



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, Lima 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Wiliam Miguel Solis Trujillo (ORCID: 0000-0001-5326-2395)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima – Perú

2019

Dedicatoria

A mis Padres por haberme apoyado en todo momento, por sus valores y por la motivación constante que me ha permitido ser cada vez mejor en todo aspecto, pero más que nada, por su amor incondicional.

A mi pareja Alexandra G. Rondon Nicho e hijo Liam M. Solis Rondon por estar siempre conmigo en todo momento y por la motivación más grande que una persona pueda brindar.

Agradecimiento

El autor expresa su profundo agradecimiento a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

Al Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, gratitud eterna por darme la oportunidad de realizar mis estudios Universitarios.

A mi asesor de tesis Mg Raul Antonio, Pinto Barrantes, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis y sus valiosas críticas en la corrección de la matriz de consistencia.

A mi familia por demostrarme su apoyo en toda forma, sea moral y económica, gracias a ello he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A todos ellos, infinitas gracias.

El autor.

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Wiliam Miguel, Solis Trujillo con DNI N°71343027, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 19 de Julio 2019



Wiliam Miguel Solis Trujillo

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL ENTREPISO DE UNA VIVIENDA DE 3 NIVELES CON EL SISTEMA PREFABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO, LIMA 2018”.

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Los capítulos y contenidos que se desarrollan son los siguientes:

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

Se presenta la realidad problemática, el planteamiento del problema apoyado por las bases teóricas y los antecedentes, los objetivos, las hipótesis y la justificación del trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: MÉTODO.

Se presenta la metodología del trabajo de investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS.

Se presenta los resultados e interpretación de los resultados del comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema pre fabricado losa aligerada VIGACERO, realizados en el trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANEXOS

Señores miembros del jurado espero que esta investigación sea evaluada y merezca su aprobación.

El autor

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice de Figuras	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática:	2
1.2. Trabajos previos.....	4
1.2.1. Antecedentes Nacionales	4
1.2.2. Antecedentes Internacionales	6
1.3. Teorías relacionadas con el tema	8
1.3.1. Sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO	8
1.3.2. Comportamiento estructural	20
1.3.3. Software Etabs 2016.....	24
1.4. Formulación del problema	25
1.4.1. Problema general	25
1.4.2. Problemas específicos.....	25
1.5. Justificación del estudio.....	25
1.5.1. Justificación teórica	25
1.5.2. Justificación práctica	25
1.5.3. Justificación económica.....	25
1.5.4. Justificación ambiental	26

1.6.	Hipótesis:	26
1.6.1.	Hipótesis general	26
1.6.2.	Hipótesis específicas.....	26
1.7.	Objetivos.....	26
1.7.1.	Objetivos generales.....	26
1.7.2.	Objetivos específicos	26
II.	MÉTODO.....	27
2.1.	Fases del proceso de investigación	28
2.1.1.	Enfoque.....	28
2.1.2.	Tipo de investigación	28
2.1.3.	Nivel de investigación	28
2.1.4.	Diseño de la investigación.....	29
2.2.	Variables	29
2.2.1.	V. I.: Sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO	29
2.2.2.	V. D.: Comportamiento estructural del entrepiso.....	29
2.3.	Operacionalización de la variable.....	30
2.4.	Población y muestra.....	32
2.4.1.	Población	32
2.4.2.	Muestra	32
2.4.3.	Validez.....	32
2.4.4.	Confiabilidad	33
2.5.	Método de análisis de datos	33
2.6.	Aspectos éticos	34
III.	RESULTADOS	35
3.1.	Descripción de la zona de estudio.....	36
3.1.1.	Ubicación.....	36
3.1.2.	Características de la zona de estudio	36

3.2.	Estudios Previos.....	38
3.2.1.	Estudio de campo	38
3.2.2.	Estudio laboratorio	38
3.3.	Análisis	38
□	Pre dimensionamiento de las losas aligeradas	39
□	Modelamiento en Etabs	40
3.3.1.	Análisis del Objetivo Especifico 1	48
3.3.2.	Análisis del Objetivo Especifico 2	53
3.3.3.	Análisis del Objetivo Especifico 3	57
3.3.4.	Análisis del Objetivo General	59
3.4.	Resultados.....	60
V.	DISCUSIÓN.....	69
5.1.	Discusión del objetivo general.....	70
5.2.	Discusión del objetivo específico 1	70
5.3.	Discusión del objetivo específico 2	71
5.4.	Discusión del objetivo específico 3	71
VI.	CONCLUSIONES.....	73
VII.	RECOMENDACIONES	74
	REFERENCIAS	75
	ANEXOS.....	79
	ANEXO N°1 CUADRO DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.....	80
	ANEXO N°2 MATRIZ DE CONSISTENCIA	81
	ANEXO N°3 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	82
	ANEXO N°4 RESULTADO DE ANÁLISIS DE VALIDEZ.....	83
	ANEXO N°5 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA VIGACERO	86
	ANEXO N°6 CARGA ÚLTIMA DE LOSA VIGACERO	87
	ANEXO N° 7 PLANO DEL ENTREPISO	88

ANEXO N° 8 PLANO DE UBICACIÓN	89
ANEXO N° 9 PLANO ARQUITECTÓNICO	90

Índice de Figuras

Figura 1: Construcción con VIGACERO	10
Figura 2: Sistema Pre-fabricado losa aligerada VIGACERO	11
Figura 3: Sistema de los aligerada Convencional.....	12
Figura 4: Detalle general de una losa aligerada Convencional	12
Figura 5: Vigüeta de acero estructural galvanizado	13
Figura 6: Casetón de poliestireno expandido EPS	15
Figura 7: Casetón de poliestireno expandido ranurado EPS	16
Figura 8: Casetón de poliestireno exp. Pretarrajado EPS.....	17
Figura 9: Malla de temperatura del entrepiso.....	17
Figura 10: Esquema para la elaboración de un presupuesto de obra	19
Figura 11: Plano Arquitectónico de planta.....	36
Figura 12: Determinación de ejes losa aligerada VIGACERO.....	40
Figura 13: Definición de materiales	41
Figura 14: Gráfica de vigas principales.....	41
Figura 15: Diseño de sección de vigüeta VIGACERO	42
Figura 16: Gráfica de vigüetas cada 84 cm	42
Figura 17: Gráfica de losa de concreto de 4 cm.....	43
Figura 18: Diagrama de momentos	43
Figura 19: Diagrama de cortantes	44
Figura 20: Ubicación de los ejes de la losa convencional.....	44
Figura 21: Definición del material	45
Figura 22: Gráfica de vigas principales.....	45
Figura 23: Gráfica de vigüetas convencionales cada 40 cm	46
Figura 24: Gráfica de losa de concreto de $e=5\text{cm}$	46
Figura 25: Diagrama de momentos	47
Figura 26: Diagrama de cortante.....	47
Figura 27: Gráfica de momento sobre la losa VIGACERO.....	49
Figura 28: Determinación de la vigüeta a evaluar.....	50
Figura 29: Diagrama de deflexión máxima de la vigüeta VIGACERO.....	50
Figura 30: Gráfico de momento sobre la losa convencional.....	52
Figura 31: Determinación de la vigüeta convencional a evaluar	52
Figura 32: Gráfico de la deflexión máxima de la vigüeta convencional.....	53

Figura 33: Tabla de momento admisible del sistema VIGACERO	54
Figura 34: Ecuación con línea de tendencia con Excel 2016.....	55
Figura 35: Diagrama de momento último de la vigueta VIGACERO	56
Figura 36: Diagrama de momento ultimo de vigueta convencional	57
Figura 37: Diagrama de cortante ultima de vigueta VIGACERO	58
Figura 40: Diagrama de cortante de vigueta convencional	59
Figura 39: Grafico de deflexión con base al RNE E.060 (VIGACERO).....	60
Figura 40: Grafico de deflexión con base al RNE E.060 (CONVENCIONAL)	61
Figura 41: Grafico de deflexión comparativa	62
Figura 42: Grafico de momentos (VIGACERO)	63
Figura 43: Grafico de momentos (CONVENCIONAL)	63
Figura 44: Grafico comparativo del ϕM_n	64
Figura 45: Grafico comparativo del μ	64
Figura 46: Grafico de Cortante (VIGACERO)	65
Figura 47: Grafico de Cortante (CONVENCIONAL)	66
Figura 48: Grafico comparativo de Cortante admisible	66
Figura 49: Grafico comparativo de Cortante ultimo	67
Figura 50: Resultado de validez por experto 1	83
Figura 51: Resultado de validez por experto 2.....	84
Figura 52: Resultado de validez por experto 3.....	85
Figura 53: Tabla de pre dimensionamiento losa VIGACERO.....	86
Figura 54: Carga ultima para viguetas VIGACERO.....	87

Índice de Tablas

Tabla 1: <i>Valores Nominales</i>	14
Tabla 2: <i>Características de los Casetones de EPS</i>	15
Tabla 3: <i>Medidas del Casetón estándar.</i>	16
Tabla 4: <i>Ventajas y desventajas del sistema VIGACERO.</i>	20
Tabla 5: <i>Cargas mínimas repartidas.</i>	22
Tabla 6: <i>Espesor o peralte mínimo, h.</i>	23
Tabla 7: <i>Deflexión máxima admisible</i>	24
Tabla 8: <i>Operacionalización de variables</i>	31
Tabla 9: <i>Validez de instrumento</i>	33
Tabla 10: <i>Calificación de juicio de expertos</i>	33
Tabla 11: <i>Características mecánicas de los materiales</i>	37
Tabla 12: <i>Detalle estructural de elementos de concreto armado</i>	37
Tabla 13: <i>Detalle estructural de la losa con el sistema VIGACERO</i>	38
Tabla 14: <i>Pre dimensionamiento de losa aligerada convencional.</i>	40
Tabla 15: <i>Dimensiones de Viguetas de losa convencional</i>	40
Tabla 16: <i>Carga Muerta</i>	48
Tabla 17: <i>Carga Viva</i>	48
Tabla 18: <i>Carga Ultima</i>	48
Tabla 19: <i>Carga Muerta losa convencional</i>	51
Tabla 20: <i>Carga Viva losa convencional</i>	51
Tabla 21: <i>Carga Ultima losa convencional</i>	51
Tabla 22: <i>Tabla de momento admisible de espesor 13 cm</i>	54
Tabla 23: <i>Resultados mediante la línea de tendencia del Excel 2016 para determinar el valor del Momento admisible de h=13 cm</i>	55
Tabla 24: <i>Cortante Ultima de VIGACERO</i>	57
Tabla 25: <i>Deflexión máxima admisible</i>	60
Tabla 26: <i>Resultado de comparación de Deflexión de VIGACERO</i>	60
Tabla 27: <i>Resultado de comparación de Deflexión Sistema Convencional</i>	61
Tabla 28: <i>Resumen de resultados</i>	67
Tabla 29: <i>Resumen de la Wu</i>	68
Tabla 30: <i>Operacionalización de variables</i>	80
Tabla 31: <i>Matriz de Consistencia</i>	81

Resumen

El trabajo de investigación, tuvo como objetivo analizar cómo es el comportamiento estructural del Sistema Prefabricado Losa Aligerado VIGACERO del entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018, La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental - transversal y con un nivel explicativo. Para el desarrollo de la investigación se utilizó como muestra por conveniencia, la proyección de una vivienda de tres niveles, ubicada en la Asociación de Vivienda Santa Beatriz del Valle Mz "A" Lt "20" San Martín de Porres. Las losas diseñadas son de estructuración y distribución igual, por lo cual, se efectuó el modelamiento y análisis de una losa aligerada con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO y con el sistema de losa aligerada convencional, para ver el comportamiento estructural que estas presentan. Posteriormente, del modelamiento de la losa con los dos sistemas se prosiguió a la recopilación y análisis de los resultados. Llegando a la conclusión que, el comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, con los parámetros establecidos en el RNE E.060, dando a conocer que, cumple con todos los requisitos según norma y a comparación del sistema convencional, esta presenta un adecuado comportamiento, aun siendo que este sistema se está presentando con un peralte menor a la convencional, con una deflexión de 0.00175 m un 20.35% a lo calculado en base a la norma, una resistencia de flexión de 0.72 Tn-m, superior a la convencional y una resistencia de esfuerzo a corte de 0.98 Tn un 6% menor a la convencional por las dimensiones de la losa.

Palabras claves: Deflexión, resistencia, Momento, Cortante.

Abstract

The research work was aimed at analyzing how the structural behavior of the VIGACERO Lightened Slab Prefabricated System is in the mezzanine of a 3-level dwelling, Lima-2018, The research was applied with a quantitative approach, not design experimental - transversal and with an explanatory level. For the development of the research, the projection of a three-level house was used as a sample, located in the Santa Beatriz del Valle Mz Housing Association "A" Lt "20" San Martin de Porres. The developed slabs are with equal structures, so the modeling and analysis of a lightened slab will be carried out with the prefabricated lightened slab system VIGACERO and with the conventional lightened slab system, to see the structural behavior that they present. Subsequently, the slab was modeled with the two systems and the results were collected and analyzed. Coming to the conclusion that, the structural behavior of the mezzanine of a 3-level dwelling was analyzed with the VIGACERO lightened slab prefabricated system, by the parameters established in RNE E.060, making it known that it meets all the parameters already Comparison of the conventional system, this presents an adequate behavior presenting itself with a cantilever smaller than the conventional one, with a deflection of 0.00175 m by 20. 35% to what is calculated based on the norm, a flexural strength of 0.72 Tn-m, higher to the conventional one and a resistance of effort to cut of 0.98 Tn 6% smaller to the conventional one by the dimensions of the slab.

Keywords: Deflection, resistance, Moment, Cutting.

.

.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática:

La industria de la construcción alrededor del mundo ha generado nuevas tecnologías y diseños de viviendas para aumentar su resistencia, seguridad, reducción de tiempo de ejecución e incorporación de elementos que aumenten el aislamiento térmico y acústico, como también la disminución de su carga sobre un terreno establecido (esfuerzos), con respecto a su carga propia o muerta. Con respecto a las viviendas convencionales de albañilería confinada, los esfuerzo y/o peso propio principalmente es generada por las losas o entrepisos. En el mundo se han incorporado diversas losas con el propósito de distribuir simétricamente las cargas que actúan sobre ella a los elementos estructurales de una edificación o elementos portantes que son los muros, columnas, placas, etc. como también la carga propia que estas generan, por lo tanto, se diseñan losas que tengan menor peso, pero mayor resistencia, menor deflexión, mejor comportamiento estructural ante los momentos y cortantes, también un tiempo de ejecución reducido y disminución de materiales y/o procesos constructivos que estas a su vez generan desperdicio de materiales y contaminación ambiental. Ante todo, estos aspectos que deben generar las losa para dar un buen comportamiento estructural y una buena condición de servicio, nacieron y se diseñaron las losas prefabricadas con el propósito de generar mejor comportamiento estructural y aliviar la edificación, dando así mayor resistencia, mayor seguridad y una reducción de su tiempo de ejecución.

En el Perú, un país altamente sísmico y riesgo alto por el incremento de las viviendas autoconstruidas, básicamente constituidas por estructuras de albañilería confinada y losas aligeradas convencionales de un peralte común 20 cm como mínimo y el aligerante común que es el ladrillo de arcilla cocida que esta aporta a un incremento de su carga muerta a la losa y a la misma estructura de la edificación. Con respecto a la industria de la construcción se ha estado generando un incremento de tecnologías para aumentar la resistencia y seguridad de sus viviendas, las losa más usadas en la actualidad aún siguen generando en un gran porcentaje una gran carga sobre la estructura de una edificación por las dimensiones y materiales usados, pero también han ingresado al país tecnologías como son las losas prefabricadas con viguetas pretensadas, aligerantes como el poliestireno, reducción de dimensiones con respecto a su peralte, la cual ha incorporado una gran reducción de esfuerzos sobre una edificación determinada, con propósitos de vivienda.

En Lima se ha buscado implementar nuevos diseños en la construcción para que estas tengan un mejor comportamiento estructural ante sismos y generar una disminución de las

viviendas autoconstruidas, con el objetivo de salvaguardar la vida de las personas que ocupan estas edificaciones o al menos permitir que las personas tengan el tiempo necesario para poder evacuar y salir ilesos ante un evento sísmico, pues como se sabe en la actualidad la construcción de viviendas con más frecuencia son las de albañilería confinada junto con las losas aligeradas convencionales, que estas en gran parte han tenido un gran incremento en aspectos de mejora durante el transcurso de los años. En Lima se han introducido nuevos sistemas y diseños referidos a techos o entrepisos con diseños no convencionales que genera un bien para la población, en punto referentes a su economía, calidad, tiempo, resistente, entre otros puntos más que se presenta en el sistema constructivo no convencional denominadas “Sistema Pre-fabricado de Losas Aligeradas VIGACERO”.

VIGACERO considerada y premiada por la Cámara Peruana de Construcción CAPECO como innovación tecnológica, que está a la vez nos genera grandes beneficios a la población. La construcción de este sistema constructivo no convencional es un apoyo para generar una optimización al sector constructivo del Perú, a comparación de sistema constructivo convencional ya conocidos u otros sistemas prefabricados, está genera un gran ahorro de tiempo en su ejecución, reducción de la contaminación por la casi nula cantidad de desperdicio que se efectúa en su proceso de construcción a comparación de otras, por la que en este sistema se usa el poliestireno expandido de alta densidad EPS, que brinda a la vez un mejor diseño acústico y térmico y generando en un gran porcentaje la reducción de la carga muerta con respecto a los techos o entrepisos por su diseño.

