

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

**Evaluación teórica del sistema de prelasas ante losas
aligeradas convencionales**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Ana Yomira Huaman Cervantes
Moises Neto Velasquez Zubieta

Asesor:

Ing. Carlos Frank Yoctún Rios

Lima, noviembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN

Carlos Frank Yoctún Ríos, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "Evaluación teórica del sistema de prelosas ante losas aligeradas convencionales" constituye la memoria que presentan los estudiantes Ana Yomira Huaman Cervantes y Moises Neto Velasquez Zubieta para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 26, noviembre del 2020.



Ing. Carlos Frank Yoctún Ríos

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....26.....día(s) del mes de.....Noviembre.....del año 2020...siendo las.....17:00..... horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Ing. Fiorella Maira Zapata Antezana....., el (la) secretario(a): Ing. David Diaz Garamendi..... y los demás miembros: Ing. Giuliano Ricardo Moreno Patiño y el (la) asesor(a)... Ing. Carlos Frank Yoctún Ríos..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Evaluación teórica del sistema de prelosas ante losas aligeradas convencionales". de los (las) egresados (as):

.....a)..... **MOISES NETO VELASQUEZ ZUBIETA**.....

.....b)..... **ANA YOMIRA HUAMAN CERVANTES**.....

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

.....**INGENIERÍA CIVIL**.....

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): **MOISES NETO VELASQUEZ ZUBIETA**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE


Candidato/a (b): **ANA YOMIRA HUAMAN CERVANTES**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al.... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Ing. Fiorella Maira
Zapata Antezana



Secretario
Ing. David Diaz
Garamendi

Asesor
Ing. Carlos Frank
Yoctún Ríos

Miembro

Miembro
Ing. Giuliano Ricardo
Moreno Patiño

Candidato (a)
Moises Neto Velasquez
Zubieta

Candidato/a (b)
Ana Yomira Huaman
Cervantes

Evaluación Teórica del Sistema de Prelosas ante Losas Aligeradas Convencionales.

Evaluation theoretical of the pre-slab system against conventional lightened slabs

HUAMAN CERVANTES ANA YOMIRA
VELASQUEZ ZUBIETA MOISES NETO

EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

La existencia de diversos sistemas de prefabricados en el sector de construcción han ido creciendo progresivamente en nuestro país, por ende la ejecución de obras se lleva a cabo de manera mas rápida y efectiva disminuyendo el tiempo de encofrados y traslados de materiales. La industrialización de la construcción y la forma de realización del producto final esta logrando optimizar los mismos recursos, elevados rendimientos en obra o las distintas combinaciones. Por ende este artículo tiene como objetivo la evaluación de los dos sistemas de losas mediante la comparacion de 7 autores que han realizado y aplicado el uso de estos sistemas de losas de tal manera poder así comprobar las ventajas ante el uso de losas aligeradas convencionales y prelosas.

Llegando a concluir con el análisis mediante la comparación de precios unitarios y procesos constructivos que el sistema de prelosas es más rentable, trabajable, productivo y con mejores acabados.

Palabras clave: Losa, pre fabricados, costos, análisis, industria.

Abstract

The existence of various precast systems in the construction sector have been growing progressively in our country, therefore the execution of works is carried out more quickly and effectively reducing the time of formwork and transfer of materials. The industrialization of the construction and the form of realization of the final product is managing to optimize the same resources, high performance on site or the different combinations. Therefore, this article aims to evaluate the two slab systems by comparing 6 authors who have carried out and applied the use of these slab systems in such a way as to be able to verify the advantages over the use of conventional lightened slabs and pre-slabs.

Coming to conclude with the analysis through the comparison of unit prices and construction processes that the pre-slab system is more profitable, workable, productive and with better finishes..

Keywords: Slab, pre-fabricated, costs, analysis, industry. Key words: Slab, pre fabricated, costs, analysis, industry.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación de revisión se enfoca básicamente en sistemas constructivos que marcan la diferencia a nivel de industrialización de la aplicación de losas prefabricadas de concreto; el objetivo general es realizar un análisis comparativo de las losas convencionales aligeradas con vaciado in situ ante las prelosas.

Los sistemas tradicionales de losas aligeradas vienen siendo usadas desde hace mucho tiempo, más aún en el Perú, la predominación de estos hace que otros sistemas no sean reconocidos y empleados en el vaciado de techo de grandes proyectos de edificaciones.

