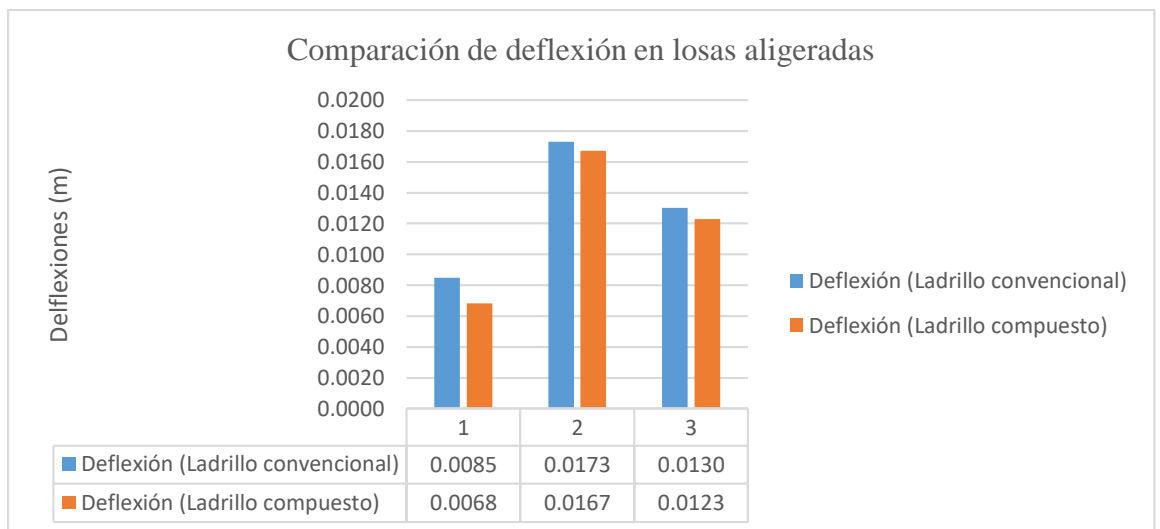


Figura 82 Comparación de deflexiones de losa aligerada (Fuente: Elaboración propia)

De la figura 40 donde se visualiza la comparación de deflexiones de losa aligerada con ladrillo compuesto y ladrillo convencional, los resultados nos muestran que hay mayor deflexión por parte de la losa aligerada con ladrillo convencional. Las deflexiones máximas varían entre 3.47% y 5.4%, pero los valores obtenidos de deflexiones están dentro del parámetro de flechas máximas de la NORMA E020.

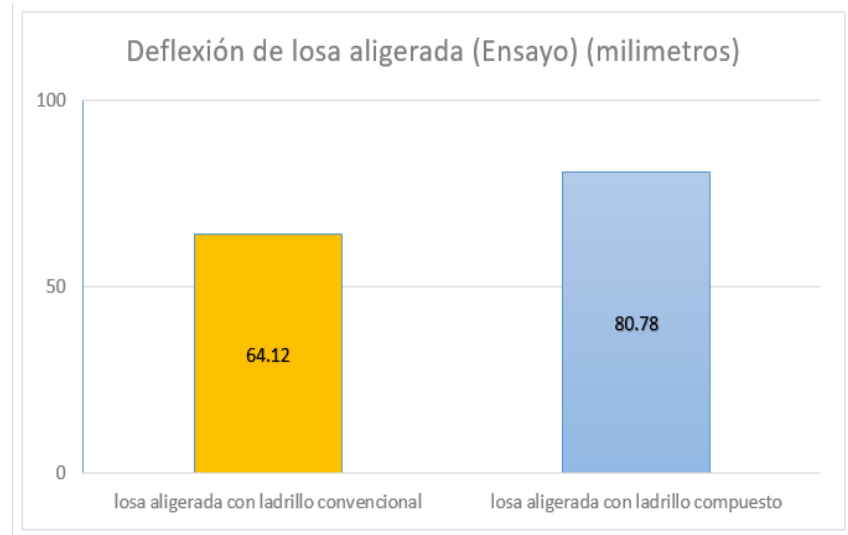


Figura 83 Deflexión de losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto, Ensayo. (Fuente Elaboración Propia)

De la figura 41 donde se aprecia la comparación de resultados obtenidos del ensayo de flexión de losas aligeradas en laboratorio, se tiene una deflexión de 64.12 mm y 80.78 mm de la losa aligerada con ladrillo convencional y compuesto respectivamente, la deflexión máxima varío en un 1.40 %, siendo mayor la deflexión de la losa aligerada con ladrillo compuesto comparado con la deflexión de la losa aligerada con ladrillo convencional.

### 3.3.4.3 COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE LOSA ALIGERADA CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y COMPUESTO

**Tabla 29** *Días de habilitación de ladrillo para losa aligerada*

Habilitación de ladrillo	Días
Ladrillo convencional	3
Ladrillo compuesto	4

Fuente: Elaborado por el autor

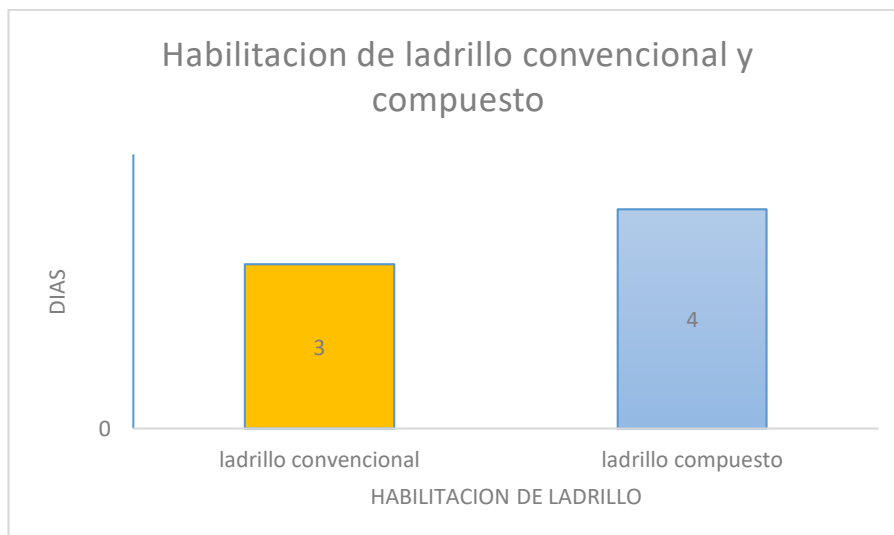


Figura 84 Comparación de habilitación de ladrillo compuesto y convencional, en días (Fuente: Elaboración propia)

De la tabla 29 y la figura 42 donde podemos observar los días para la habilitación de ladrillo convencional y compuesto para la losa aligerada, se tiene 3 y 4 días respectivamente; dado que el rendimiento de habilitación de ladrillo compuesto es menor al ladrillo convencional, la habilitación incrementara en 25% por parte del ladrillo compuesto.

**Tabla 30.** Rendimiento de habilitación de ladrillo convencional y compuesto

Rendimiento de Habilitación de ladrillo	m <sup>2</sup> /días
Ladrillo convencional	33
Ladrillo compuesto	24

Fuente: Elaborado por el autor

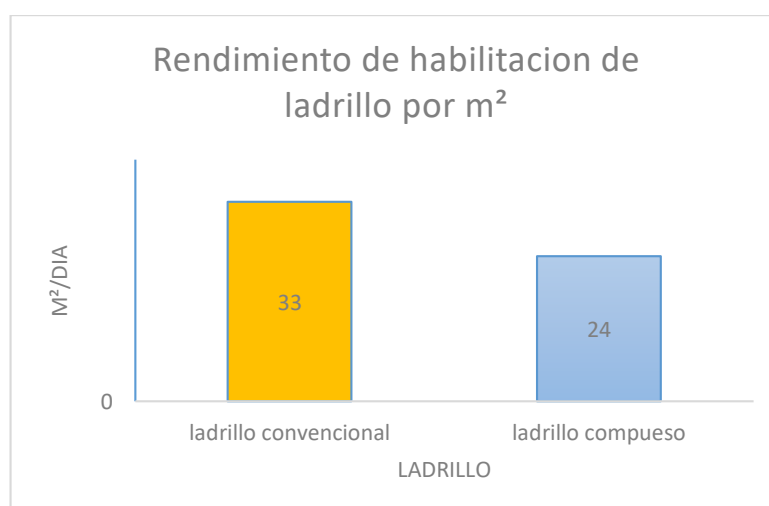


Figura 85 Rendimiento de m<sup>2</sup> por día de habilitación de ladrillo convencional y compuesto (Fuente: Elaboración propia)

De la tabla 30 y la figura 43, donde observamos que rendimiento de habilitación de ladrillo convencional y compuesto por m<sup>2</sup> en losa aligerada es de 33m<sup>2</sup>/día y 24m<sup>2</sup>/día respectivamente, se determinó que el rendimiento del ladrillo convencional es mayor al rendimiento del ladrillo compuesto, usando la misma cantidad de cuadrilla para ambos casos.

**Tabla 31.** precios de habilitación de ladrillo convencional y compuesto por m<sup>2</sup>

Precio unitario de habilitación de ladrillo	S/.
Ladrillo convencional	26.73
Ladrillo compuesto	39.16

Fuente: Elaborado por el autor

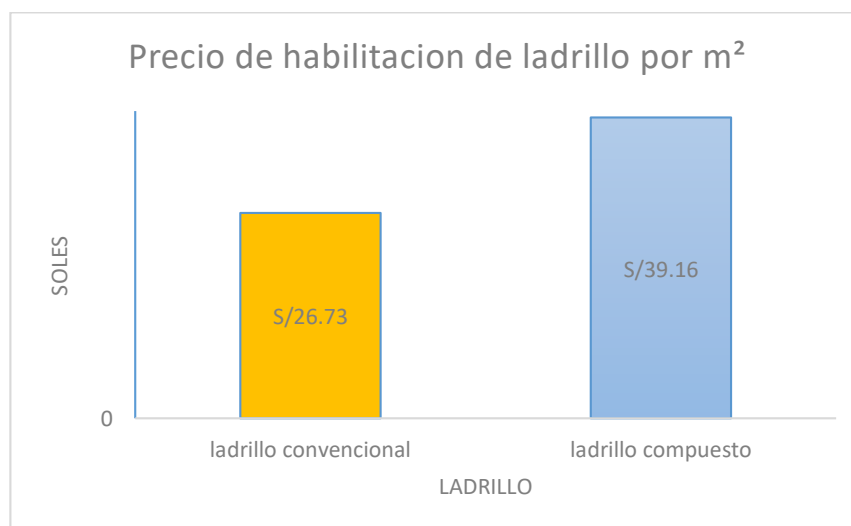


Figura 86 Precios de habilitación de ladrillo por m<sup>2</sup> (Fuente: Elaboración propia)

De la tabla 31 y la figura 44 de precios de habilitación de ladrillo convencional y compuesto por m<sup>2</sup>, podemos observar, que el precio de la habilitación del ladrillo convencional es menor comparándolo con la habilitación de ladrillo compuesto, realizando la misma cantidad de cuadrilla; pero al variar como el rendimiento se puede visualizar una diferencia de precios, teniendo un ahorro del 31.75% del costo de habilitación del ladrillo convencional comparado con la habilitación del ladrillo compuesto.

**Tabla 32.** Comparación del presupuesto de losas aligeradas

Presupuesto	S/.
Losa aligerada con ladrillo convencional	10,959.26

Losa aligerada con ladrillo compuesto	12,060.38
---------------------------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia

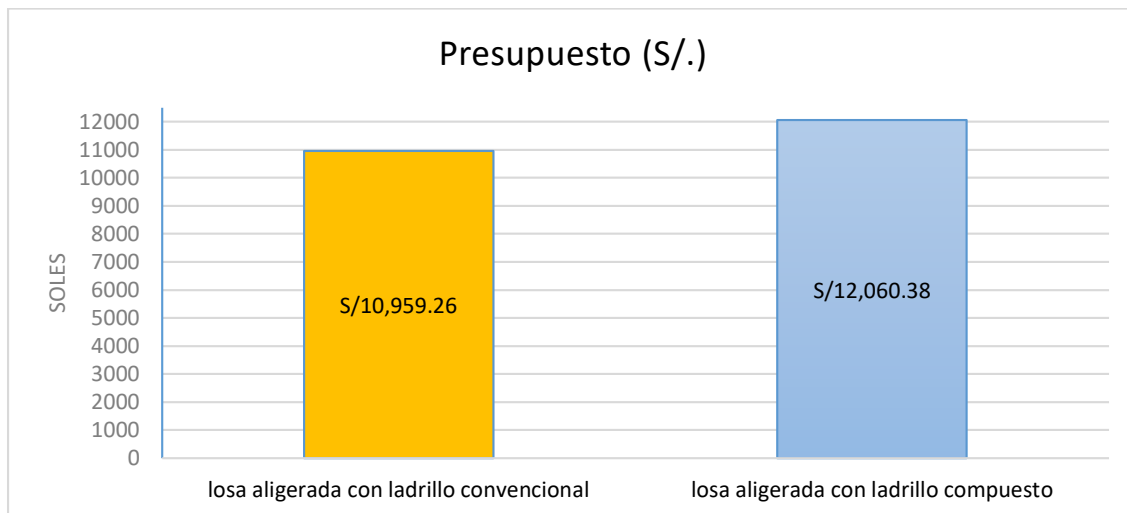


Figura 87 Comparación del presupuesto de losas aligeradas (Fuente: Elaboración propia)

De la tabla 32 y la figura 45 donde se observa la comparación del presupuesto entre la losa aligerada con ladrillo convencional y losa aligerada con ladrillo compuesto, con S/10,959.26 y S/12,060.38 respectivamente; al no variar la cantidad de metrados, pero si el costo de la habilitación de las unidades de albañilería, el precio del presupuesto varia. Se obtiene un ahorro de 9.10% de costo del presupuesto por parte la losa aligerada con ladrillo convencional comparado con la losa aligerada con ladrillo compuesto.