En definitiva, implementar sistemas constructivos que generen la reducción de los puntos negativos ya detalladas y mencionadas, y que a la vez beneficiara a la población en aspectos de calidad, economía y seguridad, generara a potenciar la calidad de construcción en nuestro país. Por lo que, este sistema presenta comportamiento estructural diferente a los demás sistemas de entrepisos tal y como se estudiara en esta investigación.

Por lo tanto, es necesario realizar una evaluación del aporte que nos genera este sistema constructivo no convencional para viviendas unifamiliares en parámetros de diseño y comportamiento estructural que esta pueda presentar y finalmente recabar los resultados obtenidos para ver los aportes y contrastarlas a fin de brindar información objetiva y veraz que dé el problema planteado.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes Nacionales

Rodríguez, A. (2015), La investigación se titula “Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca, la investigación tiene como **objetivo** realizar la comparación del comportamiento estructural de una losa aligera con un sistema de losa colaborante, como también la comparación económica de estas dos losas, **debido a que** en la actualidad el incremento poblacional ha estado en un incremento exponencial, como también su innovación tecnología en la industria de la construcción, pero por la cual se a dejado de lado las estructuras que generan la transferencia de cargas (losas aligeradas) siendo la más usada la losa convencional **concluye**, la losa colaborante tiene un mejor comportamiento estructural que el sistema convencional y genera un disminución de costo de 23.60 soles por metro cuadrado que representa el 5.88%. **El aporte** la incorporación de una losa colaborante para mejorar la resistencia de una losa y reducción de costos.

Rivera, D. (2016), La investigación se titula “Análisis comparativo del sistema prefabricado de losa aligerada VIGACERO vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana los Andes, la investigación tiene como **objetivo** comparar la contribución realizada por el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO frente al sistema de losa convencional, con el propósito de incrementar la resultancia de la construcción de las losas de un edificio de 6 pisos en Huancayo, 2016, **debido a que** la situación actual del sector construcción demanda la integración e implementación de sistemas constructivos innovadores para mejorar y/o potencializar el nivel de calidad de futuras edificaciones, así esta investigación **concluye**, el sistema pre fabricado de losa aligerada VIGACERO da como resultado ventajoso en puntos de eficiencia en la productividad de construcción y resistencia del sistema frente a una losa convencional. **El aporte** fue el benéfico de un sistema constructivo no convencional con resultados más óptimos y de calidad al sistema convencional.

Guevara, Y. (2016), La investigación se titula “Programa de vivienda de bajo costo para familias de estrato social ‘D’ en el sector noreste de la ciudad de Tacna”. Tesis para

obtener el título profesional de Arquitecto, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, el presente estudio tiene como **objetivo** perfilar un sistema de viviendas de un reducido costo que genere el incremento de condiciones de vida de familias de estrato “D” en el sector noreste de la ciudad de Tacna, **debido a que** el crecimiento exponencial urbano de la ciudad de Tacna generado por el incremento comercial y las migraciones en las zonas alto andinas, con el objetivo de poder tener una vivienda propia, esta investigación llega a una **conclusión**, el ofrecimiento de un sistema de viviendas de bajo costo, genera que las viviendas puedan ser adquiridas por las familias de bajo recursos considerados en estrato “D”, para propósitos de mejorar un entorno público adecuado y la mejora de vida de las familias. **El aporte** fue que el sistema no convencional del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO genera una adecuada modulación para reducir tiempo, costo y desperdicios como también calidad y seguridad con este sistema no convencional.

Cosinga, A., Gomez, R. (2017), La investigación se titula “Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad San Martín de Porres, este estudio tiene como **objetivo** Determinar el costo de la estructura de una edificación utilizando losas con un aligerante de poliestireno expandido contra los ladrillo de arcilla, con la finalidad de determinar los elementos, **debido a que** el interés específico que se desarrolló en este tema es el costo estructural empleando losas aligeradas con ladrillo de arcilla versus poliestireno expandido en un edificio, tomando la información en el mercado del precio unitario, y el peso de cada material, se evaluó el poliestireno expandido ya que según proveedores en el mercado mencionan que tiene la características de aligerar un porcentaje mucho mayor que el ladrillo de arcilla que comúnmente se utiliza en las construcciones, esto nos vino una incertidumbre para evaluar el efecto que tiene el peso muerto de las losas aligeradas con poliestireno expandido en los elementos estructurales teniendo en cuenta las dimensiones que adoptan las secciones estructurales por la carga muerta, en el análisis de costos unitarios el rendimiento que tiene en la colocación de losas aligeradas, en el metrado la cantidad de material, obteniendo el costo estructural y elegir el material más económico, llegando a una **conclusión**, las dimensiones de las estructuras son invariables, por lo que la disminución del peso propio de la losa por causa del aligerante de poliestireno, se anula al ejecutar la combinación de cargas para su respectivo diseño . **El aporte** generado por esta investigación es el aporte del costo unitario

que se genera entre estos dos tipos de losas aligerada, aplicando poliestireno expandido y ladrillos de arcilla.

Castañeda, C. (2017), La investigación se titula “Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra-Lima-2017”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Cesar Vallejo, la investigación tiene como **objetivo** establecer el uso de viguetas pretensadas en la ejecución de una losa aligerante aumentando el avance en obra de la escuela de PNP-Puente Piedra-Lima, **debido a que** el incremento de la productividad en obra sobre la construcción de losas aligeradas a ido en un aumento exponencial por la incorporación de nuevos sistemas de losas prefabricadas o viguetas pretensadas y la cual conlleva a un incremento productivo y disminución en costos y tiempo de. Conlleva a una conclusión que, se comprobó la determinante de que el uso de las viguetas pretensadas aumenta la productividad en obra con respecto al tiempo de ejecución en un 27% de reducción, menor al sistema de losa aligerada convencional, y también la disminución de su propio peso y costo por metro cuadrado. **El aporte** generado por esta investigación es la productividad, la eficiencia y resistencia de las viguetas pretensadas como un medio de remplazo a los sistemas convencionales.

Cueto A. (2019), La investigación se titula “Diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepiso de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Cesar Vallejo, la investigación tiene como **objetivo** efectuar el diseño de un edificio multifamiliar con la empleabilidad a las losas de un sistema de entrepiso con viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima, **debido a que** en el momento de construcción de las losa el tiempo de encofrado abarca mucho tiempo y el sobrepeso adicional del ladrillo (aligerante), por la cual, se aplicara el sistema de viguetas prefabricadas para la reducción de. Conlleva a una conclusión que, la construcción de losas con este sistema mejora la productividad y reducción de los materiales y teniendo esta un mejor comportamiento estructural. **El aporte** generado por esta investigación es la productividad, la eficiencia y resistencia de las viguetas prefabricadas como un medio de remplazo a los sistemas convencionales

1.2.2. Antecedentes Internacionales

Molano, J. (2017), La investigación se titula “Comportamiento de la conexión de sistemas aligerados con poliestireno expandido, muros de mortero y losa en sección compuesta con perfiles formados en frío”. Tesis para obtener el título de Magister en

ingeniería - Estructuras, en la Universidad Nacional de Colombia, la investigación tiene como **objetivo** evaluar la conducta del enlace de sistemas con poliestireno expandido manipulado para muros de mortero tipo sándwich y losa en forma compuesta con perfiles hechos en frío, según las cargas elásticas y cíclicas por medio de pruebas experimentales y simulación numérica, tomando en cuenta el comportamiento no lineal de los sistemas estructurales, **debido a que** en Colombia, se encontró deficiencia en el comportamiento dinámico de los elementos estructurales en edificaciones de baja y mediana altura con respecto a la acción de cargas horizontales que conlleva a estar en coordinación y de acuerdo a la norma sismo resistente NSR-10. La cual es un aspecto fundamental para la elaboración del diseño una edificación nueva y con puntos de reforzamiento de construcciones existentes. Esta investigación **concluye**, las flechas de deflexión en las losas de entrepiso generaron un comportamiento lineal durante casi todo el proceso de ensayo y mostraron un estilo simétrico en sus amplitudes registradas. conforme con la amplitud de la deflexión se asemejaron tres patrones de daño en las losas de entrepiso que se relacionan. **El aporte** de esta investigación nos da que un sistema aligerado con poliestireno tiene un comportamiento más adecuado ante el conexionado con otros sistemas de una construcción de una vivienda de mediana o baja altura.

Carrera, D., Cevallos, D. (2016), La investigación se titula “Bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado con poliestireno”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Central de Ecuador, la investigación tiene como **objetivo** determinar las bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado con poliestireno de alto impacto, **debido a que** el cambio que sufre la construcción a partir de la evolución de los métodos constructivos para lograr el menor costo posible, promueve el evolucionar a las antiguas técnicas de construcción que consistían en elementos rígidos y pesados hacia elementos sencillos de mejor desarrollo estructural, así esta investigación **concluye**, se comprobó que los bloques alivianados con poliestireno son más ligeros que los bloques tradicionales en 13.59% para bloques de 20cm y 22.68% en bloques de 15cm. **El aporte** de la presente investigación es la reutilización y reciclaje del poliestireno para el uso de bloques de poliestireno expandido en la construcción de losas aligeradas.

Sanabria, B. (2017), La investigación se titula “Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicionales y prefabricados de losas de entrepiso para edificios de hasta 4 niveles”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la

Universidad Católica de Colombia, este proyecto tiene como **objetivo** establecer el diseño de la continuación con bloques de poliestireno de alto impacto debido a que la construcción presenta un cambio radical, debido a las metodologías constructivas para que de esta manera la edificación tenga menor costo. Además, se sabe las técnicas constructivas antiguas establecían en elementos sobre elementos sencillos para pesados y rígidos, mejor proceso en la estructura. Así esta investigación concluye, los bloques tradicionales con un porcentaje de 13.59% para bloques de 20cm y 22.68 en bloques de 15 cm. **El aporte** de la presente investigación es la ventaja y desventaja que nos proporcionan los sistemas tradicionales y prefabricados de losa de entrepiso.

Iza, N. (2015), La investigación se titula “La incidencia de viguetas pretensadas en el comportamiento estructural de edificaciones de grandes luces”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Técnica de Ambato, la investigación tiene como **objetivo** evaluar el comportamiento estructural de las coincidencias del uso de viguetas pretensadas para edificios con luces grandes, **debido a que** en el centro comercial Moll de los Andes los elementos de hormigón pretensado han tenido y tiene una buena trabajabilidad a pasar de los años, por lo cual ha servido como modelo para la ejecución, diseño y construcción del centro Comercial La Merced Ambato Centro. Esta investigación llega a una **conclusión**, se generó el diagnóstico teórico sobre el hormigón pretensado por la eliminación de los esfuerzos de tracción, por medio de la tensión artificial de compresión ante la aplicación de cargas. **El aporte** de la presente investigación es la ventaja y desventaja que nos proporcionan los sistemas tradicionales y prefabricados de losa de entrepiso.

1.3. Teorías relacionadas con el tema

1.3.1. Sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO

En los últimos años la construcción de viviendas de albañilería confinada junto con los techos (losas aligeradas convencionales) ha presentado un aumento y uso alto, con problemas cada vez más graves en aspectos del espacio que éstas necesitan y que a la vez genera por ello una construcción vertical; es decir, la construcción de viviendas con una cantidad de niveles mayores a uno, y la cual el sistema convencional que consta de la albañilería confinada que según Saquihuanga define lo siguiente:

Es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un mortero, formando un conjunto monolítico llamado muro. La albañilería confinada se origina cuando el muro está enmarcado en todo su perímetro por concreto armado vaciado con posterioridad a la construcción del muro. (2014, p. 8).

En definitiva, la albañilería confinada tiende a ser un conjunto o unión de un muro de ladrillos enmarcando con columnas de confinamiento estructural y que estas a la vez mejoran la resistencia y estabilidad del muro en conjunto.

Este sistema de albañilería confinada junto con las losas aligeradas convencionales trabaja conjuntamente con el objetivo de que la losa se encargue de transmitir las cargas que actúan sobre ella a los muros confinados y estas a la vez a la cimentación, Rodríguez indica lo siguiente:

Las losas aligeradas se diseñan como elementos en flexión, por ello la zona traccionada es estáticamente inactiva para el concreto pudiendo en consecuencia ser eliminado para dejar esa zona vacía, o bien ser reemplazada por materiales más livianos, incluso con mejor aislamiento térmico o acústico, dejando únicamente a las viguetas con la función estructural. (2015, p. 48)

El Sistema Pre-Fabricado losa aligerada VIGACERO es un sistema no convencional en la construcción de techos aligerados. Según VIGACERO (2016, p.3), “VIGACERO sistema de losa aligerada establecida y conformada por elementos de poliestireno expandido como aligerante y viguetas de acero galvanizado con el propósito de facilitar su fácil manejo y sencillo”. Considerado como un sistema no convencional y premiado por la Cámara Peruana de la Construcción con respecto a innovación tecnología del año 2014. Este sistema reduce en gran cantidad la carga de la losa aligerada por usar como aligerante el poliestireno expandido de alta densidad, que, a comparación de los ladrillos de arcilla, el EPS disminuye en gran proporción el peso propio de la losa, según indica Fernández y Quiroz:

Los casetones de poliestireno expandido (tecknoport) son ladrillos de elementos prismáticos que reemplazan a los tradicionales ladrillos de arcilla para techo, pudiendo ser utilizados en todo tipo de techos aligerados. Los casetones de poliestireno expandido tienen como su principal característica la casi total ausencia de peso, comparado con los tradicionales materiales para este tipo de construcción [...]. (2017, p.26)



Figura 1: Construcción con VIGACERO

Fuente: Tomado de: <https://i.ytimg.com/vi/L1LYZeGDX-A/maxresdefault.jpg>

Como bien delimitan los autores citados nos indican que los casetones de poliestireno expandido tiene una gran aplicación en la construcción como uso térmico/acústico o reemplaza al aligerante usual de las losas aligeradas que son los ladrillos de arcilla por el poliestireno que disminuyen a su vez una gran cantidad de peso muerto y añadir además las nuevas dimensiones que se aplican al sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, con una mayor separación de viguetas a viguetas por el aumento de acero en las viguetas y que la cobertura superior o de compresión de la losa se puede reducir a los 4 cm en este sistema.

Con respecto al pre dimensionamiento y su correspondiente diseño de este sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, se proporcionan tablas establecidas para sus momentos admisibles y el peralte mínimo según la luz que va llegar a cubrir y la sobrecarga a la cual será expuesta, según se detalla en anexo 3.



Figura 2: Sistema Pre-fabricado losa aligerada VIGACERO

Fuente: Tomado de: <http://vigacero.pe/>

Losa aligerada convencional

Según indica y define Pazos:

Las losas de entrepiso son usadas para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa es una placa amplia y plana, generalmente horizontal, cuya superficie inferior y superior son paralelas entre sí. Las losas son responsables de soportar las cargas verticales y distribuir las fuerzas horizontales. La capacidad de resistir cargas verticales equivale a soportar su propio peso, acabados, divisiones, piso terminado y la carga viva de acuerdo al uso que tendrá la estructura. [...] (2015, p.6)

Las losas aligeradas son áreas planas con propósitos útiles según su uso, así sea cómo una vivienda, almacén u otros y que estas tienen la función de soportar las cargas vivas y distribuir las cargas a la cual son expuestas y su propio peso hacia los muros, vigas y columnas de una edificación proporcionalmente.



Figura 3: Sistema de los aligerada Convencional

Fuente: Tomado de: <https://mx.habcdn.com/photos/business/medium/img-5952-232590.jpg>

Las losas aligeradas (techos o entrepiso) son partes y/o estructuras muy importantes en una vivienda, formando la cobertura de estas y a la vez teniendo la función de unir y repartir o transmitir sus cargas a los muros, vigas y columnas de una construcción y que estas están constituidas por unidades ligeras que pueden ser de diferentes materiales, como ladrillos de arcilla o poliestireno expandido que proporcione el aligerado a este sistema de techo según se muestra en la imagen.

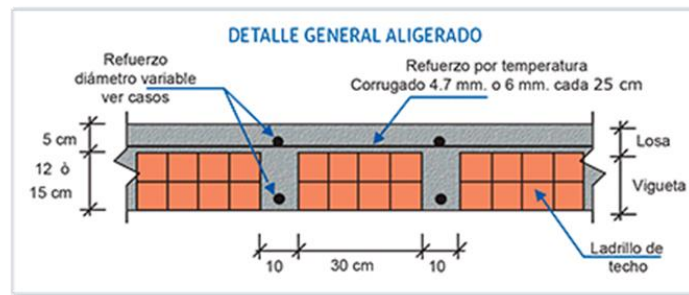


Figura 4: Detalle general de una losa aligerada Convencional

Fuente: Tomado de: <http://www.acerosarequipa.com>

Este sistema de losas aligeradas tiene como función de cobertura, unión entre otros elementos estructurales como los muros, vigas y columnas con el objetivo de transmitir las cargas que esta recibe por parte de la carga viva y muerta de una vivienda y a la vez transmitir la fuerza y energía del sismo haciendo de esta un sistema unido y que trabajen conjuntamente.

Las losas aligeradas según indica Chavez “es aquel elemento rígido en la que parte del concreto es remplazado por material aligerante con una capa de concreto de 5 a 4 cm de espesor, y se emplea principalmente en viviendas de varios pisos” (2011, p.37)

La losa convencional ya mencionada y expresada según detalla el autor ya citado es un sistema de losa que está compuesto por ladrillos o bloques como aligerantes y con viguetas estructuradas con acero corrugado según delimite el diseño para el uso que se le va dar a la losa aligerada.