La industria de la construcción en nuestro país se ha convertido a partir del siglo XX en uno de los sectores más eficientes de su economía, cuya tasa de crecimiento crece significativamente a tasas superiores al 10%, una de las razones de este incremento es el número de proyectos habitacionales destinados principalmente a la clase media y baja que se está incrementando de manera muy importante con proyectos beneficiosos para la población.

El objetivo de este artículo es la evaluación de los dos sistemas de losas mediante la comparación de 7 autores que han utilizado estos sistemas en diferentes obras con la finalidad de disminuir costos, aumentar la productividad y mejorar el rendimiento en la construcción de edificaciones; sin embargo, estos sistemas industrializados no son tan conocidos en la mayoría de zonas del Perú por ende, desconocen las ventajas de estos sistemas constructivos como las prelosas, lo que implica que el cliente prefiera una construcción convencional, en la que no se realiza un control de materiales por lo tanto genera desperdicios, costos innecesarios y mayor tiempo de ejecución.

ANTECEDENTES

El crecimiento actual de la construcción civil, se ve promovido por los diversos programas gubernamentales de vivienda, la reactivación de la auto construcción motivada por mayores facilidades de préstamo, un entorno de tipos de interés competitivos y la mejora en las expectativas económicas. En los últimos ocho años la industria de la construcción en nuestro país, ha tenido un crecimiento promedio de 12% anual, siendo los proyectos inmobiliarios y el impulso de las asociaciones públicas y privadas.

En el último informe del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, se muestra que en el periodo de enero a setiembre del 2014 el sector de la construcción creció en 0.96% respecto a su similar periodo del año 2013, irradiado en el aumento del consumo interno de cemento en 2.38%, por otro lado, la inversión en el avance físico de obras cayó en 3.53%. El aumento del consumo interno de cemento se sustentó en la mayor inversión en obras en las empresas mineras, así como también obras de edificios de viviendas. (ARADO, 2014)

Inconvenientes en la industrialización de la construcción en el Perú:

- La baja capacitación de la mano de obra.
- La resistencia al cambio, desconfianza en la calidad y comportamiento en el futuro de sistemas constructivos innovadores.

- Presencia de sindicatos de construcción que se oponen a la mejora de la productividad.
- Falta de variedad de equipos y herramientas en nuestro mercado.
- Desinterés de inversión en las etapas iniciales de un proyecto.
- Desconocimiento del beneficio de la Estandarización versus el costo de dejar de construir en el íntegro del terreno.
-

DESARROLLO Y REVISION

Sistema de Losa Aligerada Convencional

Este sistema tradicional es uno de los sistemas más antiguos y usados en nuestra ciudad así mismo en nuestro país, pero con el transcurso del tiempo, estos también han ido evolucionando; ya que en épocas pasadas se usó bloques de arena y cemento, estos eran demasiado pesados y la exploración de una losa aligerada de menor peso hizo que aparecieran los bloques de arcilla cocida hueca los cuales son más livianos que los anteriores bloques. En la actualidad existen bloques de poliestireno, lo cual es mucho más livianos y favorecen a la estructura, excepto que presenta dificultades en el acabado del cielo raso. Por esta razón es que el predominio de losa aligerada con ladrillo de arcilla cocida es la más utilizada en nuestra época y será este sistema el que analizaremos.(Salgin, Arroyo, & Ballard, 2016)

Componentes del Sistema convencional:

Este sistema se realiza en campo sus componentes son los siguientes:

- Viguetas: Las viguetas se preparan in situ, sobre el encofrado, y van espaciadas a cada 40 cm cada una,
- Encofrado: Para colocar el acero y vaciar el concreto debe colocarse tablas, pies derechos, soleras, frisos, mano de obra y tiempo.
- Acero de Refuerzo: Se coloca en cada vigueta y en las zonas que se indique en los planos de estructuras. Además, comprende la colocación del acero de temperatura.
- Complemento: El complemento en este caso es el ladrillo de arcilla, las dimensiones son de 30x30 cm., con alturas de 12, 15, 20 y 25cm.
- Losa: El vaciado del concreto genera una estructura monolítica entre la vigueta y la losa de compresión.