### 3.4 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 3.4.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS: peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto y ladrillo convencional utilizado en edificaciones.

**Ha:** El peso de la losa aligerada variara con el uso de ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.

**Ho:** El peso de la losa aligerada no variara con el uso de ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.

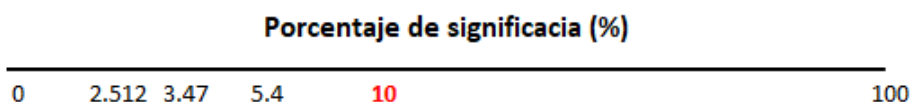
De acuerdo a los resultados obtenidos, el peso de la losa aligerada con ladrillo convencional es de **305 kg/m<sup>2</sup>** y la losa aligerada con ladrillo compuesto es de **278 kg/m<sup>2</sup>** teniendo una diferencia de 8.85% de reducción del peso, esto se debe a que el peso de las unidades de albañilería vario en un 41%. Por lo tanto se indica de que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula

### 3.4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS: Resistencia a la flexión entre la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.

**Ha:** La resistencia a la flexión de la losa aligerada variara significativamente con el uso del ladrillo convencional y compuesto.

**Ho:** La resistencia a la flexión de la losa aligerada no variara significativamente con el uso del ladrillo convencional y compuesto.

Según los resultados obtenidos, los momentos flectores de la losa aligerada con ladrillo convencional frente a la losa aligerada con ladrillo compuesto varia ligeramente sin embargo cuando se realiza el área de acero y se calcula la cantidad, el diámetro de acero son iguales; y las deflexiones de las losas aligeradas obtenidas en el programa varían entre 3.47% y 5.4% ; y las deflexiones obtenidas en el laboratorio varia en un 1.40 %.



*Figura 88* Significancia de la deflexión de la losa aligerada con el software safe (Fuente: Elaboración propia)

De la figura 46 donde se observa el porcentaje de la deflexión, se puede observar la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto, no varía significativamente ya que no excede al 10%. Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

### 3.4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS: productividad de realizar la losa aligerada con ladrillo convencional y compuesto utilizado en edificaciones

**Ha:** La productividad cambiara de acuerdo al uso del ladrillo convencional y compuesto utilizado en edificaciones.

**Ho:** La productividad no cambiara de acuerdo al uso del ladrillo convencional y compuesto utilizado en edificaciones.

De los resultados obtenidos, el rendimiento de habilitación de ladrillo por m<sup>2</sup> de la losa aligerada con ladrillo convencional es mayor a la habilitación de ladrillo compuesto, ya que los resultados son 33 m<sup>2</sup>/día y 24m<sup>2</sup>/día respectivamente. La comparación de precios es de S/26.73 y S/39.16 de la habilitación de ladrillo convencional y ladrillo compuesto respectivamente; habiendo una diferencia de costos 31.75%. En cuanto al presupuesto, la

ejecución de la losa aligerada con ladrillo convencional es menor a la losa aligerada con ladrillo compuesto, ahorrándose el 9.10% del costo total del presupuesto. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula ya que cambiara la productividad.



#### **IV. DISCUSIÓN**

De la tesis “Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla” del año 2017, de los autores Cosinga y Gomez, se calculo el peso de la losa aligerada con poliestireno expandido y ladrillo de arcilla, donde se tiene como resultado los pesos por m<sup>2</sup> para ambos tipos de losas aligeradas y para diferentes espesores, en el cual para una losa aligerada con 20cm de espesor, el peso de la losa aligerada con poliestireno es de 230 kg/m<sup>2</sup> y la losa aligerada con ladrillo de arcilla el peso es de 300 kg/m<sup>2</sup>, teniendo un ahorro del peso por m<sup>2</sup> de 23.3%; en la presente tesis, se calculó el peso de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, de las cuales se los resultados que fueron de 305 kg/cm<sup>2</sup> y 278 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente teniendo un ahorro de peso del 8.85% a favor de la losa aligerada con ladrillo compuesto comparado con el ladrillo convencional. Los resultados de los autores Cosinga y Gomes obtievieron mejores resultados ya que el ahorro del peso de la losa aligerada es mayor al porcentaje hallado en la presente tesis.

La tesis “Análisis, evaluación y rediseño de losas prefabricadas de concreto armado, aligeradas con poliestireno - 2009”, del autor José David Portillo Reynoso, realiza el cálculo de flexión en losas, donde aplica una carga máxima de 466 kg y teniendo una deflexión de 0.006 metros para un espesor de 15 cm de losa aligerada que el autor eligió; en esta presente tesis según los datos obtenidos del resultado de laboratorio del ensayo de flexión de losa aligerada con un espesor de 20 cm, para la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto en la tabla 10 y la tabla 14, donde se aprecia las deflexiones según el peso aplicado en las losas, se observa que la carga máxima a aplicar es de 3.40 tonf. para ambas losas, teniendo como resultados de deflexiones 64.12 mm y 80.78 mm respectivamente de losa aligerada con ladrillo convencional y compuesto. Los resultados entre ambas tesis son diferentes ya que para la presente tesis se aplicaron mayores cargas, teniendo resultados favorables.

De acuerdo a los autores Anthony Bryan Cosinga Pérez y Rodolfo Andres Gomez Del Aguila, ambos de nacionalidad Peruana, en su tesis titulada “Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla” del año 2017, donde el objetivo principal es calcular el costo de una edificación empleando el sistema de losas aligeradas utilizando el material poliestireno expandido comparado con la losa aligerada con ladrillo de techo de arcilla, y como objetivos específicos se tiene el de elaborar los precios unitarios y los metrados de cada partida de la

edificación empleando el sistema de losa aligerada con poliestireno y ladrillo de arcilla, para poder realizar la comparación y determinar que material economiza más los costos y seguir aportando conocimientos en cuanto al uso del poliestireno expandido. Respecto a la información recolectada en este antecedente, se obtiene que el rendimiento en la colocación del poliestireno es favorable comparando con la colocación de ladrillo de arcilla debido a que el primero es menos pesado; teniendo como rendimiento 30m<sup>2</sup>/día por parte del ladrillo de arcilla y 550m<sup>2</sup>/día por parte del poliestireno expandido. Debido a que el rendimiento vario de una manera favorable por parte del poliestireno expandido, el costo también vario significativamente teniendo un porcentaje de ahorro de 22.4% del total del presupuesto por parte de la ejecución de losa aligerada utilizando poliestireno expandido. La presente tesis en la tabla 28 y en la figura 43, donde se indica el rendimiento de la habilitación del ladrillo convencional comparado con la habilitación del ladrillo compuesto por m<sup>2</sup>, indica que existe un resultado desfavorable por parte del ladrillo compuesto ya que su rendimiento es de 24m<sup>2</sup>/día y el rendimiento de la habilitación del ladrillo convencional, se obtiene 33m<sup>2</sup>/día; respecto al costo de la habilitación de las unidades de albañilería en la losa aligerada se tiene un ahorro de 31.75% por parte de la habilitación de ladrillo compuesto, sin embargo en el costo total de la losa aligerada, se obtiene un porcentaje que favorece a la losa aligerada con ladrillo convencional, ya que es 9.10% más económico en cuanto a costos, con respecto a la losa aligerada con ladrillo convencional

## **V. CONCLUSIONES**

- La losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto arrojan resultados que varían ligeramente según los porcentajes realizados. El peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto es menor a la convencional, haciendo que las deflexiones y momentos flectores sean menores ya que se reduce el peso propio; sin embargo el área de acero es el mismo, por lo que podemos inferir que las dos losas aligeradas tienen resistencias similares.
- El peso de la losa aligerada con ladrillo convencional, es mayor al peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto, ya que los resultados calculados fueron  $305\text{kg/m}^2$  (Tabla 8) y  $278\text{kg/m}^2$  (Tabla 9) respectivamente; teniendo un ahorro del peso propio de 8.85% del total de la losa aligerada utilizando ladrillo compuesto.
- La resistencia a flexión de la losa aligerada, de los datos obtenidos en el modelamiento en el programa safe, los resultados fueron que los momentos flectores varían ligeramente, teniendo como mayor momento flector la losa aligerada con ladrillo convencional comparado con la losa aligerada con ladrillo compuesto donde los momentos flectores son menores; se realizó la verificación de la cortante del concreto con los datos obtenidos de las fuerzas cortante, cumpliendo con el límite previamente calculado.

El área de acero y por lo tanto la sección de acero que entrará en las viguetas tanto como para la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto, serán iguales; ya que los momentos flectores no varían significativamente.

Las deflexiones de las losas aligeradas con las unidades de albañilería convencional y compuesto que se obtuvieron en los resultados del programa safe, nos arroja que las deflexiones por parte de la losa aligerada con ladrillo compuesto son menores, esto debiéndose a que el peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto es menor al peso de la losa aligerada con ladrillo convencional, actuando las cargas vivas de  $200\text{ kg/m}^2$  (Según la norma E 020 para viviendas). Los datos de las deflexiones varían entre 3.47% y 5.4% (Figura 40) utilizando el programa safe y en cuanto a los resultados de laboratorio, las deflexiones varían en un 1.40% (Figura 41); sin embargo pese a que hay una pequeña diferencia en cuanto a las deflexiones, ambos resultados fueron verificados según las flechas o deflexiones máximas que nos brinda la Norma E 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- La productividad de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, se tiene que el rendimiento de colocación de ladrillo convencional es

mayor que la habilitación del ladrillo compuesto, los resultados fueron 33m<sup>2</sup>/día y 24m<sup>2</sup>/día (Tabla 30) respectivamente; es por eso que incrementara los días de la habilitación del ladrillo compuesto. El precio, calculado en el análisis de precios unitarios de la habilitación del de las unidades de albañilería fueron de S/26.73 y S/39.16 (Tabla 31) para la colocación de ladrillo convencional y ladrillo compuesto respectivamente.

El metrado de la losa aligerada es la misma para ambos casos, sin embargo al haber una variación de rendimiento y de costos, se ve afectado la suma total del presupuesto, donde se obtuvo un total de S/10,959.26 y 12,060.38 (Tabla 32) para la losa aligerada con ladrillo convencional y compuesto, donde se obtiene un ahorro de 9.10% (Figura 45) del total del costo del presupuesto a favor de la losa aligerada convencional comparado con la losa aligerada con ladrillo compuesto.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar investigaciones el uso del ladrillo compuesto para diversos espesores de losa aligerada, variando las densidades de la plancha de poliestireno para poder determinar el peso propio de las losas  
Utilizar el ladrillo compuesto en las losas aligeradas, teniendo como referencia que el peso propio disminuye.
  
- Se recomienda usar doble porción de curado químico en la losa aligerada con ladrillo convencional, ya que cuando se realizaron las losas aligeradas para el ensayo a flexión, la losa aligerada con ladrillo compuesto se empezaron a presentar fisuras de diversos tamaños (Ver anexo 05)  
Realizar investigaciones donde se promueva alternativas de materiales para el uso de losas aligeradas.
  
- Para poder disminuir los costos de habilitación de ladrillo compuesto se recomienda incrementar las cuadrillas y así poder obtener un mayor rendimiento, ya que esto afectará en el costo final del presupuesto



## REFERENCIAS

AL-NEGHEIMISH Abdulaziz, El-Sayed Ahmed, Khanbari Majed. Long-term deflection of prestressed SCC hollow core slabs. Artículo científico. ISSN: 0950-0618

Avecilas Rios, Diana Raquel. Alternativa Estructural – Constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido. Tesis (ingeniero civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2016. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25944>

BARRIENTOS Malpartida, Julio Cesar. Mejoramiento en tiempo, costos y productividad para la ejecución de una edificación de oficinas usando losas postensadas frente a una losa tradicional. Tesis (ingeniero civil) Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2238>

BIKÇE Murat, Akyol Bünyamin, Resatoglu Rifat. Investigating the effect of solid and lightweight hollow block slabs on construction cost. Indonesia. Proceedings of the Institution of Civil Engineers Vol. 172. 2019 ISSN: 1751 4312

CANO Cisneros, David Jhon. Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018 Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34804>

CHRISTIN Remayanti Nainggolan. Structural Behavior of Lightweight Bamboo Reinforced Concrete Slab with EPS Infill Panel. Artículo científico. Indonesia. Universidad Brawijaya, 2017. ISSN: 0094-243X

COSINGA Pérez, Anthony Bryan, Rodolfo Andres Gomez Del Aguila. Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla. Tesis (ingeniero civil).

Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2017.  
Disponibile en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/3719>

DAVILA J. Analisis comparativo en losas de cimentación: Losas aligeradas mediante bloques de EPS frente a losas macizas. España. Universidad de hueva, 2015. ISSN: 0255-6952

DÍAS Aliaga, Guillermo José. Análisis comparativo de sistemas y tecnologías aplicadas a la construcción de losas aligeradas. Tesis (ingeniero civil)  
Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2008.  
Disponibile en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16426>

FLORES Alvarado, Jimmy Alexander. Titulo Análisis comparativo de losa aligerada sistemas: convencional, viguetas prefabricadas firth y pre losas. Tesis (ingeniero civil)  
Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.  
Disponibile en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/14642/1/flores\\_aj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/14642/1/flores_aj.pdf)

GONZÁLEZ Ayala, Tania Haydee. Estudio de losas aligeradas con la utilización de casetón poliestireno y losa prefabricada en sus condiciones de servicio, costo y estado de límite de resistencia – Guadalajara. Tesis (ingeniero civil).  
Mexico: Universidad Autónoma de Guadalajara, 2016.  
Disponibile en:  
[https://www.academia.edu/30182630/Estudio\\_de\\_losas\\_aligeradas\\_con\\_la\\_utilizaci%C3%B3n\\_de\\_caset%C3%B3n\\_poliestireno\\_y\\_losa\\_prefabricada\\_en\\_sus\\_condiciones\\_de\\_servicio\\_costo\\_y\\_estado\\_l%C3%ADmite\\_de\\_resistencia](https://www.academia.edu/30182630/Estudio_de_losas_aligeradas_con_la_utilizaci%C3%B3n_de_caset%C3%B3n_poliestireno_y_losa_prefabricada_en_sus_condiciones_de_servicio_costo_y_estado_l%C3%ADmite_de_resistencia)

HYEON-Jong Hwang, Hong-Gun Park, Geon-Ho Hong. Time-Dependent Deflection of Slab Affected by Construction Load. Artículo Científico. issn:0889-3241

KIM Min Sook, Kang Joowon, Lee Young Hak. Analytical Model for Deflections of Bonded Posttensioned Concrete Slabs. Artículo Científico. ISSN:1687-8434

MERA Araneda, Claudio Antonio. Losa Nervada Tralix (Diseño y estudio comparativo con losa tradicional de hormigón armado). Tesis (ingeniero civil). Chile: Universidad Austral de Chile, 2006. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14870482/losa-nervada-tralix-tesis-electronicas-uach-universidad-austral->

PUNGAÑA Manzano, José Luis. Aplicación del código ACI – 318 – 2008 Para el diseño de losas alivianadas y losas macizas bidireccionales y la implantación de un programa de cálculo. Tesis (ingeniero civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2015. Disponible: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11816/1/Tesis%20899%20%20Punga%C3%B1a%20Manzano%20Jos%C3%A9%20Luis.pdf>

PORTILLO Reynoso, Jose David. Análisis, evaluación y rediseño de losas prefabricadas de concreto armado, aligeradas con poliestireno expandido. Tesis (ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala 2009. Disponible: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3046\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3046_C.pdf)

RABANAL Alvarez, Guerrero Muñoz, Martinez Alonso. Bending and Shear Experimental Tests and Numerical Analysis of Composite Slabs Made Up of Lightweight. Spain. University of Oviedo, 2016. ISSN: 2314-4912

RIVERA Granados, Diego Percy. Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016. Tesis (ingeniero civil). Huancayo: Universidad privada de los andes, 2016. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/276>

RIVEROS Felipe A Desarrollo y ensayo de un nuevo molde en acero para fundir losas de concreto con diferentes tamaños. Bogotá. Revista Facultad de Ingeniería, 2017. ISSN: 0121-1129

TRAUTWEIN L. M. Experimental study of solid RC slabs strengthened on the upper surface. Sao Paulo. Revista Ibracon de estruturas e materiais, 2018. ISSN: 1983-4195

VAKHSHOURi Behnam. Experimental and numerical analysis of deflection of posttensioned lightweight concrete slabs. Articulo Cientifico. ISSN:15376494

WANG Yong, Guo Wenxuan, Huang Zhaohu. Analytical model for predicting the load-deflection curve of post-fire reinforced-concrete slab. Articulo Cientifico. ISSN:0379-7112

ZHANG, Jing-Zhou, Li Guo-Qiang, Jiang Jian. Modeling structural behavior of reinforced concrete beam-slab substructures subject to side-column loss at large deflections. Articulo cientifico. ISSN:1369-4332

COMPORTAMIENTO a flexión de losas de hormigón reforzado con fibras (hrf) por Dra. Ing. Ana Blanco Alvarez [et al]. Junio 2014, pp. 1-5.

Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/263191083\\_Comportamiento\\_a\\_flexion\\_de\\_losas\\_de\\_hormigon\\_reforzado\\_con\\_fibras\\_HRF](https://www.researchgate.net/publication/263191083_Comportamiento_a_flexion_de_losas_de_hormigon_reforzado_con_fibras_HRF)

FICHA Técnica Ladrillos Lark. Lima. Marzo 2017

Disponible en:  
[https://www.ladrillospiramide.com/media/uploads/ficha\\_tecnica/ficha\\_te%CC%81cnica\\_hueco\\_15\\_raya\\_actualizado\\_01.03.pdf](https://www.ladrillospiramide.com/media/uploads/ficha_tecnica/ficha_te%CC%81cnica_hueco_15_raya_actualizado_01.03.pdf)

S10 Costos y Presupuesto. Computers Structures, INC.

Disponible en: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>

Regalemto Nacional de Edificaciones (Perú), 2019. RNE

PROPIEDADES Mecánicas de los materiales, 2015. 3,4 pp.

Disponible en:  
[http://www.prontubeam.com/articulos/12\\_2015\\_PROP\\_MAT/12\\_2015\\_PROP\\_MAT\\_articulo.pdf](http://www.prontubeam.com/articulos/12_2015_PROP_MAT/12_2015_PROP_MAT_articulo.pdf)

Construction and Building Materials vol.191. Usa. 2018

ISSN: 0950-0618

Universidad Politécnica de Cartagena, Resistencia, 2017.

Disponible

en:

[https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/51\\_resistencia.html](https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/51_resistencia.html)

SYSTEM for the lightening of bidirectional slabs with flat intrados. Usa , 2017.

Disponible

en:

[https://www.geoplastglobal.com/sites/default/files/catalogue\\_new\\_nautilus\\_en\\_0.pdf](https://www.geoplastglobal.com/sites/default/files/catalogue_new_nautilus_en_0.pdf)

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

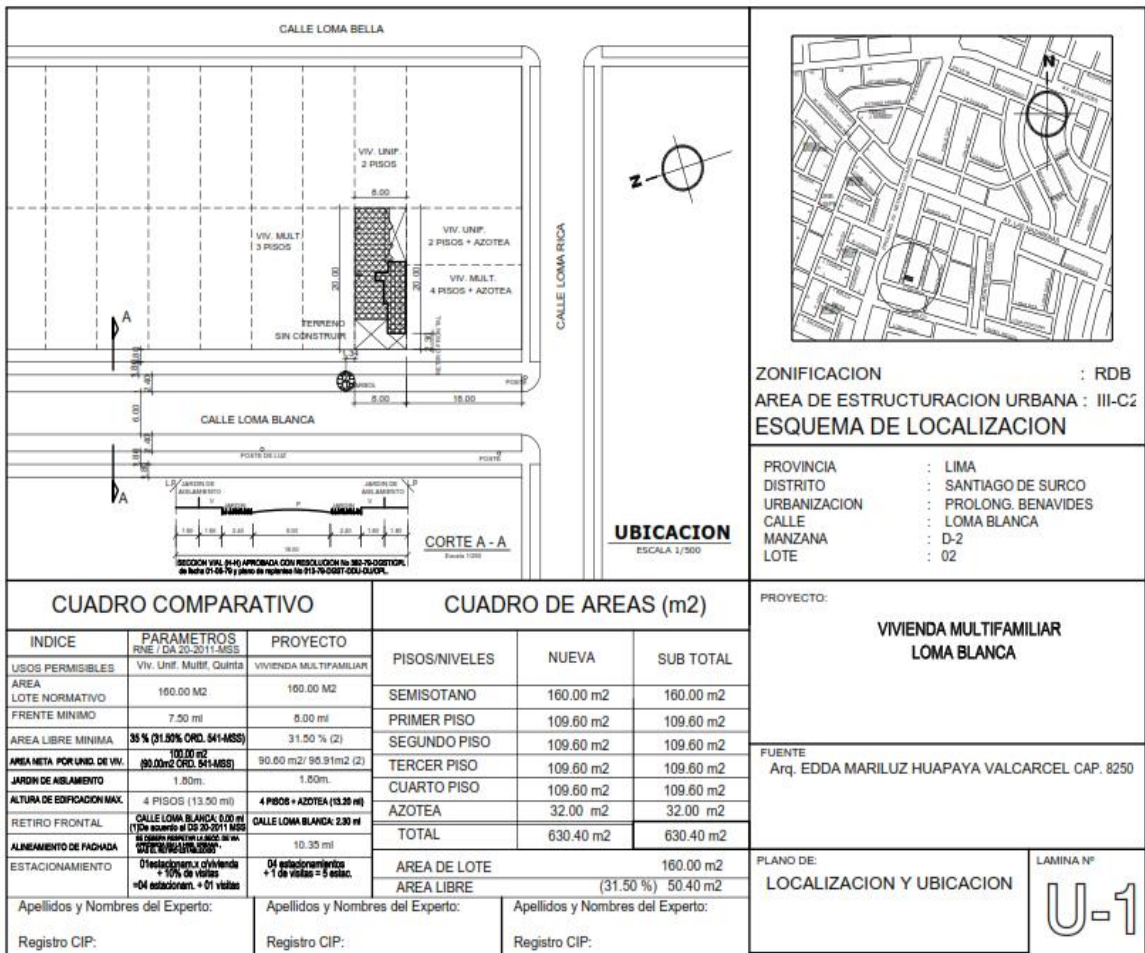
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Unidades de Albañilería	Las unidades de albañilería en losas aligeradas tienen como función la de aligerar el peso de las estructuras y sirven como encofrado de las viguetas	Las unidades de albañilería que se usaran para el desarrollo del proyecto de investigación será el ladrillo tradicional y la combinación de ladrillo compuesto con poliestireno	Ladrillo convencional	Dimensiones de las unidades de albañilería  Peso de las unidades de albañilería	<b>Método:</b> Científico  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Tipo:</b> Aplicada  <b>Nivel:</b> Explicativo causal  <b>Diseño:</b> Experimental  <b>Instrumento:</b> . Software Safe  . S10 Costos y presupuesto
			Ladrillo compuesto		
Resistencia de losa aligerada	<p>La resistencia es la capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin romper.</p> <p>Para Blanco Blasco (p. 15): La losa aligerada son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado</p>	La resistencia se medirá de acuerdo a los ensayos de laboratorio que se someterá la losa aligera con ladrillo compuesto y ladrillo convencional.	Peso de losa aligerada (Norma E 020)	Metrado de Cargas  Materiales	
			Flexión de losa aligerada	Momentos flectores máximos  Deflexión	
			Productividad	Costo de colocación de ladrillo  Rendimiento de mano de obra	

ANEXO 02 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019					
Autor: Najarro Gamboa, Alberto Calixto					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema general ¿Cuál es el resultado de la comparación de resistencia de losas aligeradas con ladrillo convencional y ladrillo compuesto?	Objetivo general Evaluar la resistencia estructural de las losas aligeradas con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019	Hipótesis general La resistencia de la losa aligerada con ladrillo convencional frente a cargas verticales es más rígida que la losa aligerada con ladrillo compuesto.	<b>Variable INDEPENDIENTE:</b> Unidades de albañilería	Ladrillo convencional  Ladrillo compuesto	Peso de las unidades de albañilería
¿Cuál es el peso de la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones?	Determinar el peso de la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones	El peso de la losa aligerada variara con el uso de ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.	<b>Variable DEPENDIENTE:</b> Resistencia de losa aligerada	Peso de losa aligerada	Ladrillo convencional  Ladrillo compuesto
¿Cuál será la resistencia a la flexión de la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones?	Determinar la resistencia a la flexión entre la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones	La resistencia a la flexión de la losa aligerada variara significativamente con el uso ladrillo compuesto frente a la losa con ladrillo convencional.		Flexión de losa aligerada	Momentos maximos  Deflexiones
¿Cuáles sería la productividad de realizar la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones?	calcular la productividad de realizar la losa aligerada con ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones	La productividad cambiara de acuerdo al uso de ladrillo convencional y ladrillo compuesto utilizado en edificaciones.		Productividad	Costos de colocación de ladrillo  Rendimiento de mano de obra



## **ANEXO 03 PLANOS**



ZONIFICACION : RDB  
 AREA DE ESTRUCTURACION URBANA : III-C2  
 ESQUEMA DE LOCALIZACION

PROVINCIA : LIMA  
 DISTRITO : SANTIAGO DE SURCO  
 URBANIZACION : PROLONG. BENAVIDES  
 CALLE : LOMA BLANCA  
 MANZANA : D-2  
 LOTE : 02