Componentes del sistema de techo aligerado no convencional

- **Viguetas de acero galvanizado**

Las construcciones convencionales realizan la construcción de los entrepisos con acero convencional (acero corrugado) y límites de fluencia ya determinados y/o diseñados, en cambio este sistema no convencional usa un perfil de acero estructural galvanizado con una mayor cuantía y fluencia.

Según SENCICO (2014, p.13), “Las viguetas prefabricadas de acero galvanizado cumplen con las disposiciones del Capítulo 17, Elementos Compuestos de Concreto sometidos a Flexión de la Norma Técnica de Edificaciones E 0.60 Concreto Armado”. Este perfil de acero galvanizado cumple con todos los requerimientos que se indican en el RNE, y que estas a la vez al momento de ser aplicadas o estar en operación (ya ser parte de la estructura de la losa aligerada) serán sometidas a momentos flectores y cortantes a la cual están a función de la carga admisible y por lo cual tiene que ser soportado.



Figura 5: Vigueta de acero estructural galvanizado

Fuente: Manual VIGACERO 2014

Tabla 1: *Valores Nominales*

CARACTERÍSTICAS DE LA VIGUETA	
Dimensiones	h= 9cm
	b= 13 cm
	b1= 2.5 cm
Peso	4.80 kg/ml
Espesor	1.5 mm
Normas	- ASTM A 1011 - ASTM A 1008 - ASTM A 653
Fy	Min 2530 kg/cm ²
Luz Libre Máxima	8.00 m
Luz máxima sin puntales	4.40 m

Fuente: Manual VIGACERO 2014

- **Casetones de poliestireno expandido EPS**

El aligerado convencional de un entrepiso generalmente se realiza con ladrillos de arcilla que está a la vez da un peso extra a la construcción del techo. En cambio, los casetones expandidos de alta densidad nos ayudan a disminuir el peso que se produce en la construcción del techo y general a la vez una separación de eje de vigueta a eje de vigueta hasta un máximo de 84 centímetros o según el diseño. Según SENCICO (2014, p.15), “El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción”. Este material constituido por materiales plásticos con una alta densidad, también cumplen la función de encofrar el sistema prefabricado de VIGACERO, a la vez aporta en un gran porcentaje la eliminación o el no uso de los encofrados generando así menos desperdicios.

El poliestireno expandido de alta densidad a comparación de los ladrillos de arcilla, el EPS disminuye en gran porcentaje el peso propio de la losa y en el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO el EPS cumple una función de encofrado por tener una mayor consistencia al poliestireno común y también dándole al techo un aspecto térmico/acústico y que este producto es ignífugo por no generar la propagación de fuego durante un incendio, es decir no es ocasional de fuego (no es inflamable), según indica Fernandez y Quiroz:

Los casetones de poliestireno expandido (tecknoport) son ladrillos de elementos prismáticos que reemplazan a los tradicionales ladrillos de arcilla para techo, pudiendo ser utilizados en todo tipo

de techos aligerados. Los casetones de poliestireno expandido tienen como su principal característica la casi total ausencia de peso, comparado con los tradicionales materiales para este tipo de construcción [...]. (2017, p.26)



Figura 6: Casetón de poliestireno expandido EPS

Fuente: Manual VIGACERO 2014

En definitiva, el uso de los casetones favorece en muchos ámbitos por el mismo hecho que estos son reutilizables al 100% a comparación de los ladrillos de arcilla, y el modo de uso para el asentado de los elementos es totalmente manejable por lo liviano del material y su manejabilidad.

Tabla 2: Características de los Casetones de EPS

Características de los Casetones de EPS	
Dimensiones	Largo: 1.20m Ancho: 0.75 m Espesor: Entre 0.09 m y 0.12 m
Peso Máximo por Unidad	1,2kg/m ³ (casetón de 0.09 m de espesor). 1.62 kg/m ³ (casetón de 0.12 m de espesor)
Color	Blanco
Color	Blanco
Comportamiento Físico Químico	Material auto extingible e ignifugo, materia prima el poliestireno tipo F, inerte.

Fuente: Manual SENCICO, 2014

De este poliestireno expandido de alta densidad se puede usar tres tipos de casetones según el conveniente la facilidad o propósito de un diseño o a convenir del diseñador o arquitecto de las cuales son:

a. Casetón estándar

Según SENCICO (2014, p.16), “El casetón de poliestireno expandido (EPS estándar es el bloque liso que tiene todas las aristas rectas”. este casetón es el más comercial o el más conocido y usado en la construcción ya sea en el sistema convencional como otro tipo de aligerante en remplazo del ladrillo de arcilla.

Tabla 3: Medidas del Casetón estándar.

ÍTEM	MEDIDAS
LONGITUD	1,00
ANCHO	0,75 ó 0.60
ESPESOR	0,15 (*)
(*) otros espesores: 0,09; 0,10; 0,12; 0,17; 0,20; 0,25 y 0,30 m	

Fuente: Manual SENCICO, 2014

b. Casetón ranurado

Este casetón tiene las mismas dimensiones que el casetón estándar con la diferencia que en la parte inferior o la parte que va ser tarrajado tiene ranuras para que la mezcla tenga una mejor adherencia al poliestireno.



Figura 7: Casetón de poliestireno expandido ranurado EPS

Fuente: Tomado de: <http://vigacero.pe/>

c. Casetón con mortero encolado

Este casetón viene con una cobertura ya colocado de mezcla de mortero para facilitar el tarrajeo y sus posibles manipulaciones.



Figura 8: Casetón de poliestireno exp. Pretarrajeado EPS

Fuente: Tomado de: <http://vigacero.pe/>

- **Acero de temperatura**

El acero de temperatura colocado sobre los casetones y entre los 4 a 5 centímetros de concreto del entrepiso tienen la función de que el cambio de temperatura a la cual está expuesta el entrepiso sea para evitar el agrietamiento, según SENCICO (2014, p. 17), “El acero de temperatura tiene la función de anular o evitar el agrietamiento del concreto por las temperaturas a la cual están expuestas las losas aligeradas, y estas no deben tener contacto directo con el caseto de poliestireno expandido, más en cambio deben ser separadas por unos dados de concreto”.



Figura 9: Malla de temperatura del entrepiso

Fuente: Manual VIGACERO, 2014

Según Aime (2015) define:

Los aceros de temperatura cumplen la función de la dilatación del concreto y evitar los agrietamientos. Generalmente se emplean aceros de 6mm o 4.7 m. estas varillas generalmente están separadas cada 20 centímetros en ambos sentidos y se amarran con alambres y deben tener una separación del aligerante de 2.5 cm y recubrimiento de 2.5. [...] El acero de la losa, denominada como acero de temperatura, se ubica sobre los ladrillos o elementos aligerantes y en sentido perpendicular a las viguetas, descansando sobre cubos de concreto de 2 cm, que se ubican sobre los ladrillos de techo. (p. 92).

- **Concreto**

Según SENCICO (2014, p.18), “El concreto es la combinación de cuatro elementos que son el agua, el cemento, la piedra chancado o grava y la arena. El cemento tiene una importancia muy alta en el concreto, así esta tener menor cantidad en volumen en el concreto con un simple 15%”. Pues en definitiva la combinación de los componentes esenciales para el concreto ya se mencionaron pero hay algunas adversidades que generar añadir nuevos componentes a estas por cuestiones de acelerar o frenar el fraguado y a estas se les denomina aditivos, también saber que el cemento al tener un bajo volumen a comparación de los otros componentes del concreto, está cumple una función muy importante que da vitalidad por así decirlo al concreto, pues esta da la dureza y resistencia requerida a la cual debe llegar según lo demande el diseño y la dosificación.

Según De la Cruz y Quispe (2014) definen:

El Concreto, es un material pétreo artificial que se obtiene al mezclar en determinadas proporciones cemento, agregados gruesos y finos, con agua; éste junto con el agua forman una pasta que rodea a los agregados, dando por resultado un material de gran durabilidad que fragua y endurece, incrementando su resistencia con el paso del tiempo. (p.10).

En definida considerar al concreto un componente artificial de alta resistencia según su diseño de mezcla para el uso a la cual será aplicada, y que esta obtendrá su resistencia, dureza y rigidez con el pasar del tiempo y su correcto fraguado.

Construcción de losa aligerada no convencional

- **Costos de construcción**

El costo de un proyecto depende del diseño, del metrado y de la cual se generará el presupuesto (Figura) y de esta es la que se dependerá la ejecución de un proyecto. En este sistema constructivo el costo de la construcción a diferencia del sistema aligerado convencional con ladrillos de arcilla, dependerá del rendimiento de la mano de obra y la

disminución del metrado de concreto según lo establezca el diseño, y la disminución de algunas actividades como es el encofrado tradicional.

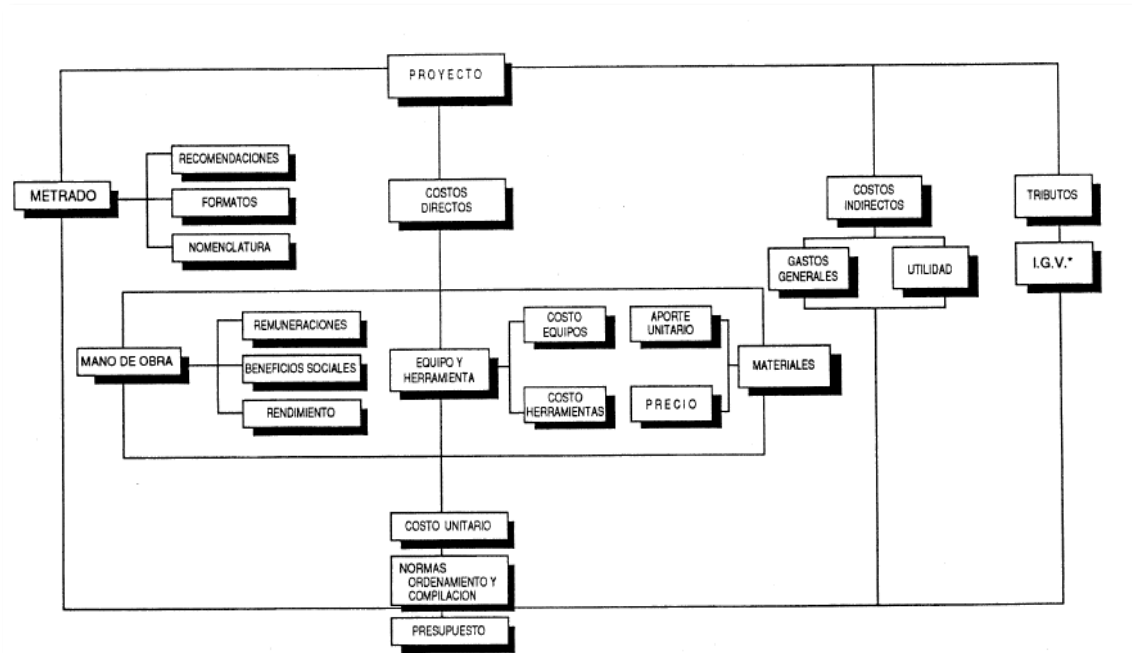


Figura 10: Esquema para la elaboración de un presupuesto de obra

Fuente: Tomado de: <https://www.slideshare.net/Juanyabar/presupuesto-universidad-privada-de-tacnajuan-yabar-mulluni>

- **Cronograma de ejecución**

El cronograma es de suma importancia en un proyecto por lo más mínimo que sea, por el mismo hecho que esta nos ayuda y proporciona el tiempo de ejecución de una obra, como también la ruta crítica que una obra pueda presentar en el transcurso de su ejecución.

Ventajas y desventajas

Tabla 4: *Ventajas y desventajas del sistema VIGACERO.*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Reducción de peso por metro cuadrado• Nulidad del encofrado para el techo• Reducción de desperdicios en el proceso constructivo• Reducción de costos.• Reducción del volumen del concreto• Cuidado ambiental• Alto rendimiento de la mano de obra• Reducción de tiempos de ejecución• Es un sistema térmico y acústico por el uso del poliestireno expandido	<ul style="list-style-type: none">• Mano de obra alta• Los acabados o el tarrajeo realizado en el poliestireno expandido es con poca adherencia.

Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Comportamiento estructural

El comportamiento estructural según RNE (2016). “Es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales”. Esto menciona que el comportamiento estructural es la determinación de imperfecciones de los elementos estructurales de una edificación.

Según Manturano (2017), define “[...] la conducta estructural es una variable confusa ya que tiene más de una extensión, [...] las dimensiones de estas variables son la distribución de fuerza momentos flectores, las deflexiones y la distribución de fuerzas cortantes” (p. 24-25).

Deflexiones: “Las deflexiones [...] nos acceden valorar el nivel de réplica de una losa frente a las cargas aplicadas, conjuntamente nos permite tasar si las losas se soportaran adecuadamente en contextos de servicio, [...]” Manturano (2017, p.25)

Distribución de momento flector y fuerza cortante: “La repartición de momentos flectores y fuerzas cortantes sobre la losa nos admite valorar el efecto de resquebrajadura y

el flujo plástico en la losa, por lo que debido a estas medidas la inercia efectiva de las losas se notará afectada gravemente” Manturano (2017, p.25)

Requerimientos necesarios para un óptimo comportamiento estructural sismorresistente

Según Fernández (2010), los requerimientos y/o requisitos los clasifica en tres:

- a. **Resistencia.** La estructura debe ser capaz de soportar el sistema de cargas verticales y horizontales, estáticas y dinámicas, que actúen sobre ella.
- b. **Rigidez.** Los desplazamientos horizontales deben ser pequeños
- c. **Ductilidad.** Para que en determinadas zonas pueda tener un comportamiento inelástico, lo que significa fisuración, sin perder su resistencia ni que se produzca una falla frágil.

Para analizar la cortante admisible se realizará una incorporación de un 10% de resistencia al concreto y la fórmula para poder determinar será el siguiente, considerando a ϕ por cortante de 0.85:

$$\phi V_n = \phi * 1.1 * 0.53 * \sqrt{F'_c} * b * d \dots\dots (1)$$

Con el objetivo de obtener el momento admisible del sistema VIGACERO se efectuará mediante una tabla donde se identifica según sus parámetros el momento admisible, para el momento admisible de la losa convencional nos basaremos mediante la siguiente ecuación considerando el factor de reducción de resistencia ϕ por trabajar a flexión de 0.9.

$$M_n = \rho * F_y * b * d^2 \left(1 - 0.59 * \frac{\rho * F_y}{F'_c} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi M_n = 0.90 * M_n \dots\dots\dots (3)$$

Norma E.020 cargas

Según NTE.020 (2006, p. 1): “Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de uso previo. [...]”. En definitiva, todo elemento estructural de una edificación es diseñado para resistir la carga a la cual estará expuesta y será admitida, y por la cual se deberá generar un estudio y un análisis minucioso en el proceso de diseño y modelamiento para que las estructuras diseñadas resistan las cargas admitidas, y también generar meticulosamente el metrado de cargas vivas y muertas.

a. Carga Muerta:

La carga muerta es todo elemento inerte y forma parte de la estructura o acabado de una edificación según indica NTE.020 (2006, p. 1) “Se considera el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la edificación, [...]”.

b. Carga Viva:

Las cargas vivas son los elementos móviles que se encuentran en la edificación que con la cual será diseñado una edificación considerando a la vez a la carga muerta, según norma técnica de edificaciones E.020 nos indica que la carga mínima requerida para viviendas es de 200 kgf/m² y la cual será aplicada en esta investigación.

La carga viva según el uso a la cual será aplicada una edificación será determinada mediante el rango de cargas vivas establecida por el RNE E.020 según lo indica en su tabla.

Tabla 5: Cargas mínimas repartidas.

Uso	Carga (kg/m ²)
OFICINAS	
Exceptuando salas de archivo y computación	250
Salas de archivo	500
Salas de Computación	250
Corredores y escaleras	400
TEATROS	
Vestidores	200
Cuarto de proyección	300
Escenario	750
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
TIENDAS	500
Corredores y escaleras	500
VIVIENDAS	200
Corredores y escaleras	200

Fuente: Adaptado del RNE E.020, 2006

Norma E.060 concreto armado

En este punto de la norma se explicará el capítulo 17 de la Norma Técnica de Edificaciones E.060 que se refiere a “Elementos compuestos de concreto sometidos a flexión”.

1. Alcance. -

El RNE E. 060 (2009) indica lo siguiente:

Las disposiciones del Capítulo 17 deben aplicarse al diseño de elementos compuestos de concreto sometidos a flexión, definidos como elementos prefabricados de concreto o fabricados en obra, construidos en etapas diferentes pero conectados entre sí de manera tal que respondan a las cargas como una sola unidad. (p.132).

2. Generalidades. –

En este punto la Reglamento Nacional de Edificaciones nos menciona que se puede usar diferentes elementos combinados en su mayor parte con el objetivo de generar una mayor resistencia según indica la RNE (2009, p.132) “Se permite usar elementos compuestos, en su totalidad o porciones de ellos, para resistir cortante y momento”.

3. Apuntalamiento. –

El apuntalamiento es el que soporta una estructura de concreto en su proceso de desarrollo de sus propiedades requeridas según el diseño establecido para que no sufra ningún agrietamiento o alguna otra falla al momento de ser retiradas. Según RNE (2009, p. 132), “Todo elemento que requiera apuntalamiento, esta no deberá ser excluida del proceso de la estructura hasta que el elemento estructural haya desarrollado sus propiedades de diseño a la cual a sido requerida para resistir toda carga a la cual fue diseñada y a la vez limitar las deflexiones y agrietamientos que estas puedan sufrir al retirar el apuntalamiento”.