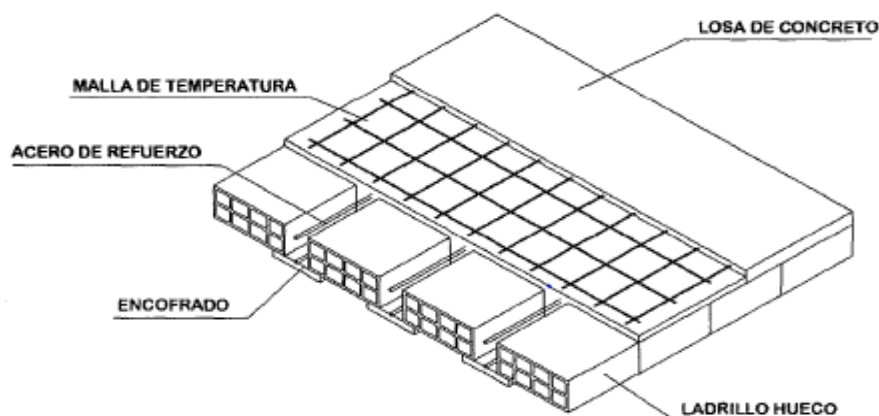


Figura N° 1: PARTES DE LA LOSA CONVENCIONAL.

Estos procedimientos tienen rendimientos bajos debido a la gran cantidad de encofrado, un mayor tiempo de desencofrado, el concreto es preparado in situ y se hacen varios vaciados por ello se extienden los tiempos de vaciado

Características técnicas de losa Aligerada

Los materiales que participan en este sistema, generalmente son habilitados en obra, comenzando con el encofrado, habilitando la madera a ser empleada, así como la habilitación del acero inferior, superior y de temperatura, colocación de las unidades de ladrillo hueco de techo, colocación de las armaduras y vaciar el concreto, el que puede realizarse con mezcladora a pie de obra o empleando concreto pre-mezclado.

Características estructurales

Los materiales que participan en este sistema, generalmente son habilitados en obra. El peso propio de la losa está en función al espesor de la misma y sumando a otras cargas de gravedad revelan la carga muerta de la estructura. La cantidad de insumos que actúan por cada metro cuadrado de losa aligerada convencional están dados en el siguiente cuadro.

Tabla 1. DETALLES ESTRUCTURALES DE LOSAS ALIGERADAS.

ALTURA (cm)	PESO (kg/m ²)	LADRILLO (unid/m ²)	CONCRETO (m ³ /m ²)
17	280	8.33	0.080
20	300	8.33	0.090
25	350	8.33	0.100
30	420	8.33	0.113

Análisis Estructural de Losas

Para el análisis estructural de losas aligeradas se toma como marco normativo el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente las normas E-020 cargas y E-060 concreto armado

Se plantea un ejemplo práctico en el caso de losas aligeradas, para lo cual se tiene en cuenta los datos, en donde se mencionan las dimensiones del paño a diseñar

Se tienen los siguientes datos. (Rojas López, Henao Grajales, & Valencia Corrales, 2017)

*Uso: Vivienda multifamiliar.

*Peso Acabados (W_a): 150 kg/m²

*Sobrecarga: 200 kg/m²

*Concreto: $F_c = 210$ kg/m²

*Acero: $f_y = 4,200$ kg/m²

*Luz Libre $L_1 = 4.5$ m / $L_2 = 5.00$ m

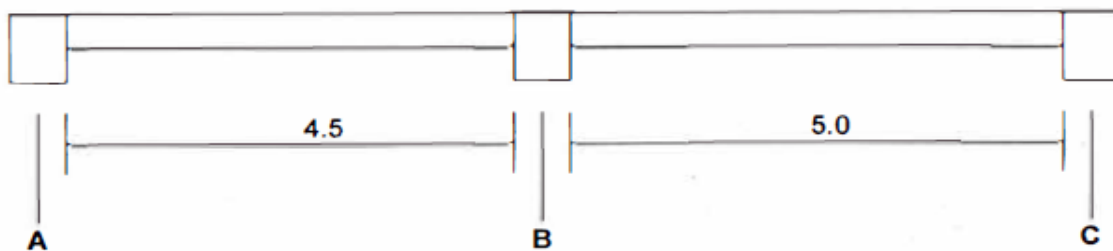


Figura N° 2: LONGITUD DE LUZ

Procesos constructivos

a) Colocación del apuntalamiento

Los encofrados de las losas aligeradas están constituidos:

- Tablones de 1 1/2" de espesor por 8" de ancho mínimo.
- Soleras de 2" x 4" de sección
- Pies derechos (o puntales) de 2" x 3" de sección.
- Frisos de 1 1/2" de sección, en alturas variables, según el espesor del techo aligerado.

b) Colocación de armadura de acero

Los planos de estructuras especificarán las medidas de los cortes, de los doblados de las barras longitudinales y de los estribos de las vigas.