**UBICACION**  
 ESCALA 1/500

CUADRO COMPARATIVO			CUADRO DE AREAS (m2)		
INDICE	PARAMETROS RNE / DA 20-2011-MSS	PROYECTO	PISOS/NIVELES	NUEVA	SUB TOTAL
USOS PERMISIBLES	Viv. Unif. Multi. Quintas	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	SEMISOTANO	160.00 m2	160.00 m2
AREA LOTE NORMATIVO	160.00 M2	160.00 M2	PRIMER PISO	109.60 m2	109.60 m2
FRENTE MINIMO	7.50 ml	8.00 ml	SEGUNDO PISO	109.60 m2	109.60 m2
AREA LIBRE MINIMA	35 % (31.50% ORD. 641-MSS)	31.50 % (2)	TERCER PISO	109.60 m2	109.60 m2
AREA NETA POR UNID. DE VIV.	100.00 m2	90.60 m2/ 95.91m2 (2)	CUARTO PISO	109.60 m2	109.60 m2
JARDIN DE AISLAMIENTO	1.80m.	1.80m.	AZOTEA	32.00 m2	32.00 m2
ALTURA DE EDIFICACION MAX.	4 PISOS (13.50 ml)	4 PISOS + AZOTEA (13.30 ml)	TOTAL	630.40 m2	630.40 m2
RETRO FRONTAL	CALLE LOMA BLANCA: 0.00 ml (De acuerdo al DS 20-2011 MSS)	CALLE LOMA BLANCA: 2.30 ml	AREA DE LOTE	160.00 m2	
ALINEAMIENTO DE PACHADA	10.35 ml	10.35 ml	AREA LIBRE (31.50 %)	50.40 m2	
ESTACIONAMIENTO	01 estacionamiento vivienda + 5% de visitas = 04 estacionam. + 01 visitas	04 estacionamiento + 1 de visitas = 5 estac.			
Apellidos y Nombres del Experto:	Apellidos y Nombres del Experto:	Apellidos y Nombres del Experto:			
Registro CIP:	Registro CIP:	Registro CIP:			

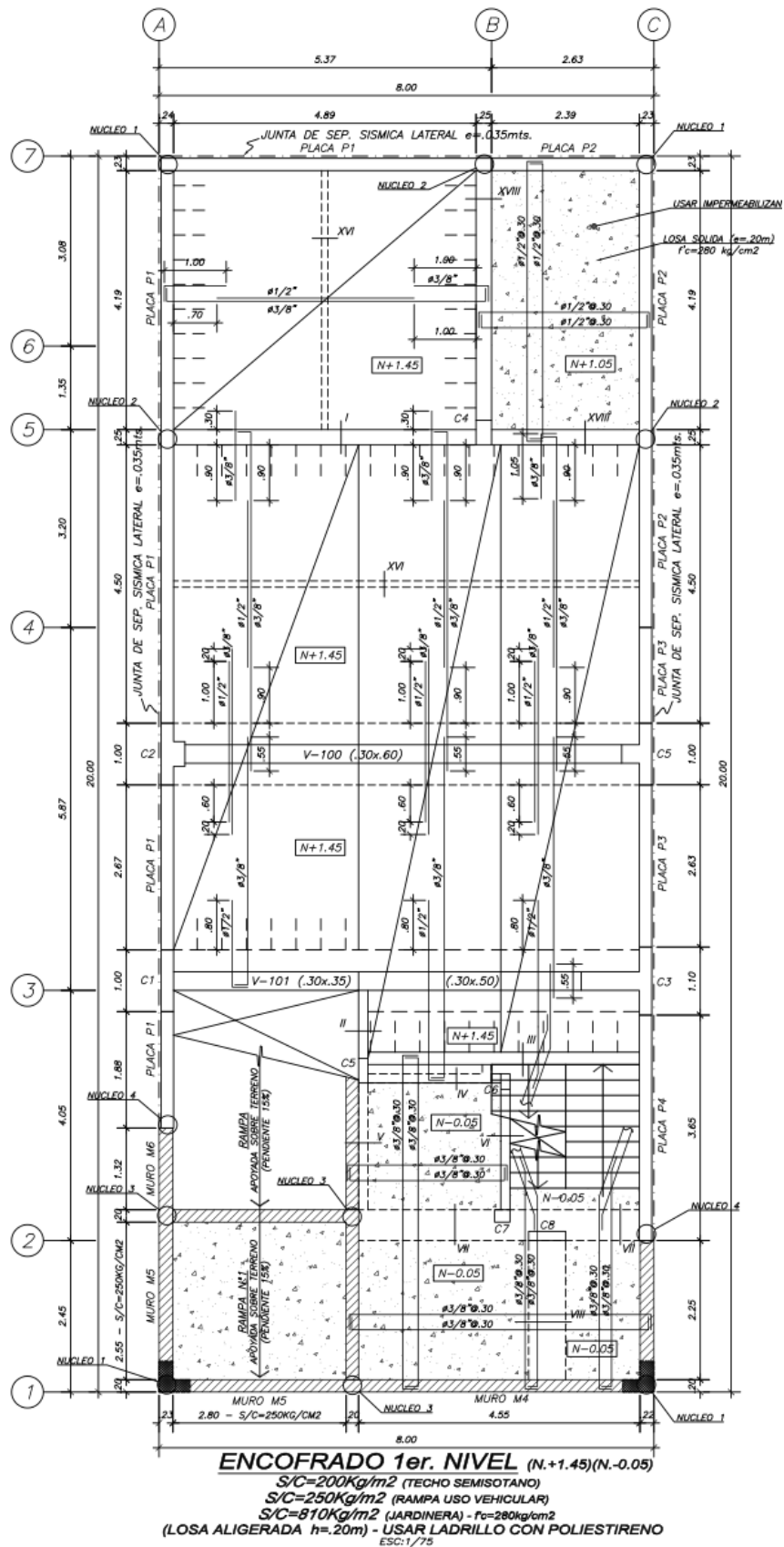
PROYECTO:  
**VIVIENDA MULTIFAMILIAR LOMA BLANCA**

FUENTE:  
 Arq. EDDA MARILUZ HUAPAYA VALCARCEL CAP. 8250

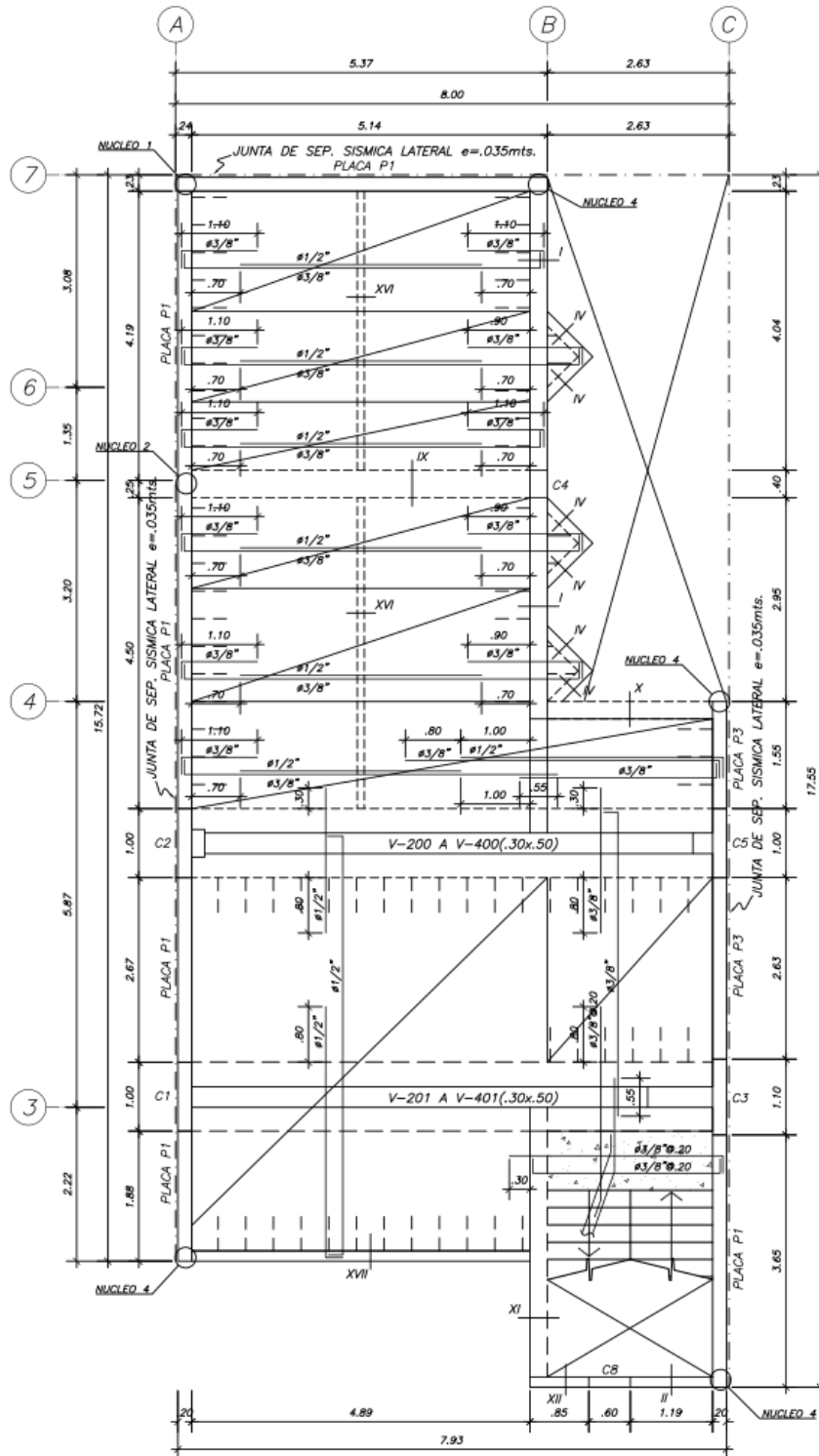
PLANO DE:  
**LOCALIZACION Y UBICACION**

LAMINA N°  
**U-1**

Plano de Ubicación

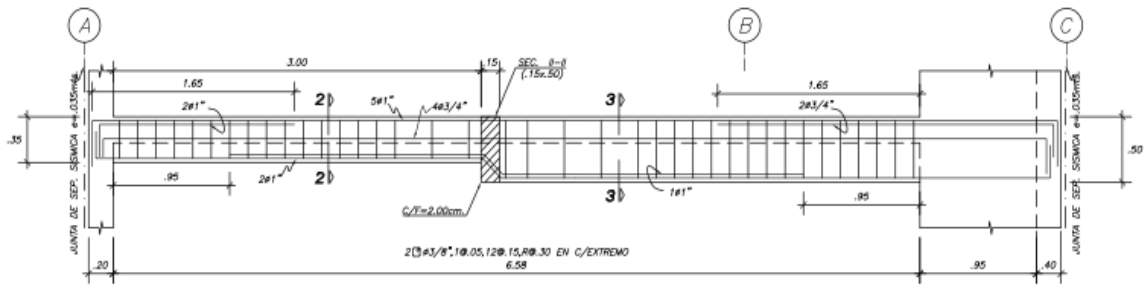


Plano de Aligerado

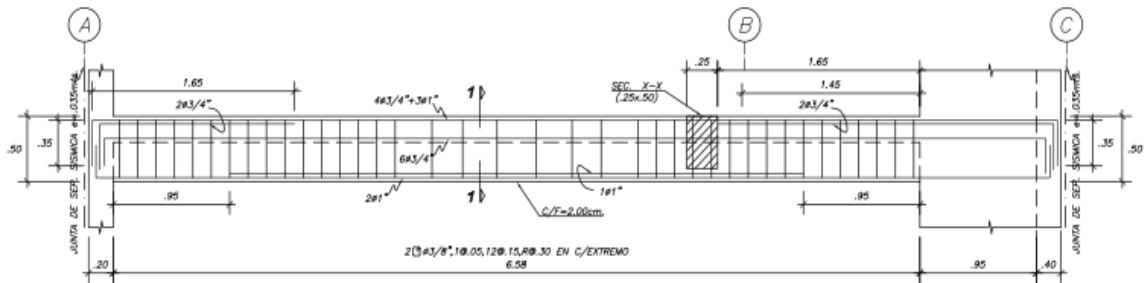


**ENCOFRADO 2do. NIVEL (TECHO 1er. PISO) (N.+4.10)**  
**ENCOFRADO 3er. NIVEL (TECHO 2do. PISO) (N.+6.75)**  
**ENCOFRADO 4to. NIVEL (TECHO 3er. PISO) (N.+9.40)**  
 S/C=200Kg/m<sup>2</sup>  
 (LOSA ALIGERADA h=.20m) - USAR LADRILLO CON POLIESTIRENO  
 ESC:1/75