4. Resistencia al cortante vertical

Según indica el RNE (2009, p.132) “Donde se considere que el cortante vertical es resistido por todo el elemento compuesto, el diseño se hará [...], como si se tratara de un elemento monolítico de la misma sección transversal”.

Para determinar los peraltes mínimos establecidos por Reglamento Nacional de Edificaciones se tomará en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 6: *Espesor o peralte mínimo, h.*

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	$\frac{L}{20}$	$\frac{L}{24}$	$\frac{L}{28}$	$\frac{L}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{L}{16}$	$\frac{L}{18.5}$	$\frac{L}{21}$	$\frac{L}{8}$

Fuente: RNE E.060, 2009

Con respecto a las deflexiones que ocasiona la carga viva en las losas aligeradas estarán delimitadas y establecidas por el RNE en su tabla de deflexiones máximas admisibles.

Tabla 7: Deflexión máxima admisible

DEFLEXIONES MÁXIMAS ADMISIBLES		
Tipo de elemento	Deflexión considerada	Límite de deflexión
Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes	Deflexión inmediata debida a la carga viva	L/180*
Pisos que no soportan ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva	L/360*
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales	L/480*
Pisos o techos que soportan o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	(la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional)	L/240*

Fuente: RNE E.060, 2009

1.3.3. Software Etabs 2016

Etabs 2016, es un programa de diseño estructural con fines de facilitar y generar un análisis y diseño de edificaciones y/o elementos estructurales, y generando como un medio de apoyo para evaluar y estudiar edificaciones con respecto a su comportamiento estructural.

Un modelo analítico es para obtener la deformación de una estructura, en ese proceso de diseño y análisis, y por la cual se debe generar un modelamiento que nos presente los resultados de la interacción física de la estructura para así poder comprenderlas con mayor exactitud, por lo tanto, el Etabs no proporciona y apoya en todos estos aspectos de diseño y mejora para el diseño de una edificación o elemento estructural que presentara una deformación.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

- ¿Cómo es el comportamiento estructural del sistema pre-fabricado losa aligerado VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?

1.4.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuánto es la deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?
- ✓ ¿Cuánto es la resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?
- ✓ ¿Cuánto es la resistencia a esfuerzo de corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?

1.5. Justificación del estudio

Debido al problema ya planteado, que mejor manera de proponer la aplicación de un sistema constructivo no convencional con altos beneficios a la población por accesibilidad en costos y preservación ecológica por el casi nulo en desperdicios y seguridad.

1.5.1. Justificación teórica

Con el punto de vista teórico este sistema no convencional fue aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con resolución Ministerial 269 2014 que cumplen con los requisitos establecidos de diseño del RNE E.060, ASTM A653, ASTM A1008, ASTM A1011 Grado 37 ó AISI/SAE 1015

1.5.2. Justificación práctica

La aplicación en masa de este sistema constructivo no convencional ayudara a generar la construcción de viviendas más económica, en menos tiempo, más ecológicas y de calidad y seguras por su resistencia y peso ligero que se produce por los casetones de poliestireno expandido EPS, y por la cual llevar este sistema a lugar de familia con estrato sociales bajos económicamente.

1.5.3. Justificación económica

En cuanto a la comparación económica que este sistema de construcción no convencional nos proporciona a comparación de las losas aligeradas convencionales esta resulta tener un costo más asequible para la población en generar proporcionándoles una fácil instalación y segura.

1.5.4. Justificación ambiental

Las construcciones de losas aligeradas convencionales generan un gran desperdicio de material y estas a la vez aportan a la contaminación, pues con este sistema no convencional que es el sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO, la reducción de los desechos y desperdicios de materias se reducen a un 100% cuidando así al medio ambiente y generando a la vez un ambiente térmico-acústico para la vivienda.

1.6. Hipótesis:

1.6.1. Hipótesis general

- El comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligera VIGACERO cumple con las bases establecidas en el RNE E 0.60.

1.6.2. Hipótesis específicas

- ✓ La deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles es menor a la deflexión máxima establecida en el RNE E.060.
- ✓ La resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles es válida.
- ✓ La resistencia a esfuerzo de corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles es admisible.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivos generales

- ✓ Analizar cómo es el comportamiento estructural del Sistema Pre-Fabricado Losa Aligerado VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018.

1.7.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar cuánto es la deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018.
- ✓ Calcular cuánto es la resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018.
- ✓ Determinar cuánto es la resistencia a esfuerzo de corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018.

II. MÉTODO

Según Bunge (1983, p. 29-30) nos dice que: “El método científico es una fisonomía peculiar de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: [...] no es ni infalible ni autosuficiente. [...] es falible: puede afinar mediante la evaluación de los resultados a los que lleva y mediante el estudio directo”.

La investigación está basada con el **método científico**, ya que se asemejó la problemática y se derivará a las refutaciones de las interrogaciones efectuadas en la investigación.

2.1. Fases del proceso de investigación

2.1.1. Enfoque

Hernández, Fernández, Baptista (2010, p. 4) menciona: “El enfoque cuantitativo emplea la recaudación de información para evidenciar la hipótesis, con base de los cálculos numéricas y evaluación y/o desarrollo estadístico, para instituir esquemas de procedimientos y examinar teorías”.

Por lo cual, la reciente investigación es de orientación **cuantitativo**, debido a que las variables estarán moderadas por medio de datos cuantificados.

2.1.2. Tipo de investigación

Borja (2012, p. 10) define que la investigación aplicada: “Indaga y pretende estudiar, accionar, ejecutar y cambiar un contexto inseguro o problemático”.

Por lo delimitado, considero el tipo de investigación **aplicada**, por el hecho que el sistema Pre-Fabricado de la losa aligerada VIGACERO produce cambios y modifica una problemática en el sector Construcción de Lima y del Perú.

2.1.3. Nivel de investigación

Para el nivel de investigación, Hernández et al. (2012) delimita:

El estudio explicativo abarca más que una simple descripción de alguna definición, fenómeno o hecho o generar relaciones entre otros conceptos, como bien expresa la misma palabra, explica el porqué de la ocurrencia de un fenómeno o hecho se manifiesta o por que se relacionan dos o más variables (p. 84)

Entonces, la presente investigación es de nivel **explicativo**, por motivos que se pretende no solo brindar una descripción sino también explicar cómo es el comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO.

2.1.4. Diseño de la investigación

Según Borja (2012, p. 29) define al diseño no experimental: “Se fundan en la creación de información sin operar los valores de la variable, es decir tal y como se revelan las variables en un contexto”.

Además, Hernández, Fernández, y Baptista, (2010, p. 72) define a transversal: “este diseño se genera con la finalidad de ejecutar investigaciones de hechos y fenómenos reales en un tiempo determinado”.

En base a lo anteriormente descrito se procederá a diseñar una losa Aligerada con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO. De esta forma se obtendrá porque dicho sistema tiene un comportamiento estructural más alto que los sistemas convencionales, por lo que no se manipula la variable independiente es por ello que el diseño de investigación es **no experimental- Transversal**

2.2. Variables

Según Hernández et al. (2010, p. 93) define a la variable: “[...]. Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. [...]”. En definitiva, una variable es un elemento la cual está disponible a ser evaluada u observada en una investigación. En seguida se realizará la conceptualización de las variables.

2.2.1. V. I.: Sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO

Según la empresa VIGACERO (2016, p.3), “VIGACERO sistema de losa aligerada establecida y conformada por elementos de poliestireno expandido como aligerante y viguetas de acero galvanizado con el propósito de facilitar su fácil manejo y sencillo”. Considerado como un sistema no convencional y premiado por la cámara peruana de la construcción con respecto a innovación tecnología del año 2014. Pues este sistema reduce gran cantidad en aspectos de ejecución, tiempo y cuidado ambiental y que puede llegar a ser accesible a la población con beneficios de seguridad, calidad y economía.

2.2.2. V. D.: Comportamiento estructural del entrepiso

Según RNE (2006), “Es el análisis de una edificación para ver la vulnerabilidad de daños funcionales”. Según Manturano (2017, p. 24-25), define “[...] la conducta estructural es una variable confusa ya que tiene más de una extensión, [...] las dimensiones de estas variables son la repartición de fuerza momentos flectores, las deflexiones y la repartición de fuerzas cortantes”.

Deflexiones: “Las deflexiones [...] nos acceden valorar el nivel de réplica de una losa frente a las cargas aplicadas, conjuntamente nos permite tasar si las losas se soportaran adecuadamente en contextos de servicio, [...]” Manturano (2017, p.25)

Distribución de momento flector y fuerza cortante: “La repartición de momentos flectores y fuerzas cortantes sobre la losa nos admite valorar el efecto de resquebrajadura y el flujo plástico en la losa, por lo que debido a estas medidas la inercia efectiva de las losas se notará afectada gravemente” Manturano (2017, p.25)

2.3. Operacionalización de la variable

Tabla 8: Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	Según VIGACERO (2016, p.3) “VIGACERO sistema de losa aligerada establecida y conformada por elementos de poliestireno expandido como aligerante y viguetas de acero galvanizado con el propósito de facilitar su fácil manejo y sencillo”. Considerado como un sistema no convencional y premiado por la cámara peruana de la construcción con respecto a innovación tecnología del año 2014.	Se procedió con la recopilación de información de los elementos del sistema con la ayuda de la especificación técnica, que brinda la empresa ARCOTECHO.	Casetón de Poliestireno Expandido	Propiedades mecánicas	Kg/cm ³ , Kg/m ² , mm
Sistema Pre-Fabricado Losa Aligerada VIGACERO			Dimensión	Metros (m)	
			Viguetas de Acero Galvanizado	Propiedades mecánicas	Kg/cm ³ , Kg/m ² , mm
				Dimensión del perfil	Metros (m)
Variable dependiente	Según Manturano (2017), define “[...] la conducta estructural es una variable confusa ya que tiene más de una extensión, [...] las dimensiones de estas variables son la repartición de fuerza momentos flectores, las deflexiones y la repartición de fuerzas cortantes” (p. 24-25). DEFLEXIONES: “Las deflexiones [...] nos acceden valorar el nivel de réplica de una losa frente a las cargas aplicadas, conjuntamente nos permite tasar si las losas se soportaran adecuadamente en contextos de servicio, [...]” Manturano (2017, p.25) DISTRIBUCIÓN DE MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE: “La repartición de momentos flectores y fuerzas cortantes sobre la losa nos admite valorar el efecto de resquebrajadura y el flujo plástico en la losa, por lo que debido a estas medidas la inercia efectiva de las losas se notará afectada gravemente” Manturano (2017, p.25)	Se procedió con el diseño estructural de la losa aligerada con el sistema VIGACERA y seguido con el modelamiento para evaluar el comportamiento de la losa de una vivienda de 3 niveles.	Deflexión	Deflexión máxima	Centímetros (cm)
Comportamiento Estructural del entrepiso				Deflexión mínima	
			Resistencia a flexión	Momento admisible	Toneladas metro (Tn-m)
				Momento ultimo	
			Resistencia a esfuerzo de corte	Cortante admisible	Toneladas por metro cuadrado (Tn/m ²)
Cortante ultima					

Fuente: Elaboración propia

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Según Punto Cero (2004, p.1) indica: se determina la población a un grupo de individuos o elementos que se desea analizar en un proceso de estudio.

Según J. Morphol (2017, p.1) indica: una población viable es un grupo de elementos que pertenecen a un grupo en blanco, por lo cual una muestra será representativa como no, con opciones de selección al azar. O que la evaluación sea para determinar la muestra con un grupo limitado o especiales.

La población de esta investigación está conformada por la vivienda de 3 niveles con el entrepiso construido del sistema prefabricado VIGACERO en el distrito de San Martín de Porres, Lima. Por lo que este sistema está en un proceso de aplicación como nuevas tecnologías de construcción en Lima y el Perú, por lo tanto, no son muy conocidas.

2.4.2. Muestra

Según J. Morphol (2017, p.2) indica: un muestreo probabilístico o por conveniencia, permite obtener casos con elementos limitados para ser incluidos y que sean convenientes para un investigador.

El prototipo de muestra es dirigida o no probabilística, la cual determina un muestreo de elección por conveniencia por parte del investigador, debido a que la muestra puede abarcar a la mayoría de las tipologías de diseño y construcción de una vivienda, generando así la propuesta de diseño y construcción de una losa aligerada con el sistema prefabricada losa aligerada VIGACERO. Por lo cual nuestra muestra será una vivienda de 3 niveles con el sistema pre-fabricado VIGACERO ubicado en la Asociación de Vivienda Santa Beatriz del Valle Mz “A” Lt “20”, tal como se muestra en el plano de ubicación (ANEXO 8).

2.4.3. Validez

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalan que la validez genera el grado en la cual un instrumento proporcione o recolecte la información que se pretende buscar u obtener. (p.201)

En la presente investigación se empleará una ficha de recolección de datos que se obtendrán después de realizada el modelamiento en el programa Etabs 2016, para su posterior análisis, de la cual se generó la validez a través del juicio de expertos en el tema quienes calificarán la ficha con un rango de 0 a 1 según lo indicado en la tabla para su seguida aprobación.

Tabla 9: Validez de instrumento

RANGOS	MAGNITUD
0.53 A MENOS	VALIDEZ NULA
0.54 A 0.59	VALIDEZ BAJA
0.60 A 0.65	VALIDA
0.66 A 0.71	MUY VALIDA
0.72 A 0.99	EXCELENTE VALIDA
1	VALIDEZ PERFECTA

Fuente: Confiabilidad y Validez de instrumento de investigación, 2013.

La ficha sometida a la evaluación y calificación del juicio de experto genero la siguiente calificación según muestra la siguiente tabla.

Tabla 10: Calificación de juicio de expertos

CALIFICACIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS		
EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3
0.84	0.84	0.8
PROMEDIO		0.83

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la ficha de recolección de datos fue evaluada y calificada por el juicio de expertos dando una puntuación de 0.83 dando en porcentajes del 83% siendo calificad con una magnitud de excelente validez

La eficacia de la tesis se establecerá de forma técnica y especializada, si bien es innegable el proceso de la información por medio del software, plataformas computacionales o programas especializados de apoyo, como lo es el Etabs 2016.

2.4.4. Confiabilidad

En el presente trabajo de investigación con respecto a los resultados es confiable, por el mismo hecho que el programa a emplear que es el Etabs 2016 16.2.0 tiende a tener una funcionalidad en un 100% por no generar restricciones al diseñador, puesto que el software de la empresa CSI (Computers & Structures, Inc) cuenta con el certificado del ISO-9001, la cual genera la calidad del diseño y desarrollo.

2.5. Método de análisis de datos

Se analizó mediante el modelamiento en Etabs 2016 16.2.0 del sistema prefabricado VIGACERO y la losa convencional basado en el RNE E.060 y E.020.

Generando la interpretación de los resultados mediante tablas comparativas y gráficos para determinar el comportamiento estructural de la losa prefabricada VIGACERO.

2.6. Aspectos éticos

Para la presente investigación se considerará el compromiso, la sinceridad y honestidad en el momento de exponer los resultados obtenidos en la investigación, con autenticidad. Conjuntamente el respeto por la propiedad intelectual; responsabilidad social y ética profesional.

Todos los datos adquiridos han sido facilitados por el propietario de la vivienda la cual brindo el apoyo en la presente investigación. De igual manera el presente proyecto será verificado con el TURNITIN, con el fin de demostrar la autenticidad del proyecto.

III. RESULTADOS

Con respecto a la losa aligerada se realizará mediante un sistema no convencional denominada VIGACERO, constituida con viguetas prefabricadas (perfiles metálicos) y que tendrán una separación de vigueta a vigueta de 84 cm superando a la losa aligerada convencional, y también remplazando al aligerante convencional de ladrillo de arcilla por polietileno expandido de alta densidad y la malla de temperatura convencional, por lo que este sistema favorece cuando se efectúa construcciones de grandes luces.

Tabla 11: *Características mecánicas de los materiales*

Fy de la vigueta prefabricada	min 2530 kg/cm ²
Espesor de la Vigueta prefabricada	1.5 mm
Peso de la Vigueta prefabricada	4.8 kg/ml
Peso del Casetón EPS	1.0 Kg casetón estándar e= 9cm 1.7 Kg casetón estándar e= 15cm
Densidad del Casetón EPS	15 Kg /m ³
Composición físico químico de Casetón EPS	Material incombustible, que contiene agente ignífugo (no propaga llama), auto extingible.

Fuente: Adaptado de: Manual VIGACERO, 2014

b) Estructuración

La estructura del inmueble de 3 niveles se basa en el sistema de albañilería confinada y una losa aligerada no convencional con viguetas prefabricadas denominadas VIGACERO con un espesor de losa de 13 cm, optando por el diseño más crítico con este sistema de losa prefabricada para los techos de cada nivel y que cada vigueta se encontrara separadas 84 cm de eje a eje, y como aligerante, el poliestireno expandido de alta densidad.