Se debe verificar que los diámetros de las varillas a utilizar concuerden con los planos de estructuras, además comprobar que el espaciamiento de los estribos sea el indicado, en especial en las zonas cercanas a las columnas, ya que allí siempre se especifica una mayor concentración por los esfuerzos de Corte.

c) Colocación de ladrillo de techo

Cuando se ubiquen los ladrillos de techo, éstos deberán estar alineados uno detrás de otro, sin que haya espacios vacíos entre ellos para evitar que se filtre el concreto durante el vaciado. Se deberá comprobar que estos ladrillos no estén rajados ni partidos.

d) Instalaciones eléctricas y sanitarias

En la losa aligerada quedan empotradas una serie de instalaciones, como las tuberías de las redes de agua y desagüe y las tuberías de electricidad que alimentan a los puntos de luz. Por esta razón, es muy importante tomar precauciones (sobre todo con las tuberías de desagüe) para evitar que atraviesen las viguetas y corten su continuidad y resistencia. En el caso de las tuberías de luz, las cajas octogonales no deben colocarse sobre el encofrado de las viguetas sino en el lugar de los ladrillos.

e) Vaciado de concreto

La losa aligerada debe estar limpia de elementos extraños. Luego se humedecerá el encofrado de las vigas y los ladrillos de techo, para que no absorban el agua del concreto. Se deberá colocar tablas de madera para que las personas no caminen directamente sobre el acero porque pueden doblarlo.

Esta mezcla se puede preparar manualmente, en mezcladora o en plantas industriales concretaras, transportada mediante camiones Mixer y empleando equipos de bombeo para vaciar losas de techo más rápidamente y a mayor altura.

Si se vaciara con una mezcladora, primero se deberá llenar las vigas y viguetas, luego la losa superior hasta cubrir una altura de 5 cm. Si la mezcla se trae desde una planta industrial, se deberá vaciar vigas y losa en conjunto considerando que es continuo. Para una buena compactación del concreto, se debe usar un vibrador mecánico o chucear la mezcla con una barra de acero lisa con punta redondeada. Hay que tener cuidado de no vibrar en exceso, porque de lo contrario, los componentes del concreto se pueden separar y se podría formar cangrejeras. (Type, License, Ragas, & Rafael, 2020)

f) Curado de techo

Una de las causas del agrietamiento de la losa de techo es por el mal curado. La mezcla en su proceso de endurecimiento libera calor por el contacto con el cemento para ello se recomienda después del fraguado colocar en los bordes arena fina y colocar en ellas agua este proceso se le conoce como arrocera. Este curado se debe realizar durante 7 días después del vaciado.

Tabla 5. ANALISIS DE PRECIO UNITARIO DE VACIADO DE CONCRETO.

Partida	1.04	VACIADO DE CONCRETO				
Rendimiento	m3/DIA	20.0000		Costo unitario directo por : m3	317.22	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.3000	0.1200	16.50	1.98
OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	15.73	12.58
OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	13.35	10.68
PEON		hh	11.0000	4.4000	12.21	53.72
OPERARIO DE EQLIMANO		hh	1.0000	0.4000	15.73	6.29
						85.26
Materiales						
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bls		9.7300	17.50	170.28
ARENA GRUESO		m3		0.5200	37.00	19.24
PIEDRA CHANCADA 1/2		m3		0.5300	32.00	16.96
ACEITE PARA MOTOR SAE -30		gln		0.0030	38.25	0.11
GASOLINA 84 OCTANOS		gln		0.2200	11.50	2.53
AGUA		m3		0.2540	9.00	2.29
						211.41
Equipos						
MEZCLADORA DE 9-11 P3		hm		0.4000	25.00	10.00
VIBRADORA 2-4 HP		hm		0.4000	4.25	1.70
WINCHE ELECTRICO 2 TAMBORES		hm		0.4000	15.75	6.30
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.0300	85.26	2.56
						20.56

Tabla 6. ANALISIS DE PRECIO DE LOSA ALIGERADA.

ANALISIS PARA 1 M2 DE LOSA ALIGERADA				
LOSA ALIGERADA	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO (MADERA)	m2	1.00	36.67	36.67
LADRILLO PARA TECHO 0.15X0.30X0.030	und	8.33	2.96	24.66
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	4.05	6.14	24.89
VACIADO DE CONCRETO	m3	0.09	317.22	28.55
COSTO DIRECTO				114.77
IGV 18%				20.66
TOTAL PRESUPUESTO				135.43

Personal Requerido

Tabla 7. PERSONAL REQUERIDO PARA LOSA ALIGERADA.