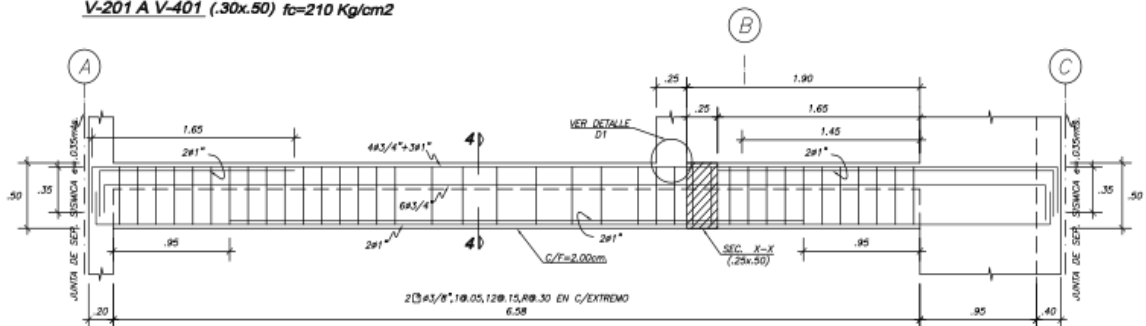
Plano de aligerado de niveles típicos



**V-101 (.30x.50)(.30x.35)  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>**






**V-201 A V-401 (.30x.50)  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>**



**V-501 (.30x.50)  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>**

Plano de vigas

DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO
<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>  <b>REGISTRO CIP N° :</b> 51304  <b>FIRMA</b> 	<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b> Luis Dorados C.A. <b>REGISTRO CIP N° :</b> 194542  <b>FIRMA</b>  ..... <b>HUMBERTO VARGAS CHACALTANA</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> Reg. CIP N° 194542	<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>  <b>REGISTRO CIP N° :</b>  <b>FIRMA</b>  ..... <b>Ing. Samir Arévalo Vidal</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> REG. CIP N° 177295

FUENTE: ING. MARTIN CORTEJO SANDIGA

Firma de validación de los profesionales

**ANEXO 04 FICHAS DE REGISTRO DE DATOS**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de alfilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones,  
Lima - 2010

Asunto: Datos del programa safe

Resistencia estructural de losa aligerada con lastrilla convencional

DIMENSIONES:

-Momentos flectores máximos

-Deflexiones

### PARTE A: DATOS GENERALES

El programa safe, se utilizará para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de alfilería convencional y compuesto, donde se obtendrá los resultados de momentos flectores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

### PARTE B: PARAMETRO DE EVALUACIÓN

Momentos máximos

Luz:	4.89	luz
Momento flector	1.25	ton.f-m

Luz:	4.50	m
Momento flector	1.19	ton.f-m

Luz:	2.67	m
Momento flector	0.89	ton.f-m

Deflexiones máximas

Deflexión	0.0085	luz
-----------	--------	-----

Deflexión	0.0133	m
-----------	--------	---

Deflexión	0.013	m
-----------	-------	---

Verificación de fuerzas cortantes

Vu	$\phi V_n$	Cumple	No cumple
1.1	1.13	Si	
1.04	1.13	Si	
1.02	1.13	Si	
1.14	1.13	Si	
1.11	1.13	Si	
0.50	1.13	Si	

Acero calculado según momentos flectores

Momento (ton.f-m)	Área de acero	Diámetro de acero según área
1.25	2.02 cm <sup>2</sup>	10/12" + 10/3/8"
1.19	1.93 cm <sup>2</sup>	10/12" + 10/3/8"
0.89	1.53 cm <sup>2</sup>	10/12" + 10/3/8"
0.82	1.31 cm <sup>2</sup>	10/16"

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos Raul Pinto Barrantes		Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
Registro CIP N°: 51304		Parámetro	Porcentaje de evaluación
Curso:		1	1
Firma:		2	1
		3	1
		4	1
		Promedio	1





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albitubería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019

Asunto: Datos del programa salit

Resistencia estructural de losa aligerada con Infrillo Compuesto

DIMENSIONES:

-Momentos flexores máximos

-Deflexiones

PARTE A: DATOS GENERALES

El programa salit, se utilizará para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de albitubería convencional y compuesto, donde se obtendrá los resultados de momentos flexores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

Momentos máximos		Unid	
Luz:	4.84	m	
Momento flexor	1.23	tonf-m	
Luz:	4.50	m	
Momento flexor	1.14	tonf-m	
Luz:	3.67	m	
Momento flexor	0.83	tonf-m	
Deflexiones máximas		Unid	
Deflexión	0.0066	m	
Deflexión	0.0167	m	
Deflexión	0.0123	m	
Verificación de fuerzas cortantes			
Vu	eVn	Cumple	No cumple
1.02	1.15	Si	
1.07	1.15	Si	
0.99	1.15	Si	
1.09	1.15	Si	
1.07	1.15	Si	
0.44	1.15	Si	
Acero calculado según momentos flexores			
Momento (ton f-m)	Acero de acero	Diámetro de acero según área	
1.23	7.98 cm	1ø 4/8" + 1ø 3/8"	
1.14	7.83 cm	1ø 3/8" + 1ø 3/8"	
0.83	7.43 cm	1ø 3/8" + 1ø 3/8"	
0.44	7.12 cm	1ø 3/8"	

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombre y Apellido Raul Pinto Barrantes		Escala de evaluación por parametro 0      0.5      1	
Registro CEP N°: 51301		Parametro	Porcentaje de evaluación
Curso:		1	1
Firma:		2	1
		3	1
		4	1
Puntaje			1



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de alfarería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019

Asunto: Ensayo de losa aligerada

VARIABLE: Resistencia estructural de losa aligerada  
DIMENSIONES: Ladrillo convencional

N° DE FICHA:

FECHA Y HORA:

### PARTE A: DATOS GENERALES

UBICACIÓN DE LABORATORIO: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID)

RUC:

DIRECCIÓN:

### PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

DEFLEXIONES

Luz: 4.50 m

Ensayo a flexión de losa:

- Peso aplicado antes de rotura: 3350 Kg
- Deflexión de la losa aligerada: 0.0199 m

Agrietamiento en losa aligerada

Patron de grietas en la losa aligerada antes de ser sometida al ensayo:

VER ANEXO N°6

N° de grietas: 6

Longitud mayor de agrietamiento: 0.165 m

Longitud menor de agrietamiento: 0.03 m

Cantidad de materiales

Concreto (m<sup>3</sup>)

Acero (Kg)

Ladrillo convencional (unf)

0.45 m<sup>3</sup>

17.03 Kg

38 unf

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos Raul Panto Barrantes		Rango de evaluación por parámetro 0                      0.5                      1	
Registro CIP N°: 51301		Parámetro	Porcentaje de evaluación
Cursos:		1	1
Firma:		2	1
		3	1
		4	
		Promedio	1



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de alfilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones,  
Lima - 2019

Asunto: Ensayo de losa aligerada

VARIABLE: Resistencia estructural de losa aligerada  
DIMENSIONES: Ladrillo compuesto

N° DE FICHA:

FECHA Y HORA:

### PARTE A: DATOS GENERALES

UBICACION DE LABORATORIO: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sismicas y Mitigación de desastres (CISAMID)

RUC:

DIRECCIÓN:

### PARTE B: PARAMETRO DE EVALUACIÓN

DEFLEXIONES

Luz: 4.50 m

Ensayo a flexión de losa:

- Peso aplicado antes de rotura: 3350 Kg
- Deflexión de la losa aligerada: 0.0194 m

Agrietamiento en losa aligerada

Patrón de grietas en la losa aligerada antes de ser sometida al ensayo:

VER ANEXO N°6

N° de grietas: 48

Longitud mayor de agrietamiento: 0.62 m.

Longitud menor de agrietamiento: 0.045 m.

Cantidad de materiales

Concreto (m<sup>3</sup>)

Acero (Kg)

Ladrillo techo 30x30x8 cm (und)

Poliestireno expandido (m<sup>3</sup>)

0.45

17.03

38

2.88

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos <i>Raul Pinto Burnantes</i>		Rango de evaluación por parametro 0                      0.5                      1	
Registro CIP N°: <i>51304</i>		Parametro	Porcentaje de evaluación
Correo:		1	1
Firma:		2	1
<i>Raul Pinto</i>		3	1
		4	1
		Promedio	1



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Distribución de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones.  
Lima - 2019

Asunto: Datos del programa sálv

Resistencia estructural de losas aligeradas con ladrillo convencional

DIMENSIONES:

-Momentos flexores máximos

-Deflexiones

PARTE A: DATOS GENERALES

El programa sálv, se utilizará para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, donde se obtendrá los resultados de momentos flexores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACION

Momentos máximos		Unid
Luz:	4.84	m
Momento flexor	1.25	ton.f-m
Luz:	4.50	m
Momento flexor	1.19	ton.f-m
Luz:	2.63	m
Momento flexor	0.89	ton.f-m
Deflexiones máximas		Unid
Deflexión	0.0085	m
Deflexión	0.0133	m
Deflexión	0.013	m

Verificación de fuerzas cortantes

Va	v/Va	C/cumple	No cumple
1.1	1.15	Si	
1.04	1.15	Si	
1.03	1.15	Si	
1.14	1.15	Si	
1.19	1.15	Si	
0.50	1.15	Si	

Acero calculado según momentos flexores

Momento (ton.f-m)	Area de acero	Diámetro de acero según área
1.25	2.02	$10\sqrt{2} + 10\sqrt{2}$
1.19	1.92	$10\sqrt{2} + 10\sqrt{2}$
0.89	1.53	$10\sqrt{2} + 10\sqrt{2}$
0.82	1.31	$10\sqrt{2}$

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos LOIS ALBERTO VARGAS CHICALINA		Rango de evaluación por parámetro 0      0.5      1	
Registro CIP N°: 194542		Parámetro	Porcentaje de evaluación
Cómodo: Huespedesal@gmail.com		1	1
Firma:		2	
		3	
		4	
 LUIS ALBERTO VARGAS CHICALINA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 194542		Promedio:	1



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones.  
Lima - 2019

Asunto: Datos del programa safe

Resistencia estructural de losa aligerada con ladrillo Compuesto

DEMIENCONES:

-Momentos flectores máximos

-Deflexiones

### PARTE A: DATOS GENERALES

El programa safe, se utilizó para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, dando se obtendrá los resultados de momentos flectores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

### PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACION

Momentos máximos

Luz:	4.89	m
Momento flexor	1.23	tonf-m

Luz:	4.50	m
Momento flexor	1.14	tonf-m

Luz:	2.67	m
Momento flexor	0.83	tonf-m

Deflexión máximas		Val
Deflexión	0.0065	m

Deflexión	0.0167	m
-----------	--------	---

Deflexión	0.0123	m
-----------	--------	---

Verificación de fuerzas cortantes			
Vu	φVn	Cumple	No cumple
1.02	1.15	Si	
1.01	1.15	Si	
0.99	1.15	Si	
1.09	1.15	Si	
1.07	1.15	Si	
0.44	1.15	Si	

Acero calculado según momentos flectores		
Momento (ton f-m)	Área de acero	Diámetro de acero según área
1.23	1.98 cm	1φ 1/2" + 1φ 3/8"
1.14	1.83 cm	1φ 1/2" + 1φ 3/8"
0.83	1.43 cm	1φ 1/2" + 1φ 3/8"
0.74	1.18 cm	1φ 1/2"

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos		Rango de evaluación por parámetro	
Luis Alberto Urdaz Chicalana		0	0.5 1
Registro CIP N°:		Parámetro	Puntaje de evaluación
194542		1	1
Correo:		2	1
luisalberto@univallejo.edu.pe		3	
Firma:		4	
 LUIS ALBERTO URDAZ CHICALANA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 194542		Promedio	1



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería convencional y concreto utilizado en edificaciones,  
Lima - 2019

Asunto: Ensayo de losa aligerada

VARIABLE: Resistencia estructural de losa aligerada  
DIMENSIONES: Ladrillo convencional

N° DE FICHA:

FECHA Y HORA:

### PARTE A: DATOS GENERALES

UBICACIÓN DE LABORATORIO: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Daños (CISMID)

RUC:

DIRECCIÓN:

### PARTE B: PARAMETRO DE EVALUACION

DEFLEXIONES

Luz: 4.30 m

Ensayo a flexión de losa:

- Peso aplicado antes de rotura: 3350 Kg
- Deflexión de la losa aligerada: 0.0199 m

Agrietamiento en losa aligerada

Patrones de grietas en la losa aligerada antes de ser sometida al ensayo:

VER ANEXO Nº6

N° de grietas: 6

Longitud mayor de agrietamiento: 0.165 m

Longitud menor de agrietamiento: 0.03 m

Cantidad de materiales

Concreto (m<sup>3</sup>)

Acero (Kg)

Ladrillo convencional (unf)

0.48

17.03

38

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombre y Apellidos LOIS ALBERTO WIGAS CHACALTANA		Rango de evaluación por parámetro 0                      0.5                      1	
Registro CIP N°: 164512		Parámetro	Puntaje de evaluación
Cursos: Ingeniería Civil		1	1
Firma:		2	
		3	
		4	
		Promedio	1

LOIS ALBERTO WIGAS CHACALTANA

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP N° 164512



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería constructiva y compuesto utilizado en edificaciones.  
Lima - 2019

Asunto: Ensayo de losa aligerada

VARIABLE: Resistencia estructural de losa aligerada  
DIMENSIONES: Ladrillo compuesto

N° DE FICHA:

FECHA Y HORA:

### PARTE A: DATOS GENERALES

UBICACIÓN DE LABORATORIO: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de desastres (CISMID)

RUC:

DIRECCIÓN:

### PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

DEFLEXIONES

Luz: 4.50 m

Ensayo a flexión de losa:

- Peso aplicado antes de rotura: 3350 Kg
- Deflexión de la losa aligerada: 0.0194 m

Agrietamiento en losa aligerada

Patrón de grietas en la losa aligerada antes de ser sometida al ensayo:

VER ANEXO N°6

N° de grietas: 48

Longitud mayor de agrietamiento: 0.62

Longitud menor de agrietamiento: 0.045

Cantidad de materiales

Concreto (m<sup>3</sup>)

Aceite (Kg)

Ladrillo techo 30x30x3 cm (un)

Poliestireno expandido (m<sup>3</sup>)

0.45

17.03

38

2.88

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos		Rango de evaluación por parámetro	
Luis ALBERTO WAGNIS CHACALTANA		0	0.5 1
Registro CIP N°: 194542		Parámetro	Puntaje de evaluación
Correo: <i>luischacaltana@gmail.com</i>		1	1
Firma: <i>[Firma]</i>		2	1
		3	1
		4	1
		Promedio	1

LUIS ALBERTO WAGNIS CHACALTANA

INGENIERO CIVIL

RUC: CIP N° 194542



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones,  
Lima - 2019

Ayente: Uno del programa safe

Resistencia estructural de losa aligerada con ladrillo convencional

DIMENSIONES:

-Momentos flexores máximos

-Deflexiones

### PARTE A: DATOS GENERALES

El programa safe, se utilizará para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, donde se obtendrá los resultados de momentos flexores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

### PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

Momentos máximos

Los: 4.84 m  
Momento flexor: 1.25 Ton.F-m

Los: 4.50 m  
Momento flexor: 1.19 Ton.F-m

Los: 2.67 m  
Momento flexor: 0.89 Ton.F-m

Deflexiones máximas

Deflexión: 0.0085 m

Deflexión: 0.0133 m


Deflexión: 0.013 m

Verificación de fuerzas cortantes

Va	eVa	Cumple	No cumple
1.1	1.15	Si	
1.04	1.15	Si	
1.03	1.15	Si	
1.14	1.15	Si	
1.13	1.15	Si	
0.50	1.15	Si	

Acero calculado según momentos flexores

Momento (Ton.F-m)	Área de acero (cm <sup>2</sup> )	Diámetro de acero según área
1.25	2.02	16 $\sqrt{2}$ + 16 $\sqrt{2}$
1.19	1.93	16 $\sqrt{2}$ + 16 $\sqrt{2}$
0.89	1.53	16 $\sqrt{2}$ + 16 $\sqrt{2}$
0.82	1.31	16 $\sqrt{2}$

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos Jamir Arevalo Vidal		Rango de evaluación por parámetro 0 0.5 1	
Registro CIP N°:		Parámetro	Porcentaje de evaluación
Código:		1	1
Firma:		2	1
 Ing. Jamir Arevalo Vidal INGENIERO CIVIL		3	1
		4	1
		Promedio	1





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019

Asunto: Datos del programa safe

Resistencia estructural de losa aligerada con ladrillo Composito

DIMENSIONES:

-Momentos flectores máximos

-Deflexiones

PARTE A: DATOS GENERALES

El programa safe, se utilizó para el modelamiento de la losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto, donde se obtendrá los resultados de momentos flectores máximos, fuerzas cortantes y las deflexiones.

PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN


Momentos máximos		Unid
Luz:	4.89	m
Momento flector	1.23	tonf-m
Luz:	4.50	m
Momento flector	1.14	tonf-m
Luz:	3.67	m
Momento flector	0.83	ton.f-m
Deflexiones máximas		Unid
Deflexión	0.0068	m
Deflexión	0.0167	m
Deflexión	0.0123	m

Verificación de fuerzas cortantes

$V_u$	$\phi V_u$	Cumple	No cumple
1.02	1.15	Si	
1.01	1.15	Si	
0.99	1.15	Si	
1.09	1.15	Si	
1.07	1.15	Si	
0.94	1.15	Si	

Acero calculado según momentos flectores

Momento (ton.f-m)	Área de acero (cm <sup>2</sup> )	Diámetro de acero según área
1.23	1.98	1Ø 1/2" + 1Ø 3/8"
1.14	1.83	1Ø 1/2" + 1Ø 3/8"
0.83	1.43	1Ø 1/2" + 1Ø 3/8"
0.94	1.78	1Ø 1/2"

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombre y Apellidos Jamir Arévalo Vidal		Rango de evaluación por parámetro 0                      0.5                      1	
Registro CEP N°:		Parámetro	Puntaje de evaluación
Cursos:		1	1
Firma:		2	1
 Ing. Jamir Arévalo Vidal INGENIERO CIVIL REG. CEP N° 11702		3	1
		4	1
		Promedio	1



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones,  
Lima - 2019

Asunto: Ensayo de losa aligerada

VARIABLE: Resistencia estructural de losa aligerada  
DIMENSIONES: Ladrillo convencional

N° DE FICHA:

FECHA Y HORA:

### PARTE A: DATOS GENERALES

UBICACIÓN DE LABORATORIO: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CENAMID)

RUC:

DIRECCIÓN:

### PARTE B: PARAMETRO DE EVALUACIÓN

DEFLEXIONES

Luz: 4.50 m

Ensayo a flexión de losa:

- Peso aplicado antes de rotura: 3350 Kg
- Deflexión de la losa aligerada: 0.0199 m

Agrietamiento en losa aligerada

Patron de grietas en la losa aligerada antes de ser sometida al ensayo:

VER ANEXO N°

N° de grietas: 6

Longitud mayor de agrietamiento: 0.165 m

Longitud menor de agrietamiento: 0.03 m

Cantidad de materiales

Concreto (m<sup>3</sup>): 0.45

Acero (Kg): 17.03

Ladrillo convencional (un): 38

DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos Jamir Arevalo Vidal		Rango de evaluación por parametro 0 _____ 0.5 _____ 1	
Registro CIP N°:		Parametro	Porcentaje de evaluación
Correo:		1	1
Firma:		2	1
		3	0.5
		4	
Ing. Jamir Arevalo Vidal INGENIERO CIVIL		Promedio	0.93



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Evaluación de resistencia estructural de losa aligerada con unidades de albañilería con-nacional y compuesto utilizado en edificaciones.  
Lima - 2019

Asunto: Ensayo de losa aligerada

VARIABLE: Resistencia estructural de losa aligerada  
DIMENSIONES: Ladrillo compuesto

N° DE FICHA:

FECHA Y HORA:

### PARTE A: DATOS GENERALES

UBICACION DE LABORATORIO: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMED)

RUC:

DIRECCIÓN:

### PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

DEFLEXIONES

Las: 4.50 m

Ensayo a flexión de losa:

- Peso aplicado antes de rotura: 3350 Kg

- Deflexión de la losa aligerada: 0.0194 m

Agrietamiento en losa aligerada

Patron de grietas en la losa aligerada antes de ser sometida al ensayo:

VER ANEXO N°8

N° de grietas: 4

Longitud mayor de agrietamiento: 0.62

Longitud menor de agrietamiento: 0.045

Cantidad de materiales

Concreto (m<sup>3</sup>)

Azarc (Kg)

Ladrillo techo 30x30x8 cm (un)


Poliuretano expandido (m<sup>3</sup>)

0.45

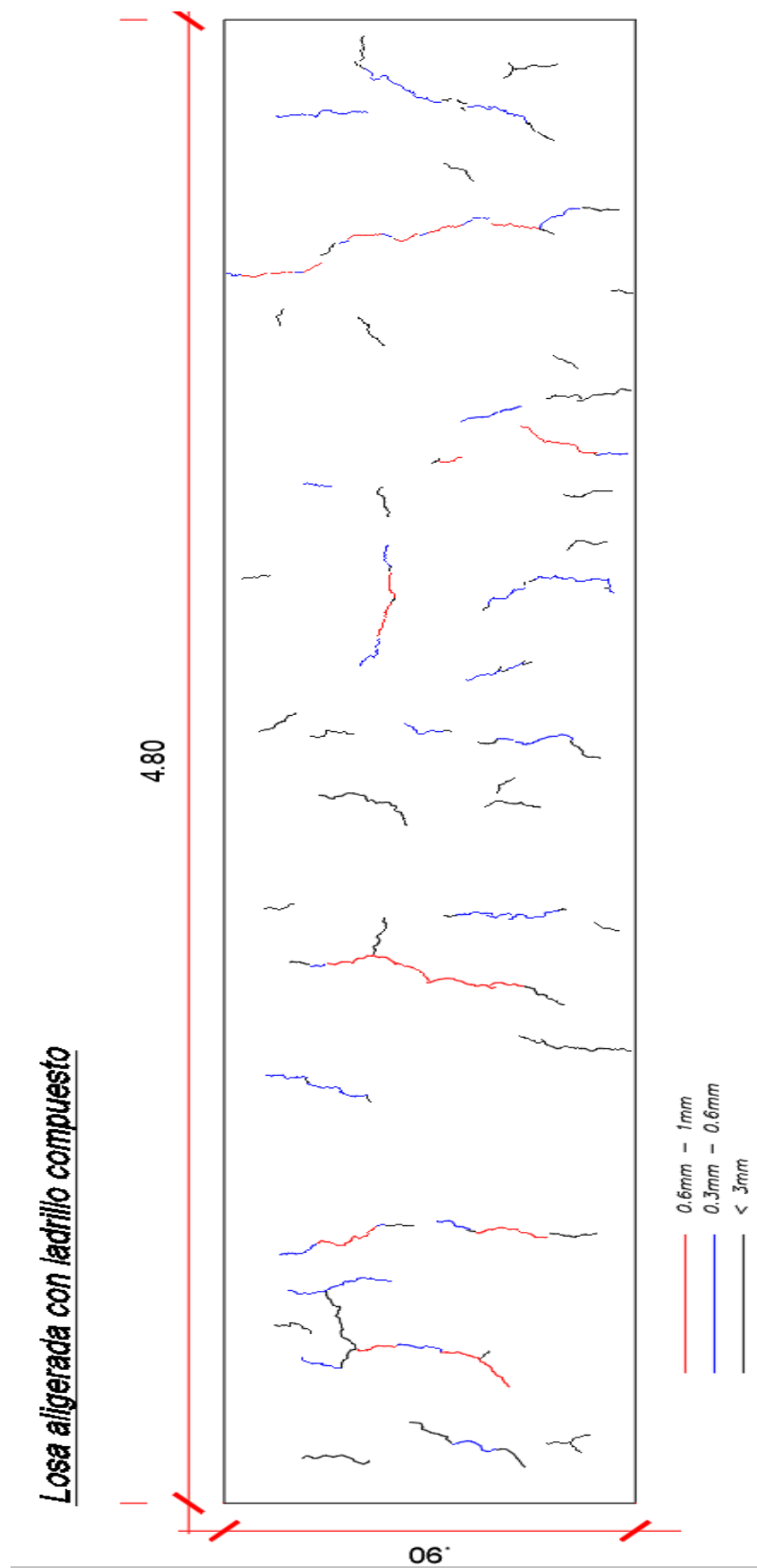
17.03

38

2.88

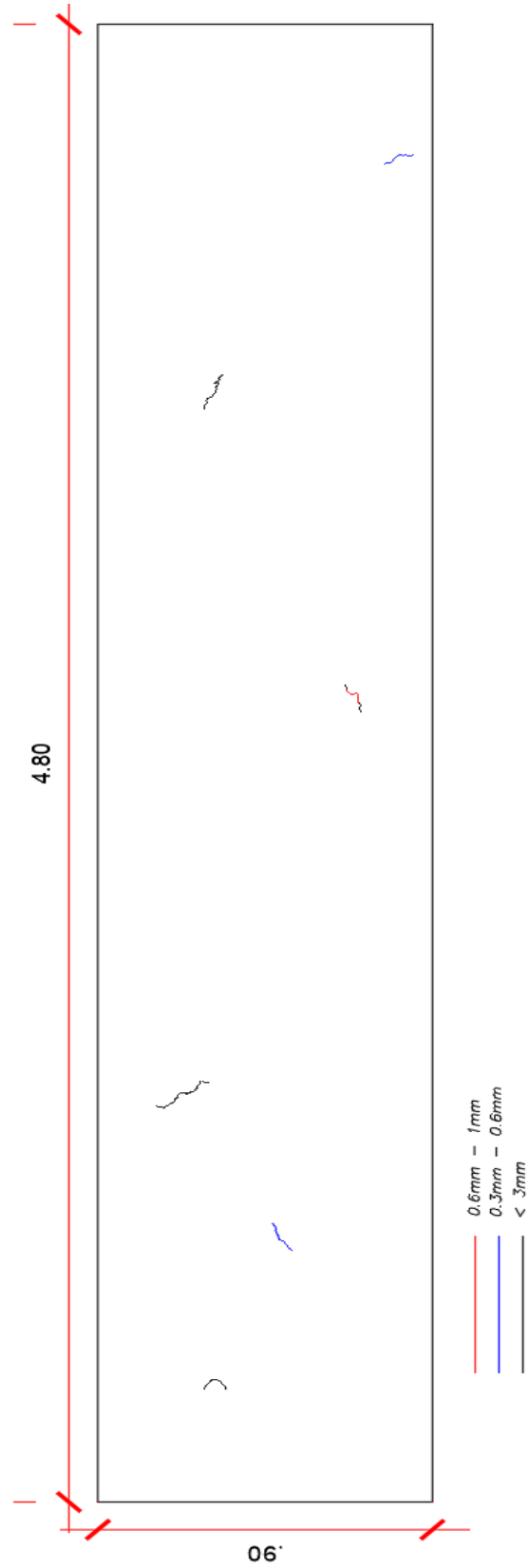
DATOS		EVALUACION DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos Samir Arevalo Vidal		Rango de evaluación por parámetro 0                      0.5                      1	
Registro CIP N°:		Parámetro	Porcentaje de evaluación
Cuerpo:		1	1
Firma:		2	1
 Ing. Samir Arevalo Vidal INGENIERO CIVIL		3	0.2
		4	
		Promedio	0.43

## ANEXO 05 PATRÓN DE GRIETAS ANTES DE SER SOMETIDO A FLEXIÓN



Fuente: Elaboración propia

Losa aligerada con ladrillo convencional



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 06 CARTA DE PRESENTACIÓN A CISMID



Lima, 27 de septiembre del 2019

### **CARTA DE PRESENTACIÓN N°131-2019-UCV-L-DA-ING-CIV/DE**

Señor Dr.  
Carlos Zavala Toledo  
Director  
CISMID

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle nuestro cordial saludo a nombre de la Universidad César Vallejo Lima Norte y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y a la vez presentarle a la estudiante NAJARRO GAMBOA, ALBERTO CALIXTO con código de estudiante N°7000950844, con DNI 72188767.