Tabla 12: *Detalle estructural de elementos de concreto armado*

VIGAS CHATAS	
CONCRETO	f'c = 210 kg/cm ²
ACERO	fy = 2400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: *Detalle estructural de la losa con el sistema VIGACERO*

Fy de la vigueta prefabricada	min 2530 kg/cm ²
Casetón de poliestireno	Densidad=15 Kg /m ³ Dimensiones= 0.9x0.75x1 m
Concreto	f'c = 210 kg/cm ²
Acero de temperatura	Fy= 2400

Fuente: Elaboración propia

c) Cargas

Para el análisis y desarrollo de la edificación, se basará con el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma de cargas) E.020, Por lo que, el uso del inmueble será domiciliario será con una carga viva de 200 kg/cm² y en cuanto a la carga muerta se tomará los datos del acabado de esta vivienda (tabiquería).

3.2. Estudios Previos

3.2.1. Estudio de campo

En el estudio de campo solo se identificó el área proyectada para la vivienda de 3 niveles, por lo que el propietario nos brindó las fronteras y límites del terreno y sus correspondientes dimensiones del área total de 120 m².

3.2.2. Estudio laboratorio

No se realizó estudio de laboratorio puesto que en este proyecto solo se delimitará el diseño y comportamiento estructural de la losa aligerada mediante el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, en la cual solo se efectuó el estudio en gabinete mediante el modelamiento de la losa aligerada prefabricada y la convencional, para evaluar entre ellas su comportamiento estructural basadas en el Reglamento nacional de Edificaciones E.060 y E.020. con la cual se determinará los parámetros de deflexión, cortante y momentos admisibles establecidas en RNE.

3.3. Análisis

En el presente trabajo el desarrollo de los indicadores (deflexión, cortante y momento), se realizó los siguientes puntos:

- ❖ **Pre dimensionamiento de las losas aligeradas**

Se realizó el pre dimensionamiento de la losa con el sistema VIGACERO con los límites de la tabla anexada en el anexo 3, y el pre dimensionamiento de una losa aligerada convencional.
- ❖ **Pre dimensionamiento de las vigas**

Se desarrolló el pre dimensionamiento de las vigas que trabajarán en conjunto con la losa aligerada y que estas recibirán las cargas que la losa distribuirá que es de la carga muerta y la carga viva.
- ❖ **Modelamiento**

Se efectuó el modelamiento de una losa aligerada como pilar para los tres niveles, por tener estas la misma estructura. El modelamiento se efectuó para los dos sistemas, el convencional y el sistema prefabricado losa aligerado VIGACERO, teniendo en consideración que solo se usaron puntos de apoyo en la zona de las columnas, por el hecho que se efectuara el estudio específico de la losa aligera.
- ❖ **Recopilación de resultados**

En continuación del modelamiento se recopiló los resultados con el objetivo de resolver los problemas planteados de la influencia del sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO en el comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con los indicadores respectivos (casetón de polietileno expandido, vigueta de acero galvanizado y la luz libre).
- **Pre dimensionamiento de las losas aligeradas**
 - ❖ **Sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO**

Se recopila los datos de la tabla del sistema VIGACERO adjunto en el anexo 3 considerando una sobrecarga de 200 kg/m² según indica en la RNE E.020.

De la tabla establecida en el anexo 3 se sustrae el pre dimensionamiento para el sistema VIGACERO que es de

 - Una losa aligerada de altura $H=13$ cm con un espesor de concreto de 4 cm y un caseto con espesor de 9.
 - ❖ **Pre dimensionamiento de la losa aligerada convencional**

Según el RNE E.0.60, todo elemento de concreto sometido a flexión deben ser diseñadas con el objetivo de tener una rigidez adecuada para limitar cualquier deformación que afecte la resistencia o función en su condición de servicio.

Tabla 14: Pre dimensionamiento de losa aligerada convencional.

Pre dimensionamiento	
Luz mayor discontinua/18.5=	15.9459459 cm
luz mayor continua/21=	14.047619 cm
Peralte Asumido=	17 cm

Fuente: Elaboración propia

Se considera 17 centímetros de peralte por conveniencia por aspectos de uso del ladrillo comercial más pequeño de 30x30x12 cm, más la capa de concreto de 5 cm.

Tabla 15: Dimensiones de Viguetas de losa convencional

Dimensiones de vigueta	
B	40 cm
Bw	10 cm
Altura de vigueta	17 cm
Losa superior	5 cm

Fuente: Elaboración propia

- **Modelamiento en Etabs**

- ❖ **Sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO**

Se inicia con la determinación de ejes, se realizó el análisis de una sola losa aligera como matriz de los 3 niveles por tener la misma estructura según lo indica en su plano.

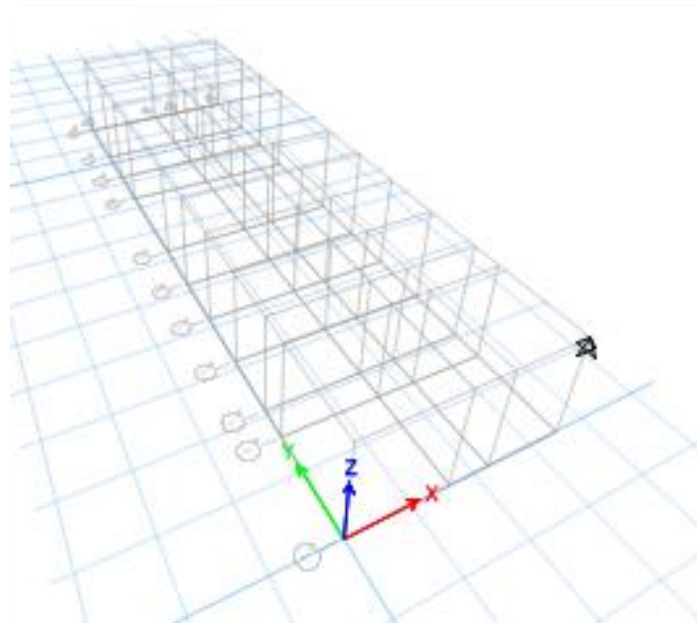


Figura 12: Determinación de ejes losa aligerada VIGACERO

Fuente: Elaboración propia.