ACTIVIDADES	Personal			
	Capataz	Operario	Oficial	Peón
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (MADERA)	0.10	1.00	1.00	1.00
COLOCACION LADRILLO PARA TECHO 0.15X0.30X.030	0.10	-	-	10.00
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	0.10	1.00	1.00	-
VACIADO DE CONCRETO	0.30	3.00	2.00	11.00

Rendimiento

Tabla 8. RENDIMIENTO PARA LOSA ALIGERADA.

ACTIVIDADES	Unidad	Rendimiento x día
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (MADERA)	m ²	15.00
COLOCACION LADRILLO PARA TECHO 0.15X0.30X.030	unid	1350.00
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	200.00
VACIADO DE CONCRETO	m ³	20.00

Sistema de Prelosa Aligerada

Este elemento prefabricado principalmente trabaja como encofrado de losa, se apoya sobre un conjunto de puntales y en los extremos sobre los encofrados de las vigas. Tiene un espesor de 5 cm. con una serie de puntos de izaje y el acero embebido en el concreto por sí mismo. El principal aporte de este sistema es reducir los tiempos de ejecución de las actividades de encofrado de losa, colocación de acero e izaje del mismo, además de las instalaciones eléctricas y sanitarias que tienen una superficie donde trabajar apenas se termina de instalar cada paño de las pre-losas. (JOSE, 2012)

Las prelosas tienen cerca de 15 años desde su introducción en nuestro país, su principal proveedor es Entrepisos Lima S.A.C. que trabajan conjuntamente con UNICON; estos últimos adquirieron el 50% de las acciones de la primera.

Componentes de Prelosa:

a) Viga Tralicho

Elemento elaborado en fabrica conformado por 3 varillas corrugadas longitudinales unidas por 2 varillas lisas en forma de zigzag. Fabricada con varillas de acero laminado en frío, con una fluencia mínima de 5,000 kg/cm² y una resistencia a la ruptura no menor

de 5,600 kg/cm². Se utiliza para la fabricación de elementos prefabricados como viguetas para techos aligerados y prelosas.

b) Mallas Electro Soldadas

Son mallas que están conformadas por barras lisas o corrugadas, laminadas en frío, que se cruzan en forma ortogonal y están soldadas en todas sus intersecciones.

c) Concreto

El concreto a empleado en los prefabricados tiene una resistencia de $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$, $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$ o $f_c = 450 \text{ kg/cm}^2$ según cálculo de utilización del área.

Procedimientos Constructivos

a) Apuntalamiento de losa

Se instala el encofrado metálico según indique los planos del proveedor, luego se coloca las soleras espaciadas 1.6m y se verifica que esté nivelado.

b) Traslado de prelosas

Con apoyo de grúas y mediante vigas metálicas se izan las prelosas, las prelosas son elementos de 5 cm de espesor, por ello son considerados frágiles, se procede a cargarlos y trasladarlos a las zonas indicadas en el plano. Ubicada la prelosa en su posición final la cuadrilla quita los ganchos de los tralichos.

c) Habilitación de acero e instalaciones

Teniendo colocada la prelosa en su posición final, se procede a colocar el acero negativo según indique el plano estructural considerando las instalaciones eléctricas, sanitarias y de gas.

d) Vaciado de losa

Teniendo habilitado la losa se procede a vaciar la losa.

e) Desencofrado de losa

Para el proceso de desencofrado se tendrá como plazo mínimo 8 días para fondos de losa.

Análisis De Costo Unitario

Se analizan las partidas que intervienen para 1 m² de losa aligerada usando prefabricado tipo prelosas.

Para la elaboración de los costos unitarios de una losa aligerada usando sistema de prelosa, se tomó como referencia la obra "Tottus Guipor" Lima.

Tabla 9. APU APUNTALAMIENTO PARA PRELOSA.