Quien se encuentra matriculado en IX ciclo del año académico 2019-II de la carrera de Ingeniería Civil.

El indicado estudiante solicita ingresar a las instalaciones de la institución que usted dirige para solicitar información de ensayos de losas aligerada, el cual será útil para su tema de tesis titulada **"Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizando en edificaciones, Lima -2019"**

Esperando contar con su apoyo a la formación profesional de nuestros estudiantes, quedo de usted.

Cordialmente,



*Rosa Carbajal*  
Mg. Rosa Carbajal Reyes  
Coordinadora de la  
EP de Ingeniería Civil

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



## ANEXO 07 PROPUESTA ECONOMICA DE CISMID



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
Facultad de Ingeniería Civil  
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas  
y Mitigación de Desastres  
Laboratorio de Estructuras



### PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA PARA LA REALIZACIÓN DE (02) DOS ENSAYOS DE FLEXIÓN DE LOSAS ALIGERADAS

#### 1. ANTECEDENTES

El 02 de octubre del 2019, con CARTA DE PRESENTACIÓN N°131-2019-UCV-L-DA-ING-CIV/DE, la Coordinadora de la EP de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Mg. Lilia Rosa Carbajal Reyes, presenta al Sr. Najarro Gambos, Alberto Calixto, estudiante de IX Ciclo de Ingeniería Civil de la misma universidad, con código de estudiante N°7000950844 y DNI 72188767, solicitando la realización de (02) dos ensayos a flexión de losas aligeradas, como parte de su proyecto de investigación para la obtención del título profesional. Posteriormente, con fechas 09 y 11 de octubre del 2019, nuestros especialistas se reunieron con el estudiante Alberto Najarro para determinar alcances de los ensayos. En respuesta a esta solicitud el Laboratorio de Estructuras de CISMID-FIC-UNI formuló la presente propuesta.

Consultados nuestros especialistas, proponemos un plan de actividades de acuerdo a los requerimientos solicitados para llevar a cabo el estudio en mención, el que ponemos a vuestra consideración en la presente propuesta.

#### 2. OBJETIVO DE LOS ENSAYOS

El objetivo del presente estudio es realizar el estudio de (02) Dos Ensayos de Flexión de Losas Aligeradas (Ver Figura N° 1) bajo cargas estáticas, de acuerdo a la Norma ASTM C78.



PROPUESTA N° 22-LE-CISMID/2019/JG-EM

Av. Túpac Amaru 1150, Rimac, Lima 25, Código Postal 15333 – Perú  
Teléfonos: (+51) 1 4820777 / Central Telefónica: (+51) 1 481 1070 Anexo 284  
Correo-e: [director@uni.edu.pe](mailto:director@uni.edu.pe) / URL: <http://www.cismid-uni.org>

Página 1

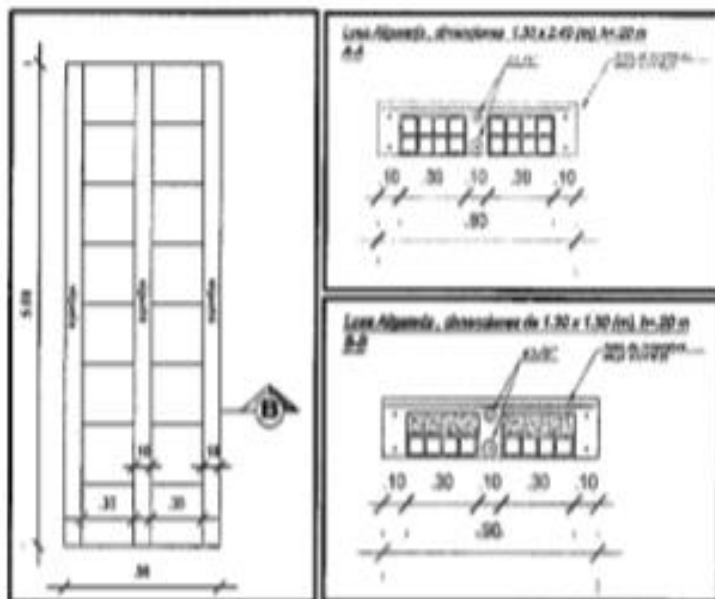


Figura N° 1 Losa de entrepiso con viguetas

### 3. PLAN DE ENSAYOS

De acuerdo a lo solicitado, se propone la realización de (02) dos ensayos de flexión de losas aligeradas; la cantidad y características de la losa se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 1 Descripción de los especímenes

ESPECIMEN	Luz (m)	ESPAZAR LOSA (cm)	CANTIDAD	OBSERVACION	
ENSAYO DE FLEXION	LA-01	5.0	20	1	Bovedilla Convencional
ENSAYO DE FLEXION	LA-02	5.0	20	1	Bovedilla Aligerada

Las luces libres a ser ensayadas serán definidas por el Laboratorio de Estructuras - CISMID.



PROPUESTA N° 22-LE-CISMID/2019/JG-EM



## ANEXO 08 INFORME ENSAYO DE LOSA ALIGERADA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

CISMID

### ENSAYO DE FLEXIÓN DE LOSA ALIGERADA



**Solicitante: NAJARRO GAMBOA,  
ALBERTO**

**Investigación de Tesis:** Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima - 2019

Informe N.° 004-LE-CISMID/2019  
**INFORME TÉCNICO**

Diciembre, 2019



Lima-Perú



## CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS.....	3
TABLA DE TABLAS.....	4
1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETIVO.....	5
3. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA.....	5
3.1. Espécimen.....	5
3.2. Setup del Ensayo.....	8
3.3. Equipo Utilizado.....	8
4. RESULTADOS DEL ENSAYO.....	10
4.1. Deflexiones antes del ensayo.....	10
4.2. Curva Fuerza – Deformación.....	10
4.3. Curva Fuerza – Ángulo de Giro.....	11
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO.....	12
6. CONCLUSIONES.....	13
7. CONFIDENCIALIDAD.....	13





### TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Losa aligerada – Dimensiones (m).....	5
Figura 2. Vista de la losa aligerada con unidades convencional.....	6
Figura 3. Vista de la losa aligerada compuesta.....	6
Figura 4. Disposición del sistema de medición.....	7
Figura 5. Vista en planta y elevación del mecano de carga y losa aligerada.....	7
Figura 6. Celada de carga y transductores centrales (CH-00 CH-04 CH-05 y CH-06).....	9
Figura 7. transductores inferiores a los tercios (CH-03 y CH-07).....	9
Figura 8. Transductores laterales cara Sur (CH-01 y CH-02).....	9
Figura 9. Transductores laterales cara Norte (CH-08 y CH-09).....	9
Figura 10. Vista del programa para adquisición de datos.....	9
Figura 11. Bomba de control de la gata hidráulica.....	9
Figura 12. Curva Fuerza – Deflexión.....	11
Figura 13. Curva Fuerza – Ángulo de Giro.....	11
Figura 14. Análisis de fuerza cortante y momento flector.....	12
Figura 15. Estado inicial del espécimen antes del ensayo (P-02).....	14
Figura 16. Vista del equipo encargado del ensayo para car inicio (P-01).....	14
Figura 17. Estado final del espécimen después del espécimen (P-01).....	14
Figura 18. Vista del espécimen deformado en la zona central (P-02).....	14
Figura 19. Vista de la flecha producida por la carga (P-02).....	14
Figura 20. Vista de la flecha producida por la carga (P-02).....	14
Figura 21. Vista del deflexion remanente espécimen (P-02).....	15
Figura 22. Vista de la deflexion y comprobacion de la deflexion remanente (P-02).....	15
Figura 23. Vista de las grietas laterales en la losa (P-02).....	15
Figura 24. Vista de la deflexion de la losa (P-02).....	15
Figura 25. Estado final de la losa aligerada (P-02).....	15





### TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del espécimen.....	6
Tabla 2. Sensores de adquisición de datos.....	8
Tabla 3. Flechas antes y después del ensayo de cada espécimen .....	10





## ENSAYO MONOTÓNICO DE LOSA ALIGERADA

### 1. ANTECEDENTES

El Sr. Najarro Gamboa, Alberto Calixto, egresado de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, solicita mediante correo electrónico la realización de un ensayo de flexión de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto, como parte de su proyecto de investigación para la obtención del título profesional. En respuesta a esta solicitud el Laboratorio de Estructuras de CISMID-FIC-UNI formuló la PROPUESTA N°22-LE-CISMID/2019/JG-EM, la cual fue aceptada por el solicitante en fecha 21 de octubre del 2019.

### 2. OBJETIVO

El objetivo del presente ensayo consiste en determinar las propiedades mecánicas de dos (02) especímenes mediante un ensayo monotónico por medio de una gata estática que deformará el espécimen hasta deformaciones según la capacidad de los traductores de desplazamientos utilizados. (ver Figura 1)



Figura 1. Losa aligerada – Dimensiones (m)

### 3. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA

#### 3.1. Especímen

De acuerdo a lo solicitado, se propone la realización de dos (02) ensayos de flexión de losas aligeradas; la cantidad y características de las losas se detalla en la Tabla 1. (ver Figura 2 y Figura 3)

Las características de las losas aligeradas son las siguientes:

Losa aligerada convencional P-01:

- Losa aligerada con unidades convencionales (ladrillos de 30x30x15cm); la longitud total es de 4.80m de largo con 0.90 m de ancho y peralte de 0.20 m

Av. Túpac Amaru 1150, Rimac, Lima 25, Código Postal 15333 – Perú  
Teléfonos: (+51) 1 4820777 / Central Telefónica: (+51) 1 481 1070 Anexo 294  
Correo-e: [director@uni.edu.pe](mailto:director@uni.edu.pe) / URL: <http://www.cismid.uni.edu.pe>

Pág. 5





Losa aligerada compuesta P-02:

- Losa aligerada con unidades compuesta de poliestireno expandido (30x30x7.5cm) y unidades convencionales (30x30x7.5cm); la cual se colocó primero la unidad de convencional (parte inferior) y luego la unidad de poliestireno expandido (parte superior); la longitud total de la losa es de 4.80m de largo con 0.90 m de ancho y peralte de 0.20 m

Tabla 1. Descripción del espécimen

ESPÉCIMEN ENSAYO DE FLEXIÓN		LUZ (m)	ANCHO (m)	ESPE- SOR LOSA (cm)	CANTIDAD
CONVENCIONAL	P-01	4.8	0.9	20	1
COMPUESTO	P-02	4.8	0.9	20	1



Figura 2. Vista de la losa aligerada con unidades convencional



Figura 3. Vista de la losa aligerada compuesta

### 3.2. Setup del Ensayo

Siguiendo las especificaciones ASTM-C78, se realiza dos (02) ensayos monotónicos de flexión en losas aligeradas cargada a los tercios de la luz del espécimen descrito en la Tabla 1. Durante el ensayo, se registrará el comportamiento del espécimen utilizando sensores de deformación ubicados según muestra la Figura 4. De los datos registrados durante el ensayo será posible determinar la curva de comportamiento del espécimen, pudiéndose determinar el tipo de falla originado en el espécimen, la deflexión máxima y su capacidad de carga.

La condición de apoyo de la losa es simplemente apoyada sobre rodillos. La luz libre entre los apoyos simples de la losa aligerada es de 4.55 m. y la aplicación de la carga se realiza mediante rodillos ubicados a los tercios de la





luz libre tal como se ilustra en la Figura 4. La vista en planta y elevación del mecano de carga y la losa aligerada se aprecia en la Figura 5.