- Seguido se define los materiales

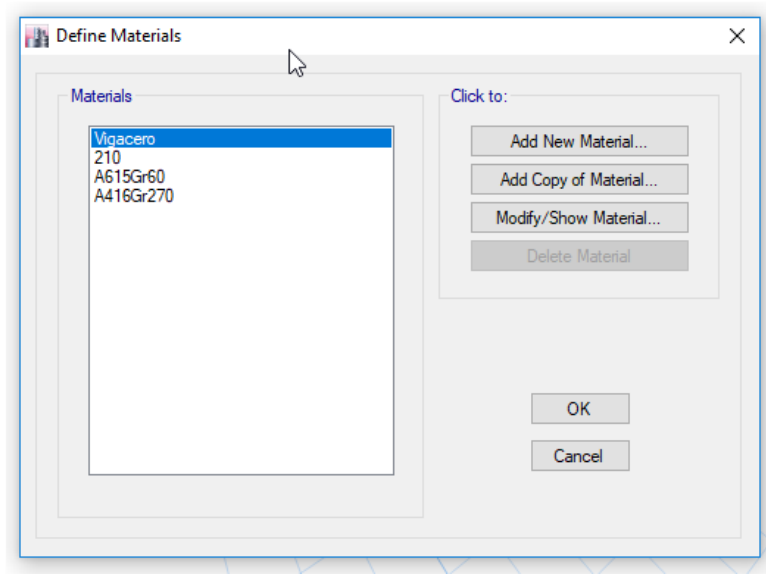


Figura 13: Definición de materiales

Fuente: Elaboración propia

- Se grafican las vigas principales

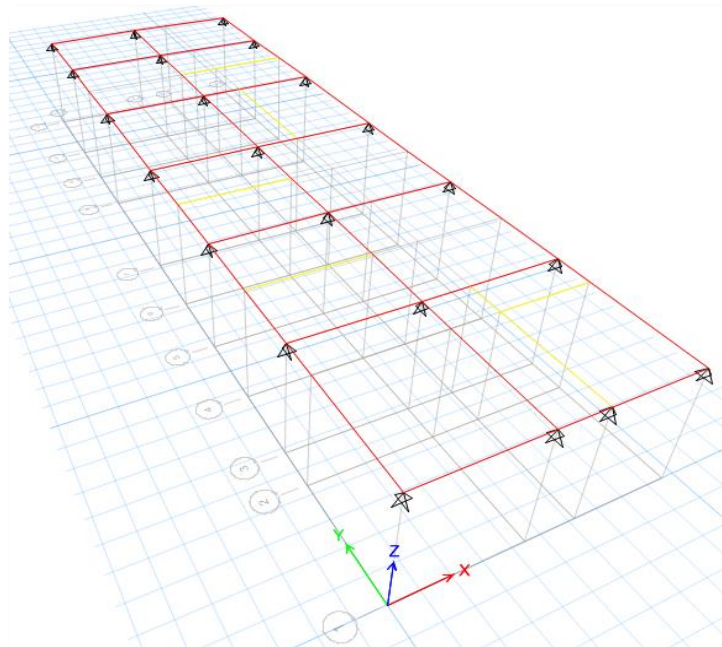


Figura 14: Gráfica de vigas principales

Fuente: Elaboración propia

- Diseño de la sección de la vigueta de acero galvanizado

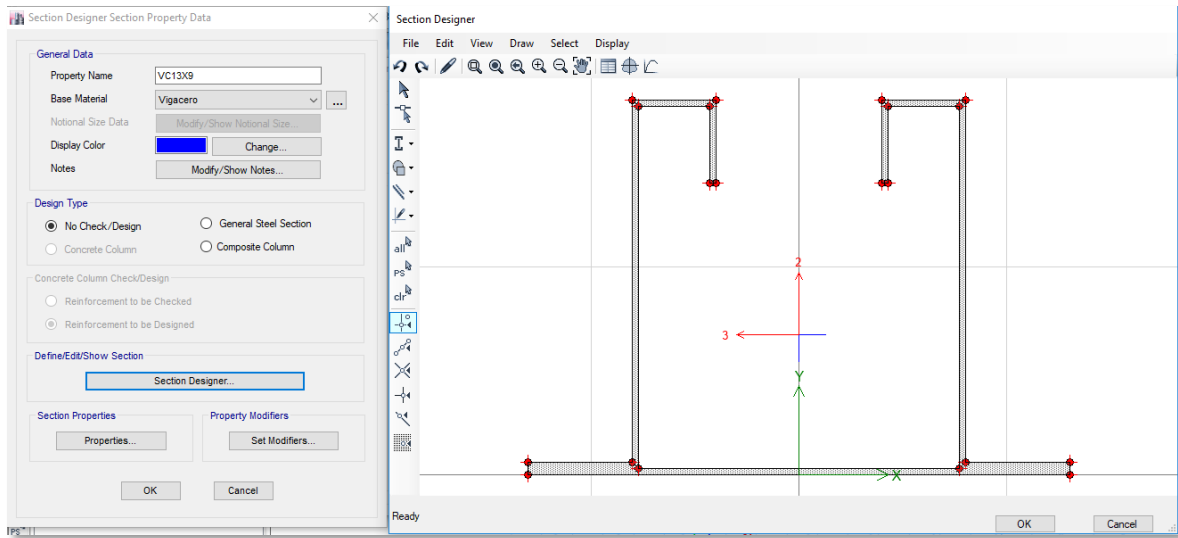


Figura 15: Diseño de sección de vigueta VIGACERO

Fuente: Elaboración propia

- Gráfica de las viguetas del sistema VIGACERO

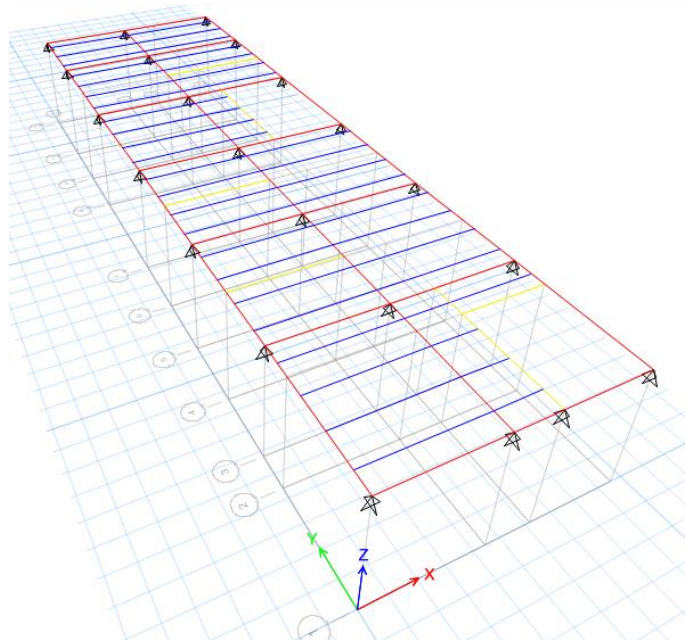


Figura 16: Gráfica de viguetas cada 84 cm

Fuente: Elaboración propia

- Gráfico de la losa de concreto

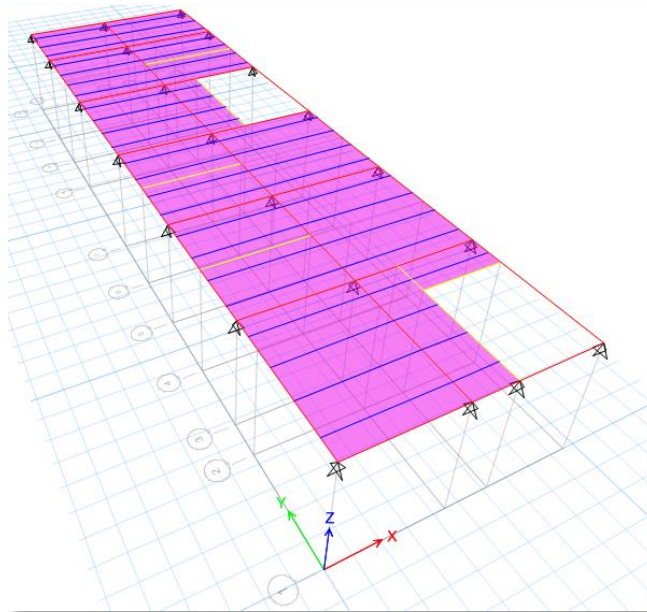


Figura 17: Grafica de losa de concreto de 4 cm

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama de momentos

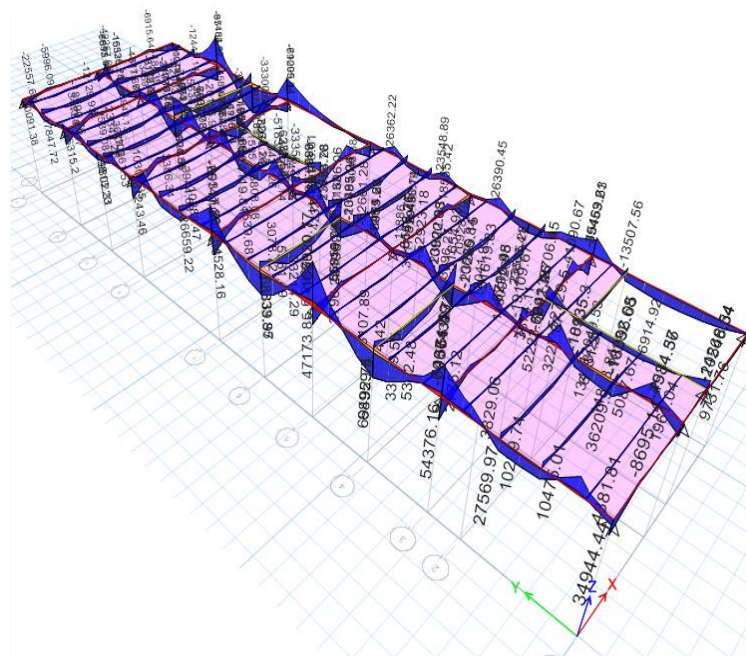


Figura 18: Diagrama de momentos

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama de Cortante

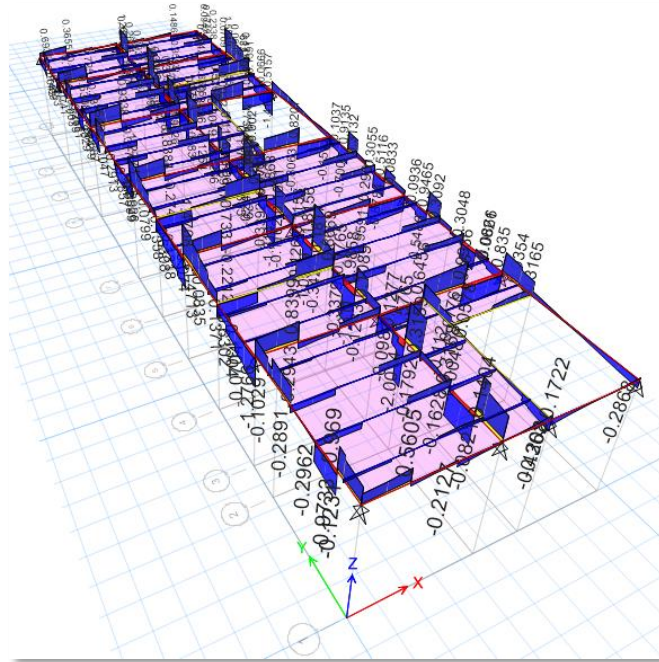


Figura 19: Diagrama de cortantes

Fuente: Elaboración propia

❖ Sistema losa aligerada convencional

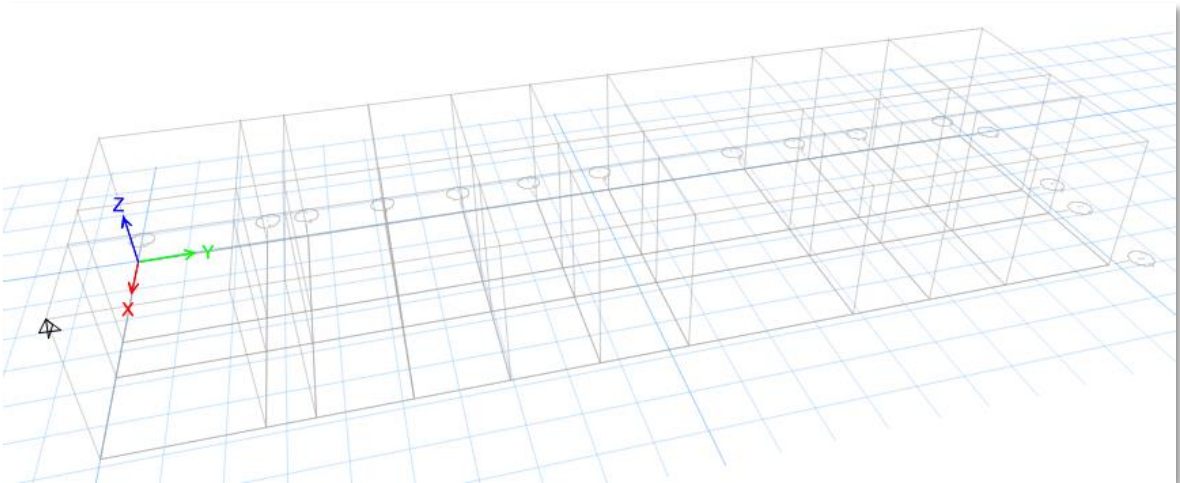


Figura 20: Ubicación de los ejes de la losa convencional

Fuente: Elaboración propia

- Seguido se define los materiales

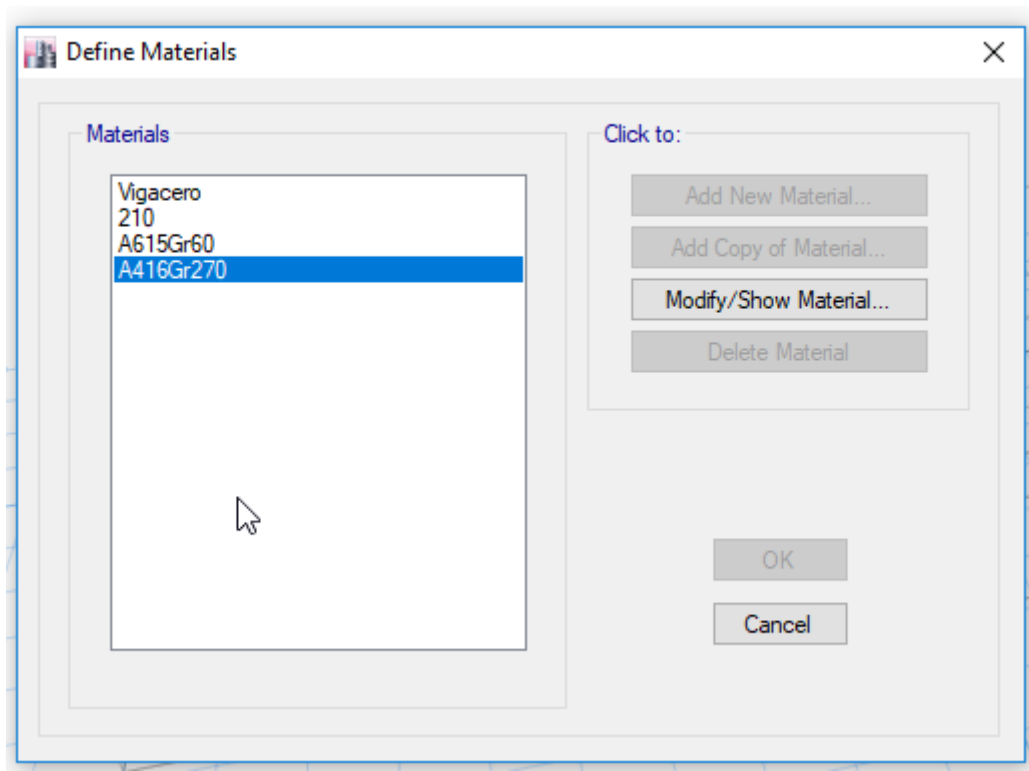


Figura 21: Definición del material

Fuente: Elaboración propia

- Se grafican las vigas principales

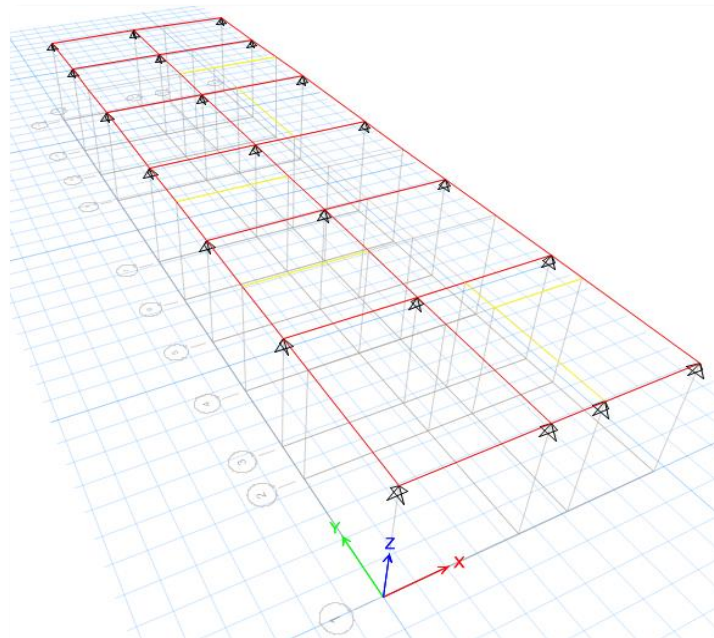


Figura 22: Grafica de vigas principales

Fuente: Elaboración propia

- Gráfico de las viguetas cada 40 cm

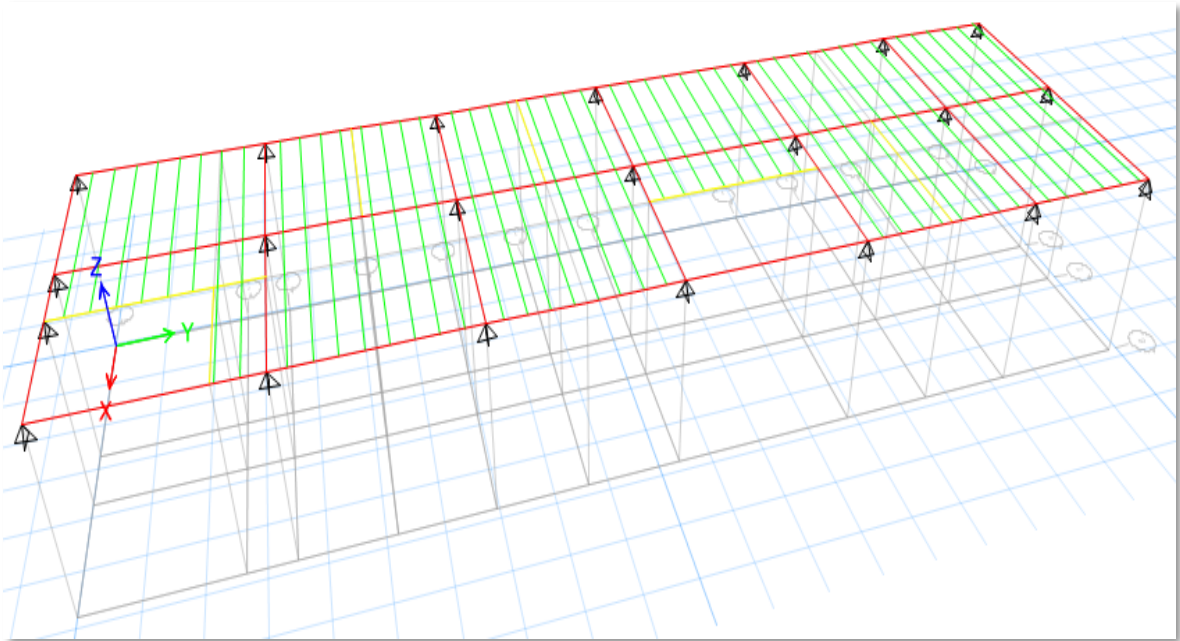


Figura 23: Grafica de viguetas convencionales cada 40 cm

Fuente: Elaboración propia

- Gráfico de la losa de concreto

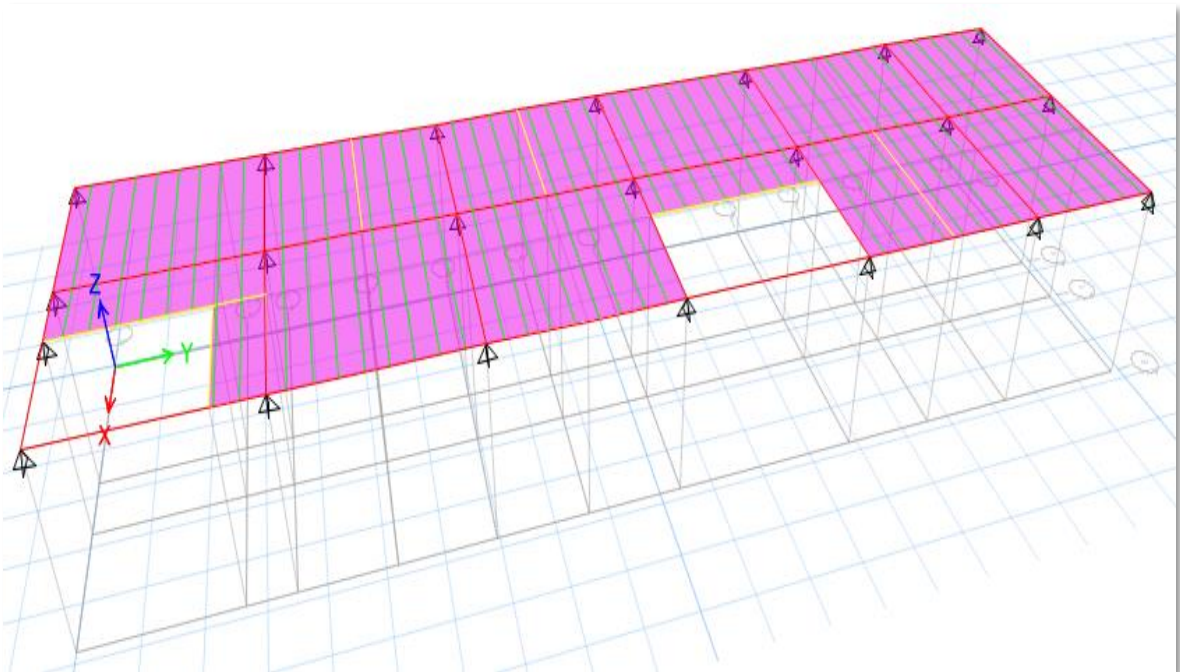


Figura 24: Grafica de losa de concreto de $e=5\text{cm}$

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama de momentos

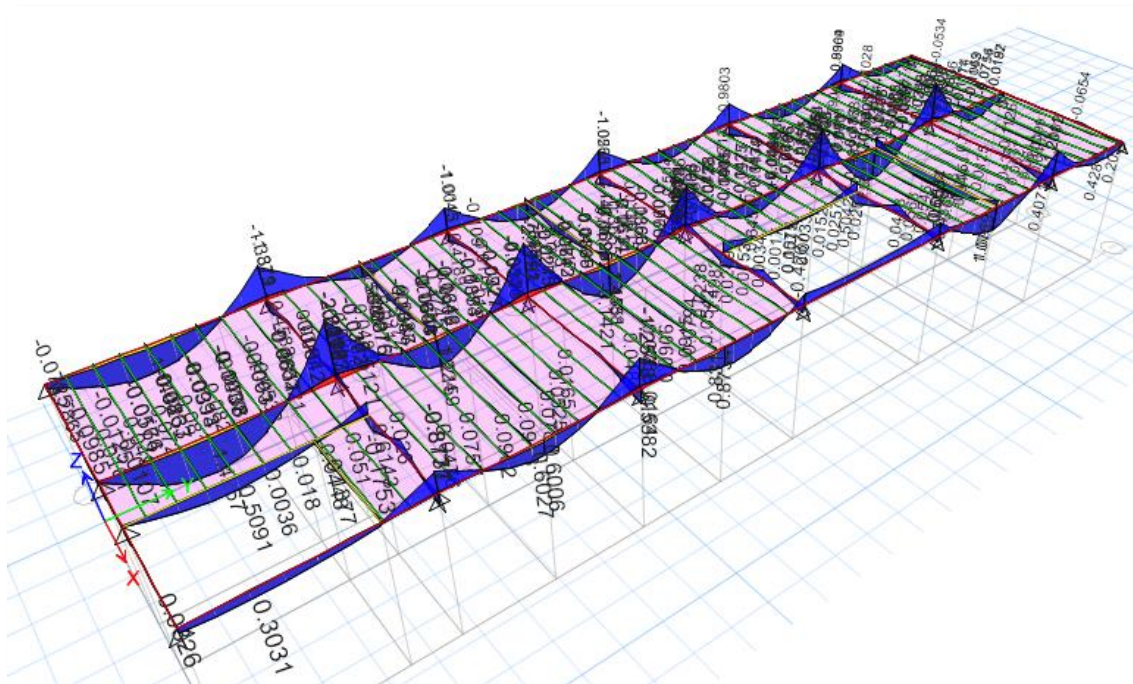


Figura 25: Diagrama de momentos

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama de cortante

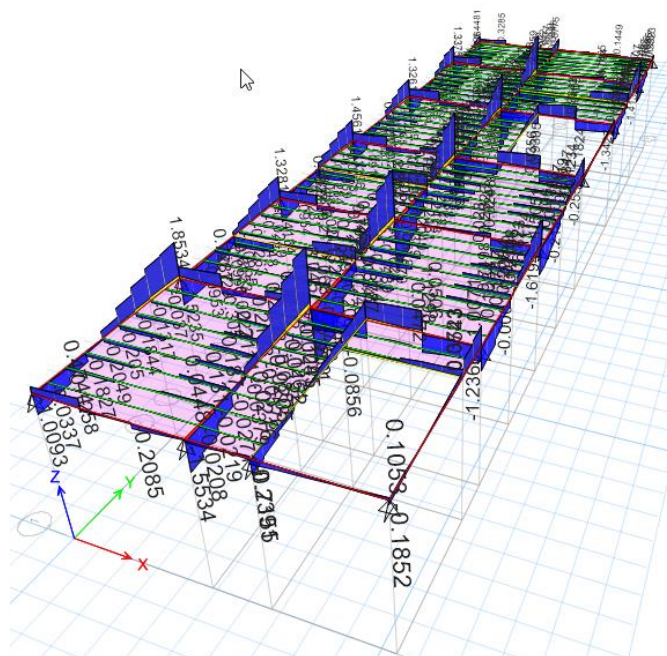


Figura 26: Diagrama de cortante

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Análisis del Objetivo Especifico 1

- **SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO**

Se realizará el cálculo para la carga ultima (W_u).

- Determinación de las cargas (CM, CV)

Tabla 16: Carga Muerta

Carga Muerta			
Peso de la losa superior=	$2400*0.04=$	96.00	Kg/m ²
Peso de la nervadura=	$2400*0.08*0.09/0.84=$	20.57	Kg/m ²
Peso de la vigueta=	$4.86/0.84=$	5.79	Kg/m ²
Casetón=	$15*0.09/0.84=$	1.61	Kg/m ²
Piso Terminado	=	100.00	Kg/m ²
Piso de Tabiquería	=	100.00	Kg/m ²
TOTAL=	=	323.96	Kg/m ²

Fuente: Elaboración propia

En la carga Viva se dará como dato lo establecido por el reglamento nacional de edificaciones E-0.20.

Tabla 17: Carga Viva

Carga Viva		
Sobrecarga (vivienda)=	200	Kg/m ²

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de la Carga última

Según se indica en RNE, para determinar la carga ultima es mediante la siguiente formula:

Tabla 18: Carga Ultima

Carga Última (W_u)		
$W_u = 1.4CM + 1.7CV$		
CM=	323.96	
CV=	200	
$W_u=$	793.55	kg/m ²
	0.67	Tn/m

Fuente: Elaboración propia

❖ Deflexiones

Considerando la deflexión máxima admisible establecida por el RNE E.060, que según se muestra en la tabla N° 7 ya descrita de deflexiones máximas admisibles por el RNE E.060.

Los datos obtenidos sobre las deflexiones de la losa, estarán sometidas con la CV (Carga viva), establecida para viviendas según se indica en el RNE E.020 en la tabla de cargas vivas repartidas.

Según se indica en la tabla de cargas vivas repartidas del RNE E.020, la sobrecarga o la CV en viviendas es de 200 kgf/m², la cual será aplicada sobre la losa con el objetivo de determinar las deflexiones máximas por criterio y también generando en el punto donde hay mayor momento sobre la losa según indica en el siguiente gráfico.