Partida	2.01	APUNTALAMIENTO PARA PRELOSA				
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	Costo unitario directo por : m2			15.57
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	16.50	0.17	
OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	15.73	1.57	
OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	13.35	1.34	
					3.07	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8	kg		0.2240	3.00	0.67	
CLAVOS C/CABEZA PROM.(TODAS LAS MEDIDAS)	kg		0.2200	3.36	0.74	
SEPARADORES PARA ARMADURA	und		3.0000	0.20	0.60	
ADITIVO DESMOLDANTE	gln		0.0370	22.63	0.84	
MADERA TORNILLO	p2		0.3500	4.50	1.58	
TRIPLAY LUPUNA 19mm x 1.20m x 2.40m	und		0.0100	95.00	0.95	
					5.37	
Equipos						
SIERRA CIRCULAR Y GARLOPA	dia	1.0000	0.0125	30.00	0.38	
ANDAMIO METALICO	hm	1.0000	0.1000	1.00	0.10	
APUNTALAMIENTO DE LOSA Y VIGAS	m2		1.0000	6.56	6.56	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	2.79	0.08	
					7.12	

Tabla 10. APU DE SUMINISTRO E INSTALACION DE PRELOSA.

Partida	2.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PRELOSA ALIGERADA e=0.045m				
Rendimiento	m2/DIA	600.0000	Costo unitario directo por : m2			57.96
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	16.50	0.02	
OPERARIO	hh	2.0000	0.0267	15.73	0.42	
PEON	hh	3.0000	0.0400	12.21	0.49	
					0.93	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°16	kg		0.0150	3.00	0.05	
ACERO DE CONSTRUCCION	kg		3.1900	2.20	7.02	
CASET ON DE TECNOPOR	und		1.3700	7.72	10.58	
					17.64	
Equipos						
SUMINISTRO DE PRELOSA ALIGERADA	m2		1.0100	39.00	39.39	
					39.39	

Tabla 11. APU DE ACERO DE REFUERZO.

Partida	2.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{kg/cm}^2$				
Rendimiento	kg/DIA	343.0000	Costo unitario directo por : und			3.13
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	16.50	0.04	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0233	15.73	0.37	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0233	13.35	0.31	
					0.72	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°16	kg		0.0300	3.00	0.09	
ACERO DE CONSTRUCCION	kg		1.0500	2.20	2.31	
					2.40	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0150	0.65	0.01	
					0.01	

Tabla 12. APU DE PUENTE DE ADHERENCIA.

Partida	2.04	PUENTE DE ADHERENCIA				
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	Costo unitario directo por : m2			16.10
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	16.50	0.07	
PEON	hh	1.0000	0.0400	12.21	0.49	
					0.55	
Materiales						
SIKADUR 32 GEL (A+B) = 1Kg	kg		0.5000	31.05	15.53	
					15.53	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	0.49	0.01	
					0.01	

Tabla 13. APU DE CONCRETO $f_c=280\text{kg/cm}^2$.

Partida	2.05	CONCRETO $f_c=280\text{ kg/cm}^2$ PREMEZCLADO				
Rendimiento	m3/DIA	48.0000	Costo unitario directo por : m3			280.15
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.3000	0.0500	16.50	0.83	
OPERARIO	hh	2.0000	0.3333	15.73	5.24	
PEON	hh	4.0000	0.6667	12.21	8.14	
					14.21	
Materiales						
CONCRETO PREMEZ. $f_c=280\text{KG/CM}^2$	m3		1.0300	226.00	232.78	
SLUMP 3"- 4"					232.78	
Equipos						
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.1667	5.00	0.83	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	13.38	0.40	
					1.23	
Equipos						
SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	m3		1.0300	31.00	31.93	
					31.93	

Tabla 14. APU DE CURADO DE LA PRELOSA.

Partida	2.06	CURADO HUMEDO				
Rendimiento	m2/DIA	600.0000			Costo unitario directo por : m2	0.30
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	16.50	0.02
	PEON	hh	1.0000	0.0133	12.21	0.16
						0.18
	Materiales					
	ARENA FINA	m3		0.0050	26.00	0.13
						0.13
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	0.16	0.005
						0.005

Tabla 15. ANALISIS DE PRESUPUESTO DE PRELOSA ALIGERADA.

ANALISIS PARA 1 M2 DE PRELOSA ALIGERADA				
LOSA ALIGERADA	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
APUNTALAMIENTO PARA PRELOSA	m2	1.00	15.57	15.57
SUMINISTRO E INSTALACION DE PRELOSA ALIGERADA e=0.045m	m2	1.00	57.96	57.96
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	3.42	3.13	10.69
PUENTE ADHERENTE	m2	1.00	16.10	16.10
CONCRETO PREMEZCLADO fc=280 kg/cm2	m3	0.12	280.15	33.62
CURADO HUMEDO	m2	1.00	0.30	0.30
COSTO DIRECTO				134.24
IGV 18%				24.16
TOTAL PRESUPUESTO				158.40

Personal Requerido

Tabla 16. PERSONAL REQUERIDO.