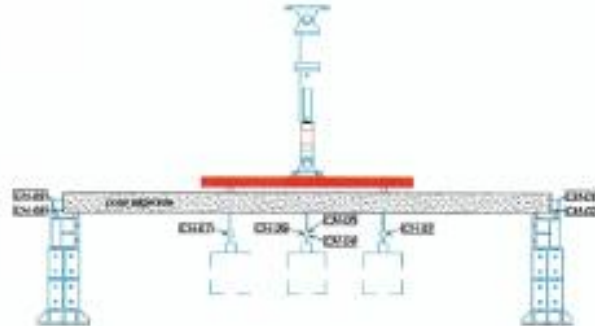


Figura 4. Disposición del sistema de medición

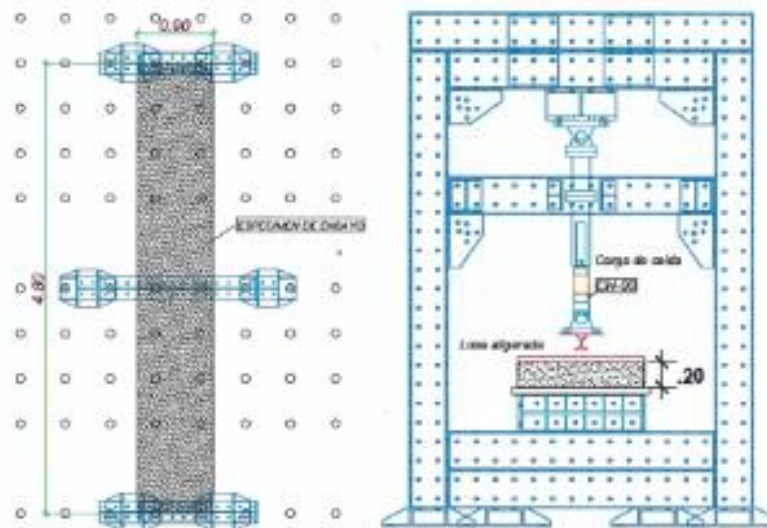


Figura 5. Vista en planta y elevación del mecano de carga y losa aligerada





### 3.3. Equipo Utilizado

A continuación, se detalla los siguientes equipos que fueron necesarios para el desarrollo del ensayo:

- Gata hidráulica de 500 kN de capacidad.
- Transductores de desplazamiento LVDT de 100 y 30 mm.
- Sistema de adquisición de datos: TDS-530, es un equipo de registro de datos con capacidad de frecuencia de muestreo hasta 1 Hz.

Los canales asignados a cada sensor conectado al sistema de adquisición de datos, así como el rango de medición, se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Sensores de adquisición de datos

CANAL	TIPO	RANGO
CH-00	Celda de Carga	500 kN
CH-01	LVDT	30 mm
CH-02	LVDT	30 mm
CH-03	LVDT	100 mm
CH-04	LVDT	100 mm
CH-05	LVDT	100mm
CH-06	LVDT	100 mm
CH-07	LVDT	100 mm
CH-08	LVDT	30 mm
CH-09	LVDT	30 mm

LVDT: Transductor de desplazamiento







Figura 6. Celda de carga y transductores centrales (CH-00 CH-04 CH-05 y CH-06)



Figura 7. transductores inferiores a los tercios (CH-03 y CH-07)



Figura 8. Transductores laterales cara Sur (CH-01 y CH-02)



Figura 9. Transductores laterales cara Norte (CH-08 y CH-09)



Figura 10. Vista del programa para adquisición de datos



Figura 11. Bomba de control de la gata hidráulica





#### 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Durante el ensayo de flexión estática, se aplicó una carga monótonica a los tercios de la luz libre de las losas aligeradas tal como se describió en la sección 3.2, registrándose los desplazamientos verticales al centro de la luz, a los tercios de la luz y en las caras laterales de la losa con la finalidad de registrar el ángulo de giro en los apoyos de la losa aligerada.

##### 4.1. Deflexiones antes del ensayo

Los apoyos simples de la losa aligerada se ubican a 1.10 m sobre el nivel de la losa de reacción del laboratorio. Posterior a la colocación de la losa sobre los rodillos de apoyo simple, antes de empezar el ensayo se registró la deflexión inicial producto del peso propio, lo cual se indica en la tabla 3. Posterior al ensayo se registró la deflexión remanente.

Tabla 3. Flechas antes y después del ensayo de cada espécimen

TIEMPO	P-01	P-02
Antes del ensayo	6.25mm	2.16mm
Al término del ensayo	45.00mm	59.74mm

\* La distancia promedio es registrada del fondo de la losa aligerada al centro de la luz libre hacia la losa de reacción.

##### 4.2. Curva Fuerza – Deformación

De la Figura 12, la deflexión máxima de la losa aligerada convencional P-01 registrada durante el ensayo fue de 64.12 mm y la carga máxima registrada durante el ensayo fue de 3.404 tonf. Y la deflexión máxima de la losa aligerada compuesta P-02 registrada durante el ensayo fue de 80.78 mm y la carga máxima registrada durante el ensayo fue de 3.45 tonf.



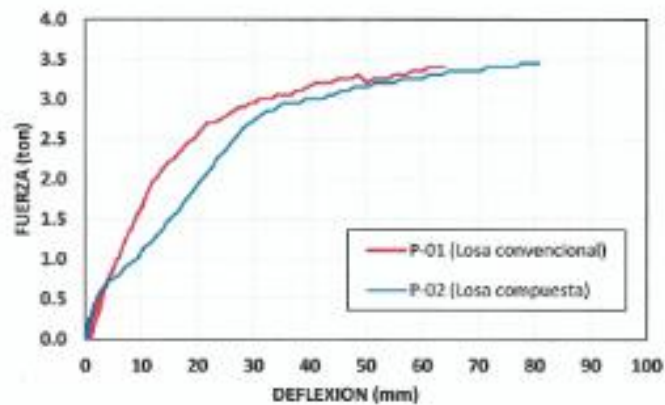


Figura 12. Curva Fuerza – Deflexión

#### 4.3. Curva Fuerza – Ángulo de Giro

De la Figura 13, el giro máximo promedio registrado durante el ensayo de la losa P-01 fue de 0.042 rad. Y para la losa P-02 fue de 0.054 rad.

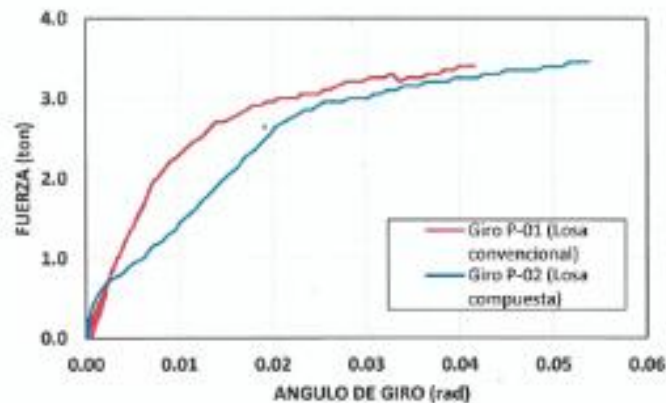


Figura 13. Curva Fuerza – Ángulo de Giro





## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO

El análisis de las losas aligeradas bajo carga de flexión estática aplicado a los tercios de la luz se aprecia en la Figura 14.

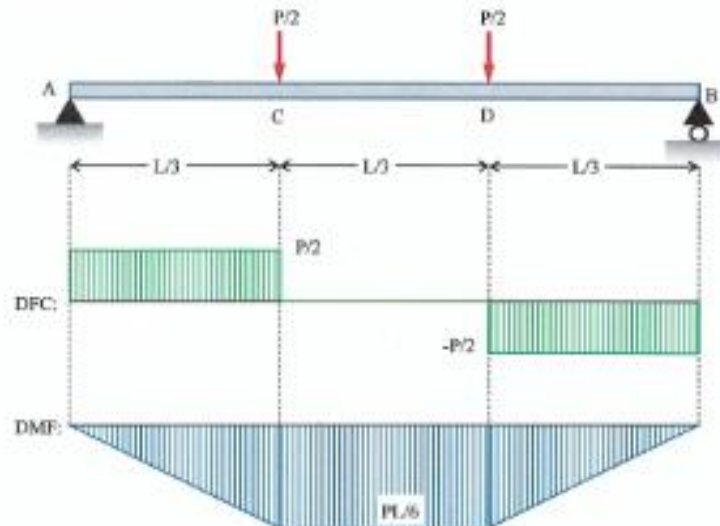


Figura 14. Análisis de fuerza cortante y momento flector

Tomando los resultados del ensayo:  $L = 4.55 \text{ m}$

La fuerza cortante debido al sistema de carga del ensayo está definida por la Ecuación (1).

$$V_{\max} = \frac{P}{2} \quad (1)$$

El momento flector debido al sistema de carga del ensayo está definido por la Ecuación (2).

$$M_{\max} = \frac{PL}{6} \quad (2)$$

Del ensayo de flexión estática de la losa aligerada, el agrietamiento de la zona en tensión inicia en el tercio central de la losa aligerada por lo que el Módulo de Ruptura ( $R$ ) queda definido por la Ecuación (3). Donde  $b$  es el ancho de la losa aligerada ( $b = 0.90 \text{ m}$ ) y  $d$  el espesor promedio de la losa aligerada ( $d = 0.175 \text{ m}$ ).





$$R = \frac{PL}{bd^2} \quad (3)$$

	P-01	P-02
Carga máxima (tonf)	3.404	3.450
Cortante máximo (tonf)	1.702	1.725
Momento máximo (tonf-m)	2.581	2.816
Módulo de rotura (Mpa)	5.511	5.585

## 6. CONCLUSIONES

- Debido a los rangos máximos de medición vertical, los transductores de desplazamiento ubicados debajo de la losa tienen un rango máximo de 100mm es por ello que al llegar a valores cercanos a 100mm de deflexión de dejó de aplicar carga y descargarlo.
- El registro de desplazamientos al centro de la luz alcanzó un valor cercano a 100 mm, correspondiente al rango máximo de medición de los transductores de desplazamiento usados durante el ensayo (deflexión inicial más deflexión por carga)
- La deflexión inicial de la losa P-01 fue de 8.25 mm y máxima deflexión producto de la carga aplicada fue de 64.12 mm, en total se obtuvo una deflexión de 70.37mm, y la carga máxima fue de 3.404 tonf.
- La deflexión inicial de la losa P-02 fue de 2.16 mm y máxima deflexión producto de la carga aplicada fue de 80.78 mm, en total se obtuvo una deflexión de 82.94 mm, y la carga máxima fue de 3.45 tonf
- El giro máximo promedio registrado durante el ensayo fue de 0.042 rad. Para la losa P-01 y de 0.054 rad para la losa P-02

## 7. CONFIDENCIALIDAD

El presente informe es exclusivo y únicamente para uso académico del solicitante, quedando expresamente prohibida su uso parcial o total por terceros. Cualquier uso o reproducción parcial o total del informe deberá contar con la autorización expresa de CISMID.

  
 Mag. Ing. Jorge Gallardo Tapia  
 Jefe de laboratorio de estructuras  
 CISMID/FIC/UNI



ANEXO

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 15. Estado inicial del espécimen antes del ensayo (P-02)



Figura 16. Vista del equipo encargado del ensayo para car inicio (P-01)



Figura 17. Estado final del espécimen después del espécimen (P-01)



Figura 18. Vista del espécimen deformado en la zona central (P-02)



Figura 19. Vista de la flecha producida por la carga (P-02)



Figura 20. Vista de la flecha producida por la carga (P-02)





Figura 21. Vista del deflexión remanente especimen (P-02)



Figura 22. Vista de la deflexion y comprobacion de la deflexion remanente (P-02)



Figura 23. Vista de las grietas laterales en la losa (P-02)



Figura 24. Vista de la deflexion de la losa (P-02)



Figura 25. Estado final de la losa aligerada (P-02)



## ANEXO 09 PANEL FOTOGRAFICO



Encofrado de losa aligeradas



Verificación del nivelamiento del encofrado





Alberto Calixto Najarro Gamboa (Derecha), supervisando al personal de trabajo derecha (Izquierda)



Vista de losa aligerada con ladrillo convencional



Habilitación de ladrillo de 30x30x8 cm que conformara el ladrillo compuesto



Colocación del pegamento para adherir el poliestireno expandido



Verificacion del espesor del ladrillo compuesto  $e=15\text{cm}$



Vista del ladrillo compuesto



Acero en viguetas y temperatura, en losa aligerada con ladrillo compuesto



Losa aligerada con ladrillo convencional (Izquierda), Losa aligerada con ladrillo convencional (derecha)



Vaceado de concreto en losa aligerada con ladrillo convencional



Vaceado en losa aligerada con ladrillo compuesto



Losa aligerada con ladrillo compuesto (Izquierda), Losa aligerada con ladrillo convencional (Derecha)



De izquierda a derecha: Prevencionista, Operario 1, Operario 2, Alberto Calixto Najarro Gamboa



Curador químico para concreta marca “Sika”



Realización del curado químico para la losa aligerada convencional y compuesto



Losa aligerada con ladrillo compuesto (En el suelo), losa aligerada con ladrillo convencional (En el ensayo)