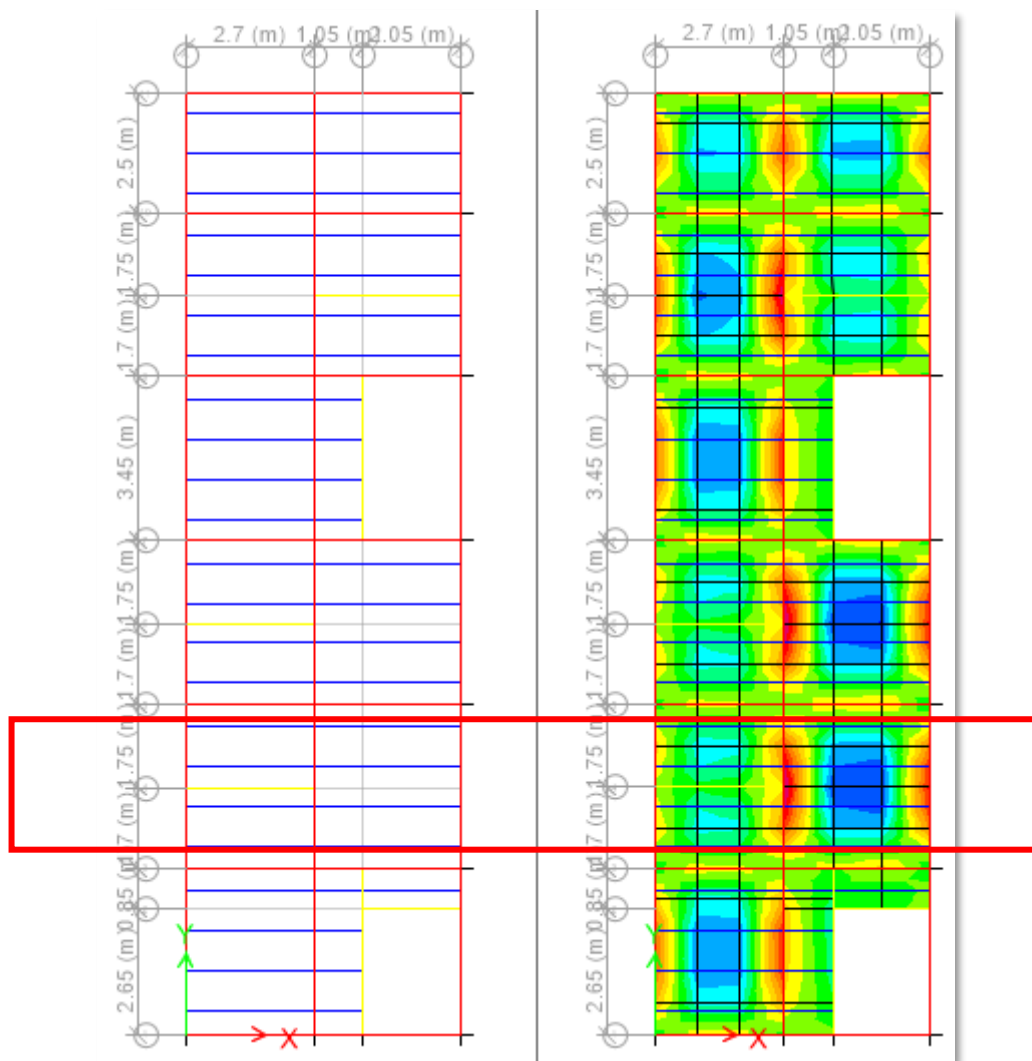


Figura 27: Gráfica de momento sobre la losa VIGACERO

Fuente: Elaboración propia

Considerando al paño con la luz más larga y donde se efectúan el momento más alto.

Se tomará en consideración la vigueta prefabricada en el punto donde se aplica el momento más alto.

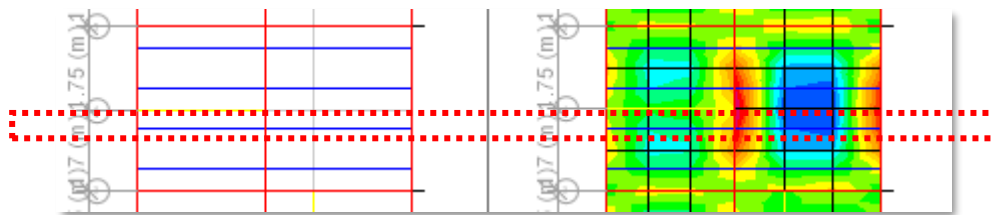


Figura 28: Determinación de la viga a evaluar

Fuente: Elaboración propia

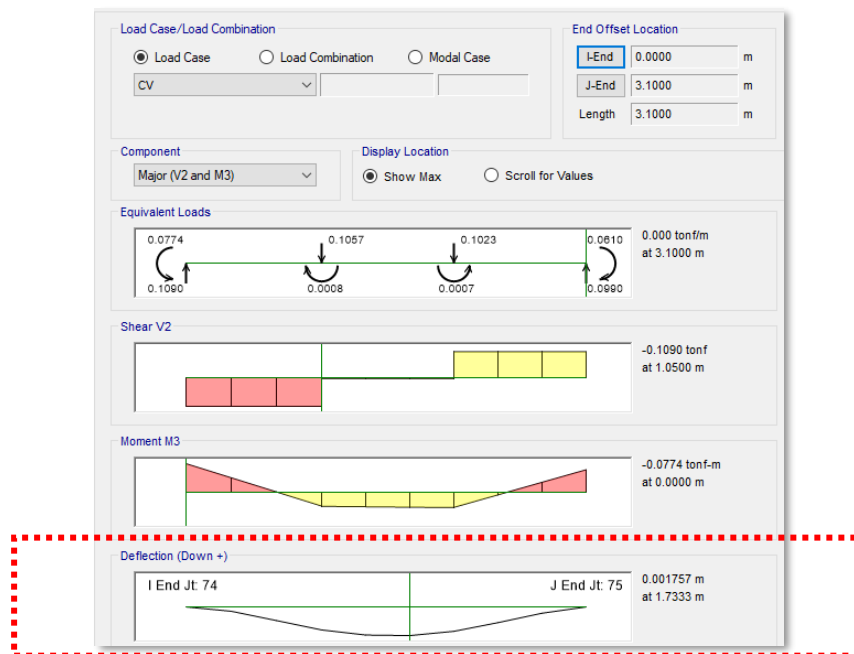


Figura 29: Diagrama de deflexión máxima de la viga VIGACERO

Fuente: Elaboración propia

Se resulta una deflexión máxima a una distancia del eje de la viga principal central de 1.733 metros de 0.001757 m, sobre una luz de 3.10 metros.

- **SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**

Se realiza la recopilación de los resultados de la losa convencional modelada con el propósito de evaluar su comportamiento estructural frente a la losa prefabricada VIGACERO, y generar la comparación y finalmente la influencia que tiene la losa pre-fabricada del entrespaño de una vivienda de 3 niveles.

Tabla 19: Carga Muerta losa convencional

Carga Muerta			
Peso de la losa superior=	$2400*0.05=$	120.00	Kg/m ²
Peso de la nervadura=	$2400*0.1*0.12/40=$	72	Kg/m ²
Ladrillo=	$6.3*8.33=$	52.48	Kg/m ²
Piso Terminado	=	100.00	Kg/m ²
Piso de Tabiquería	=	100.00	Kg/m ²
TOTAL=	=	444.48	Kg/m ²

Fuente: Elaboración propia

En la carga Viva se dará como dato lo establecido por el reglamento nacional de edificaciones E-0.20.

Tabla 20: Carga Viva losa convencional

Carga Viva		
Sobrecarga (vivienda)=	200	Kg/m ²

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de la Carga ultima

Según se indica en RNE, para determinar la carga ultima es mediante la siguiente formula:

Tabla 21: Carga Última losa convencional

Carga Última (Wu)		
$Wu= 1.4CM + 1.7CV$		
CM=	444.48	
CV=	200	
Wu=	962.272	kg/m ²
	0.962	Tn/m ²

Fuente: Elaboración propia

❖ Deflexión

Se Considera la deflexión máxima admisible establecida por el RNE E.060, que según se adjuntó en el grafico detallado anteriormente.

Considerando también una Carga Viva (sobrecarga cv) establecida por el RNE E.020 de 200 kgf/m², que con la cual se realizara el modelamiento para la determinación de la deflexión máxima.

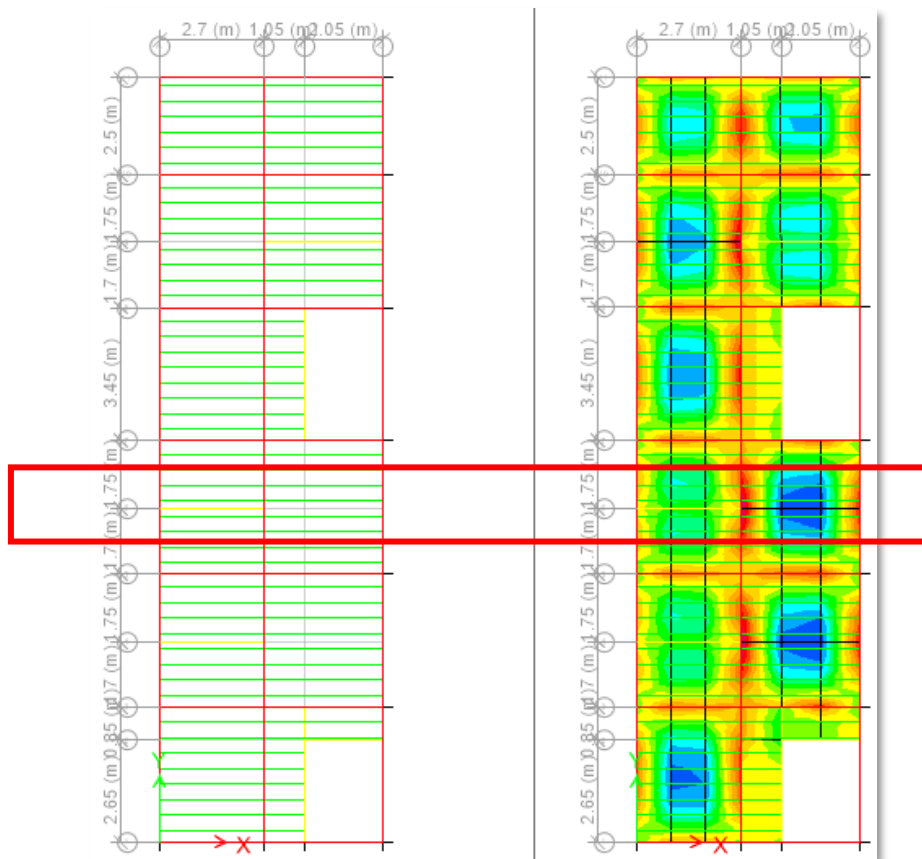


Figura 30: Grafico de momento sobre la losa convencional

Fuente: Elaboración propia

Considerando el paño con la luz más larga de 3.10 metros y con el momento más alto. Se considera a la vigueta convencional en la zona del momento más alto.



Figura 31: Determinación de la vigueta convencional a evaluar

Fuente: Elaboración propia

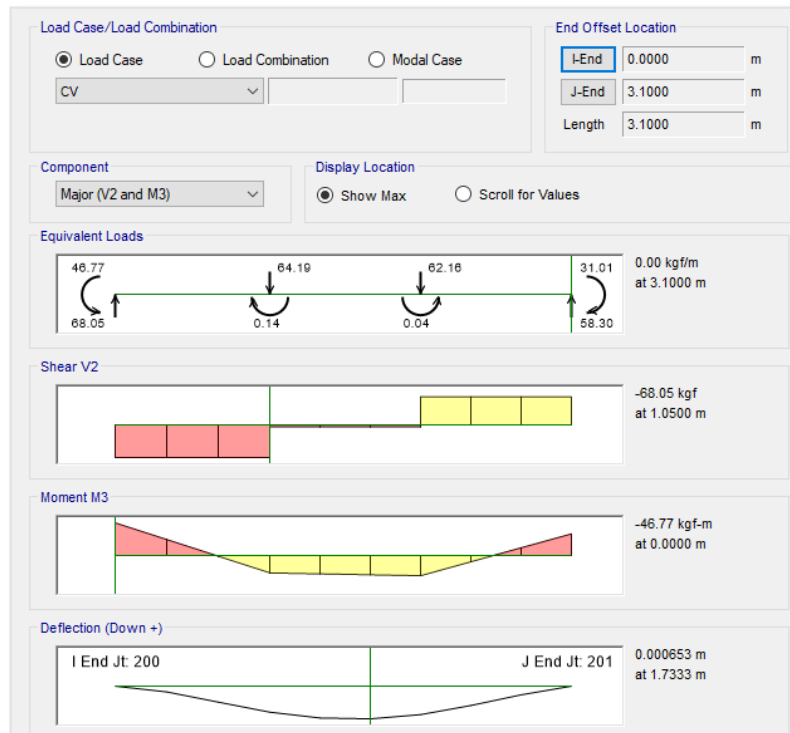


Figura 32: Gráfico de la deflexión máxima de la viga convencional

Fuente: Elaboración propia

Se resulta una deflexión máxima a una distancia del eje de la viga principal central de 1.733 metros de 0.000653 m, sobre una luz de 3.10 metros.

3.3.2. Análisis del Objetivo Específico 2

- **SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO**
- ❖ **MOMENTO**

Al realizar el diseño de una viga a flexión se debe general el cálculo de acero que estas deben requerir para que así puedan resistir los momento y fuerzas cortantes que estas son sometidas por las cargas actuantes.

El momento admisible en el sistema VIGACERO se determinará mediante la tabla como fuente de CUETO R, la tabla denominada momento admisible de losa prefabricada VIGACERO

	ALTURA O ESPESOR DE LOSA ALIGERADA (cm)	DISTANCIA ENTRE EJES (cm)	PESO PROPIO (Kg/m ²)	MOMENTOS ADMISIBLES (Kg-m) = ϕ Mn (Tn/m ²)	
			CASETON DE EPS	VIGACERO losa sin tabiquería	VIGACERO considerando tabiquería
UN PAÑO SIMPLE	16 cm	84	1.35	1.80	2.04
	17cm	84	1.35	2.00	2.25
	20cm	84	1.69	2.44	2.70
	25cm	84	2.25	2.93	3.21
	30cm	74	2.44	3.45	3.75
	35cm	69	2.70	5.19	5.59
PAÑOS CONTINUOS	16 cm	84	1.35	1.04	1.28
	17cm	84	1.35	1.15	1.40
	20cm	84	1.69	1.34	1.62
	25cm	84	2.25	1.67	1.98
	30cm	69	2.44	1.97	2.30
	35cm	74	2.70	2.96	3.36

Figura 33: Tabla de momento admisible del sistema VIGACERO

Fuente: CUETO R.

En la presente tabla se muestra los momentos admisibles de las viguetas de acero galvanizado, que por la cual en la losa de estudio se efectuó una losa de peralte $h=13\text{cm}$; por lo tanto, se realizara la iteración para determinar el momento admisible desconocido con un espesor de losa de 13 cm.

Tabla 22: Tabla de momento admisible de espesor 13 cm

ALTURA O ESPESOR DE LOSA ALIGERADA (cm)	DISTANCIA ENTRE EJES (cm)	PESO PROPIO (Kg/m ²)	MOMENTOS ADMISIBLES (Kg-m) = ϕ Mn (Tn/m ²)	
		CASETON DE EPS	VIGACERO losa sin tabiquería	VIGACERO considerando tabiquería
13	84	-	-	X2
16	84	1.35	1.04	1.20
17	84	1.35	1.15	1.40

Fuente: Adoptado de: CUETO R. 2019.

Para determinar el momento admisible de espesor 13 que no se detalla en la tabla, se realizara mediante línea de tendencia en el programa de Excel 2016 considerando paño continuo y con tabiquería.

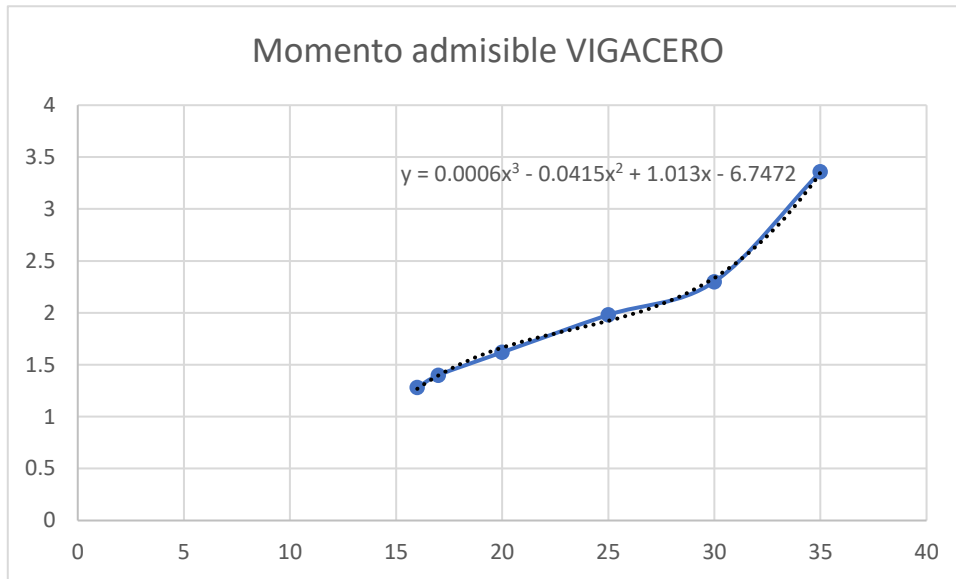


Figura 34: Ecuación con línea de tendencia con Excel 2016.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Resultados mediante la línea de tendencia del Excel 2016 para determinar el valor del Momento admisible de h=13 cm

13	0.72
14	0.94
15	1.04
16	1.28
17	1.40
20	1.62
25	1.98
30	2.30
35	3.36

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se muestra que mediante la iteración numérica se determinó el momento admisible de la vigueta que tiene el valor de 0.72.