ACTIVIDADES	Personal			
	Capataz	Operario	Oficial	Peón
APUNTALAMIENTO PARA PRELOSA	0.10	1.00	1.00	-
SUMINISTRO E INSTALACION DE PRELOSA	0.10	2.00	-	3.00
ACERO fy=4200 kg/cm2	0.10	1.00	1.00	-
PUENTE ADHERENTE	0.10	-	-	1.00
CONCRETO PREMEZCLADO fc=280 kg/cm2	0.30	2.00	-	4.00
CURADO HUMEDO	0.10	-	-	1.00

Rendimientos

Tabla 17. RENDIMIENTOS.

ACTIVIDADES	Unidad	Rendimiento x día
APUNTALAMIENTO PARA PRELOSA	m2	80.00
SUMINISTRO E INSTALACION DE PRELOSA	m2	600.00
ACERO $f_y=4200$ kg/cm2	kg	343.00
PUENTE ADHERENTE	m2	200.00
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm2	m3	48.00
CURADO HUMEDO	m2	600.00

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS DOS SISTEMAS

Análisis Comparativo por Partida:

A continuación, se indica las ventajas de los sistemas estudiados.

ENCOFRADO

		ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Mano de Obra		0.1Ca + 1Op + 1Of + 0.5Pe	0.1Ca + 1Op + 1Pe
Apuntalamiento	Solera	Instalar soleras espaciadas 0.6 o 0.8m.	Instalar soleras espaciadas 1.6m o 1.7m.
	Tabla	Se requiere tablas sobre las soleras.	No se requiere tablas.
Insumos		En 1 m ² se utilizó 3.74 p ² de madera tornillo.	En 1 m ² se utilizó 0.35 p ² de madera tornillo.
Costo		S/ 36.67 x m ²	S/ 15.57 x m ²

*Se puede apreciar que hay un ahorro en un 90% en madera tornillo del sistema Prelosa aligerada con respecto al sistema tradicional.

COLOCACION DE LADRILLO

		ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Mano de Obra		0.1Ca + 10Pe	0.1Ca + 2Op + 3Pe
Insumos	Ladrillo	Ladrillo de techo 0.15 x 0.30 x 0.3m	Casetón de tecnopor 0.505 x 0.17 x 1.00m
Equipos		Herramientas manuales	Herramientas manuales
Rendimientos		1350 und/día	1188 und/día
Costos		S/ 2.96 x und	S/ 7.72 x und/m

*Al dimensionar el casetón a la longitud larga de la bovedilla (0.25m) el rendimiento se cuadruplicaría (4752 und. / Día) y el costo se dividiría entre S/.1.90 X unid.

COLOCACION DE PREFABRICADO

		ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Mano de Obra		No se considera	0.1Ca + 2Op + 3Pe
Insumos		No se considera	Suministro de prelosa aligerada
Equipos		No se considera	Grúa
Rendimientos		No se considera	600 m ² /día
Costos		No se considera	S/ 57.96 x m ²

ACERO FY= 4200 KG/CM2

		ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Mano de Obra		0.1Ca + 1Op + 1Of	0.1Ca + 1Op + 1Pe
Insumos		Se debe colocar 4.05 kg x m ²	Se debe colocar 3.42 kg x m ²
Rendimientos		200 kg/día	343 kg/día
Costos		S/ 6.14 x kg	S/ 3.13 x kg

*Se considera en el sistema de losa aligerada convencional el habilitado de acero en obra.

PUENTE DE ADHERENCIA

	ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Mano de Obra	No se considera	1 Pe
Insumos	No se considera	Sikadur 32 gel(A+B) = 0.5kg
Equipos	No se considera	Herramientas manuales
Rendimientos	No se considera	200 m ² /día
Costos	No se considera	S/ 16.03 x m ²

*Para las pre losas se requiere el Sikadur 32 gel (A+B) para tener adherencia entre el concreto y el casetón de poliestireno.

INSTALACION ELECTRICA Y SANITARIA

	ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Proceso	*Se debe picar ladrillos para instalaciones eléctricas. *Colocar la caja de luz y rellenar para evitar pérdida de concreto.	*Se puede aprovechar los casetones para colocar las cajas octogonales.

*En este caso el sistema de pre losas permite mayor superficie de trabajo

VACIADO DE CONCRETO

	ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Mano de Obra	0.3Ca + 2Op + 2Of + 11Pe	0.3Ca + 2Op + 4Pe
Insumos	Concreto mezclado en obra.	Concreto Premezclado
Equipos	*Winche eléctrico 2 tambores *Mezcladora de 9 - 11 pie ³ *Vibradora de 2 - 4 HP	*Vibradora de 2 - 4 HP *Servicio de bomba para concreto
Rendimientos	20 m ³ /día	48 m ³ /día
Costos	S/ 317.22 x m ³	S/ 280.15 x m ³

*La prelosa aligerada debido a tener mayor área habilitada permite programar mayores áreas de vaciado de esa manera lograr una mayor negociación de precios unitarios de concreto premezclado y tener un ahorro en obra, por otro lado, se observa la disminución de mano de obra utilizando concreto premezclado.

DESENCOFRADO DE LOSA

	ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Proceso	*Retirar 25% puntales a los 7 días. *Retirar 25% puntales a los 15 días. *Retirar 25% puntales a los 21 días (100% de soleras continua apuntalado). *Retirar total del apuntalamiento a los 28 días.	Se tendrá como plazo mínimo 8 días para desencofrar fondos de losa.

*Las prelosas aligeradas se pueden desencofrar el fondo de losa a los 8 días y eso permite iniciar las siguientes partidas frente a los 21 días de desencofrado de losa.

COSTO POR 1 M2 DE LOSA ALIGERADA

	ALIGERADO CONVENCIONAL	PRELOSA ALIGERADA
Costo	S/ 135.43 x m ²	S/ 158.40 x m ²

*Para el sistema de prelosa aligerada se deberá utilizar Grúa para la manipulación y colocación en su posición final del prefabricado.

CONCLUSION

- El ahorro de material de encofrado y apuntalamiento de la prelosa aligerada según las fuentes comparadas es de 60% y 90% frente al sistema aligerado convencional y se apreció la disminución de material es por eso que la partida demandó menor tiempo de ejecución.
- El poliestireno se impone en un ahorro de 35% del costo frente al ladrillo de arcilla para techos analizado en el presente artículo.
- Al comparar el rendimiento de la fuente *Sistemas Prefabricados para losas Aligeradas* (Vivas Contreras, Walter V.) se puede apreciar que estas presentan un mayor rendimiento por ende un menor costo de ejecución del proyecto.
- En conclusión, con los criterios evaluados, se evidencia que el uso de elementos prefabricados en la construcción de prelosas es convenientemente más económico que el uso de sistemas de losas aligeradas; no obstante, han sido pocas las investigaciones y estudios de esta área de la construcción, los resultados en cuanto a mejoramiento de diseños, calidad de las construcciones, cumplimiento de plazos y aportes a las sustentabilidad obtenidos en el presente artículo suponen un panorama positivo a la aplicación en la construcción con elementos prefabricados.

BIBLIOGRAFIA

- ARADO, J. A. F. A. (2014). *ANALISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS CONVENCIONALES*.
- JOSE, V. C. (2012). LA INFLUENCIA DE LOS ENCOFRADOS DESLIZANTES EN LA CONSTRUCCION DE LAS TORRES DE UN PUENTE. *הגות עלון*, 66, 37–39.
- Rojas López, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. E. (2017). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115–128. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>
- Salgin, B., Arroyo, P., & Ballard, G. (2016). Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California. *Revista Ingenieria de Construccion*, 31(3), 191–200.
- Type, I., License, I., Ragas, P., & Rafael, A. (2020). *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto “ Tottus Guipor .”*
- Vivas Contreras, Walter V. SISTEMAS PREFABRICADOS PARA LOSAS ALIGERADAS. Informe de Ingeniería. UNI-FIC, Lima, Perú, 2002.
- Firth Industries Perú S.A., SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS. Manual Técnico, Lima - Perú, 2008
- Sánchez Vásquez, Segundo Arturo. COMPARACIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, USO DE LOSAS ALIGERADAS Y MACIZAS. Informe de Ingeniería. UNI-FIC, Lima, Perú, 2004.
- Diaz Aliaga, Guillermo Jose. "RESIDENCIAL BOLIVAR" ANALISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS Y TECNOLOGIAS APLICADAS A LA CONSTRUCCION DE LOSAS ALIGERADAS. Informe de Suficiencia. · UNI-FIC, Lima, Perú 2008.
- Grupo S10. Publicación Mensual, Costos. N° 233. Agosto de 2013.