En el modelamiento de la losa prefabricada VIGACERO se obtiene el momento último en la cual se debe cumplir que $\phi M_n > M_u$.

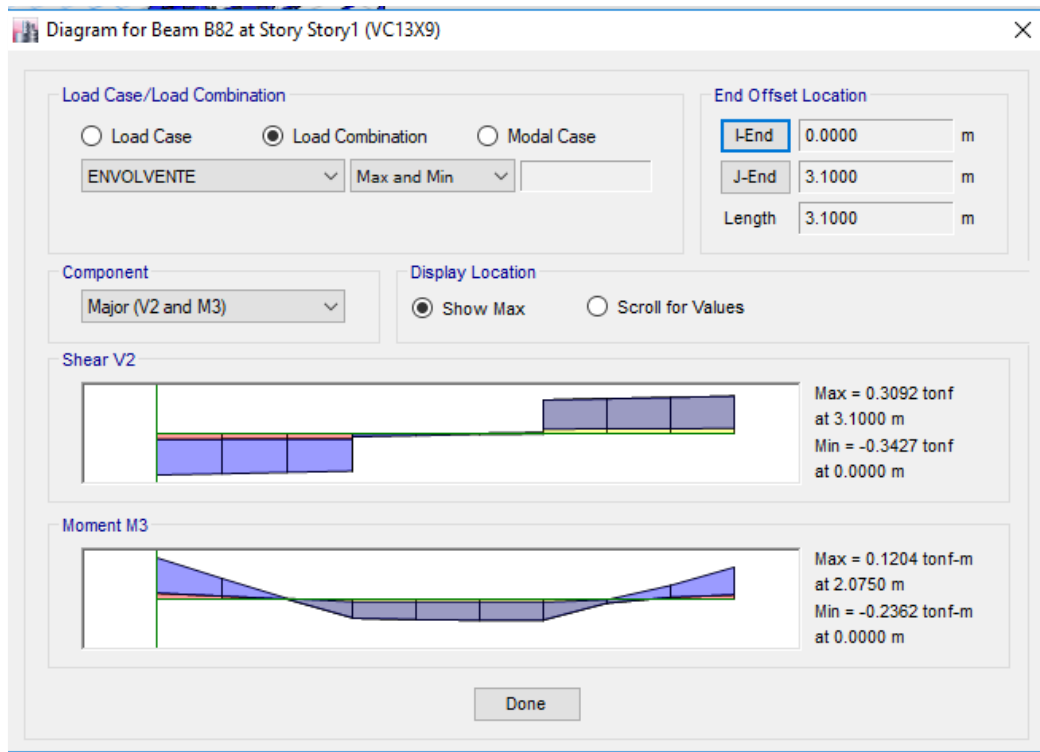


Figura 35: Diagrama de momento último de la vigueta VIGACERO

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un resultado de 0.12 Tn-m siendo por consiguiente $\phi M_n > M_u$.

- **SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**
- **Momento**

Para la verificación en los momentos se tomará en cuenta lo siguiente $\phi M_n > M_u$.

El ϕ toma el valor de 0.90 por trabajar en flexión.

Para la determinación del Momento nominal se tendrá en consideración lo siguiente:

$$\rho_{min} = \frac{14}{F_y} = \frac{14}{4200} = 0.0033 \qquad \rho_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{F'_c}}{F_y} = 0.0028$$

Se usará la mayor cuantía mínima obtenida que de 0.0033.

$$M_n = \rho * F_y * b * d^2 \left(1 - 0.59 * \frac{\rho * F_y}{F'_c} \right) = 28005.91 \text{ Kg-cm} = 0.28 \text{ Tn-m}$$

$$\phi M_n = 0.9 * 0.28 = 0.252 \text{ Tn-m}$$

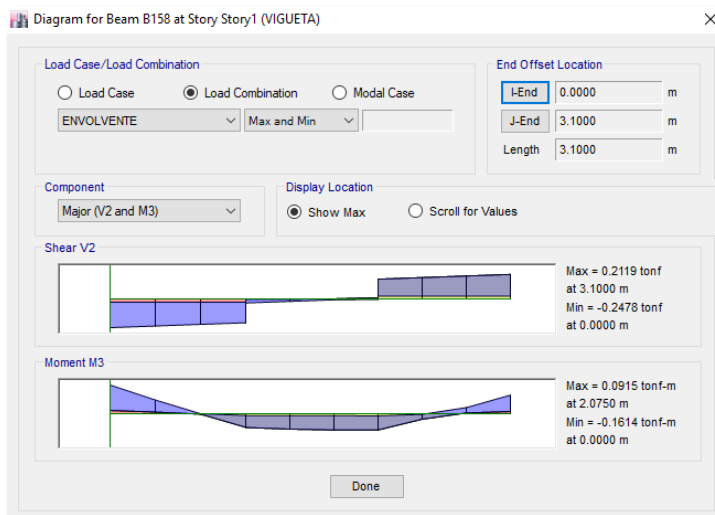


Figura 36: Diagrama de momento ultimo de vigueta convencional

Fuente: Elaboración propia

Como bien se indica en los resultados del modelamiento, el M_u tiene como resultado de 0.0915 Tn-m. por lo cual se obtiene que $\phi M_n > M_u$, cumple.

3.3.3. Análisis del Objetivo Especifico 3

- **SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO**

- ❖ **CORTANTE**

Según lo establecido por RNE E 060 de determina que para el diseño por cortante se debe cumplir que $\phi V_n > V_u$.

En aspectos de una losa aligerada el RNE E 060 nos detalla que se puede generar el aumento de un 10% a la resistencia del concreto según se muestra en la ecuación 1.

Tabla 24: Cortante Ultima de VIGACERO

$\phi V_n =$	0.980	Tn
--------------	-------	----

Fuente: Elaboración propia

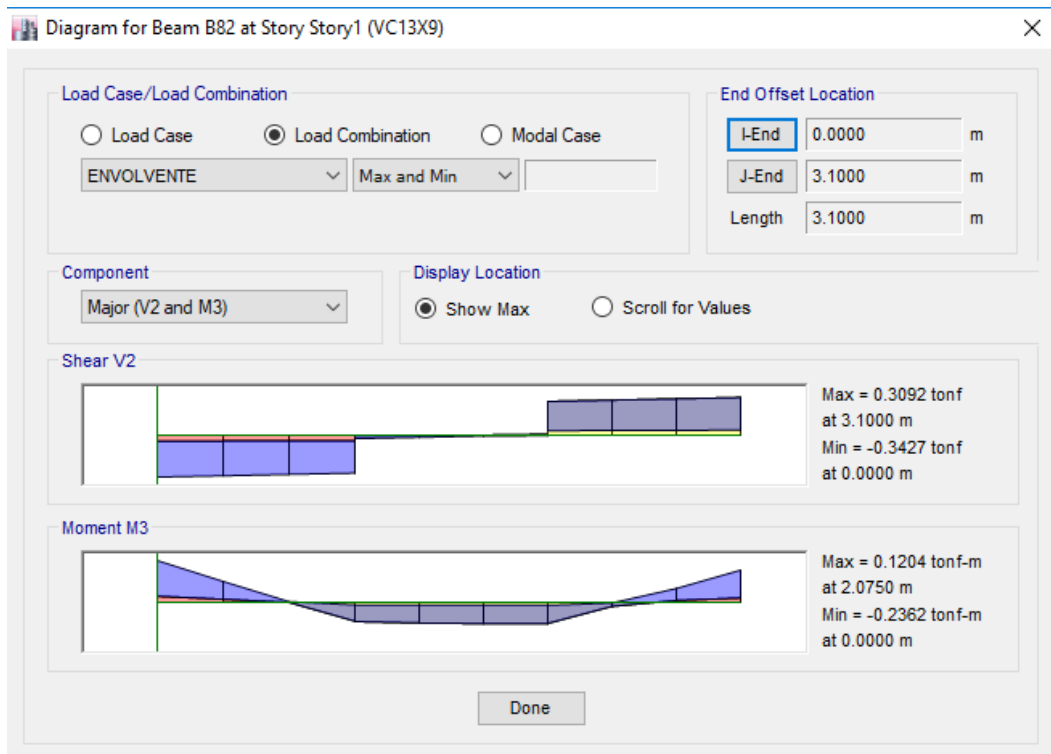


Figura 37: Diagrama de cortante última de vigueta VIGACERO

Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido en el grafico nos da $V_u = 0.31 \text{ Tnf}$ con la cual se deduce que $\phi V_n > V_u$.

- **SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**

- ❖ **Cortante**

Según definido y establecido por RNE E060, detalla que la sección transversal sometida a la fuerza cortante se debe basar en la siguiente ecuación.

$$\phi V_n > V_u$$

Con los parámetros de una losa aligerada la norma E060 no da la opción de aumentar a 10% la resistencia del concreto.

$$\phi V_n = \phi * 1.1 * 0.53 * \sqrt{F'_c} * b * d = 1.04 \text{ Tnf}$$

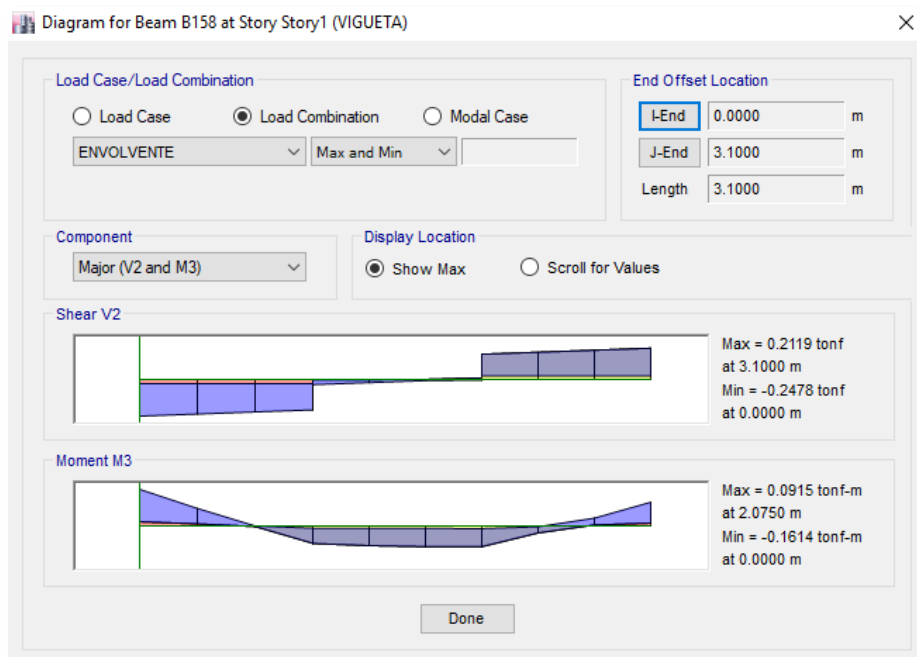


Figura 38: Diagrama de cortante de vigueta convencional

Fuente: Elaboración propia

Según lo obtenido en los resultados detallados en el modelamiento la V_u tiene un resultado de 0.2119 Tnf. Con la cual se deduce que $\phi V_n > V_u$, cumple.

3.3.4. Análisis del Objetivo General

Ante los detalles estructurados y modelados respecto al objetivo general del presente proyecto que menciona en analizar cómo es el comportamiento estructural del Sistema Prefabricado Losa Aligerado VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018.

Se evidencia que los parámetros establecidos por RNE E.060 con respecto a los resultados en deflexión, momentos y cortantes, el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO presenta un adecuado comportamiento estructural brindando una buena condición de servicio y no superando los límites establecidos por el Reglamento Nacional de Edificación E.060.

Dando en consideración como tal el aporte del aligerante ante este buen comportamiento estructural por su casi nulidad de peso siendo esta 97% más liviana que el ladrillo convencional de arcilla.

3.4. Resultados

OBJETIVO ESPECÍFICO 1

- **SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO**

- ❖ **Deflexiones**

El análisis de la deflexión del sistema prefabricado de la losa aligerada VIGACERO nos da como resultado una flecha de 0.001757 m, sobre una luz de 3.10 metros.

Tabla 25: Deflexión máxima admisible

Deflexiones Máximas Admisibles	
Deflexión inmediata debido a la carga viva	L/360

L=	3.1	m
L/360=	0.008611111	m

Fuente: Elaboración propia

Con este resultado, se diagnostica que la deflexión registrada en la Vigueta VIGACERO es menor a la deflexión máxima admisible establecida por el RNE E.060.

Tabla 26: Resultado de comparación de Deflexión de VIGACERO

RESULTADO		
0.008611111	>	0.001757

Fuente: Elaboración propia

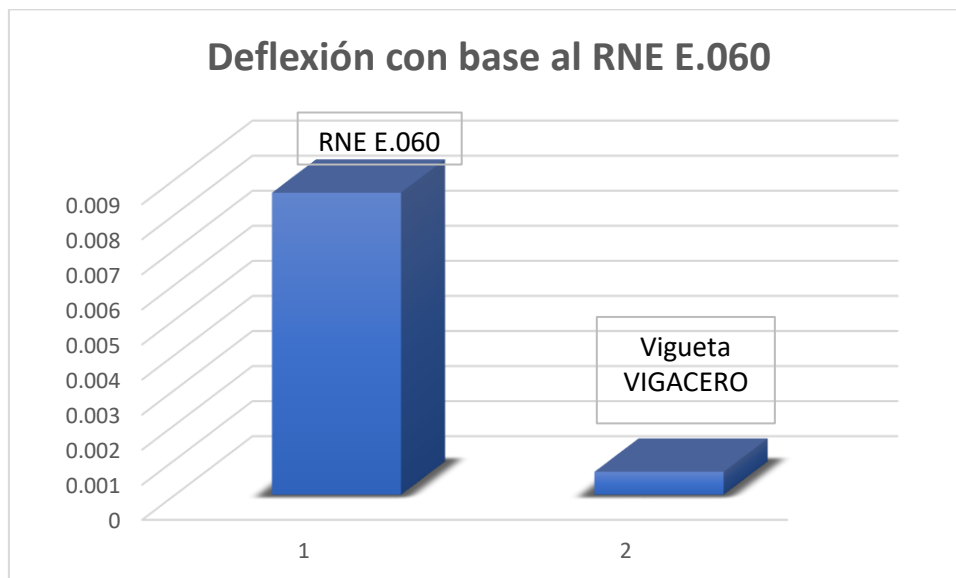


Figura 39: Grafico de deflexión con base al RNE E.060 (VIGACERO)

Fuente: Elaboración propia

La deflexión obtenida cumple con la deflexión máxima admisible por ser menor a dicho requerimiento.

- **SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**

- ❖ **Deflexiones**

El análisis de la deflexión del sistema prefabricado de la losa aligerada VIGACERO nos da como resultado una flecha de 0.000653 m, sobre una luz de 3.10 metros.

Con este resultado se efectúa el análisis respecto a la deflexión máxima admisible establecida por el RNE E.060.

Tabla 27: Resultado de comparación de Deflexión Sistema Convencional

RESULTADO		
0.008611111	>	0.000653

Fuente: Elaboración propia

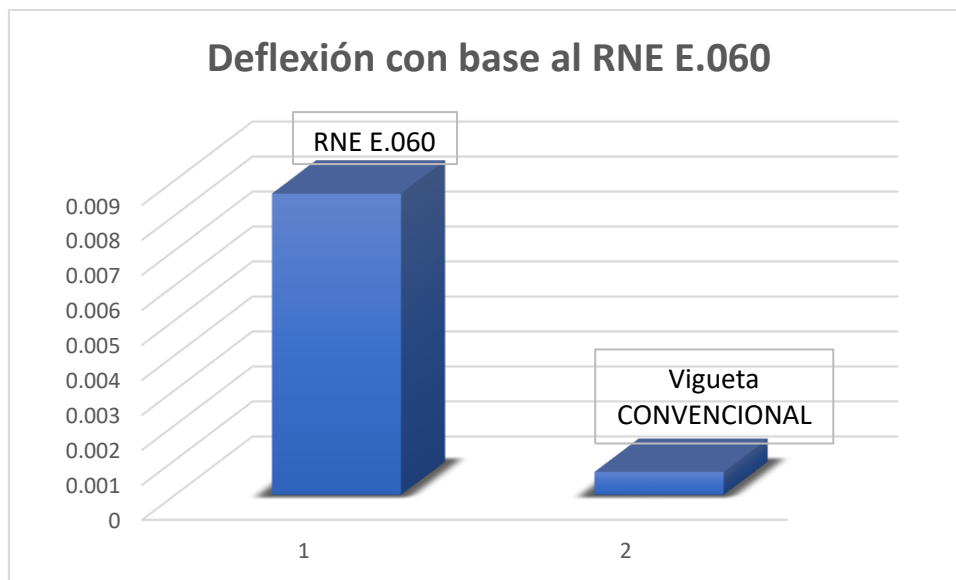


Figura 40: Gráfico de deflexión con base al RNE E.060 (CONVENCIONAL)

Fuente: Elaboración propia

La deflexión obtenida cumple con la deflexión máxima admisible por ser menor a dicho requerimiento.

INTERPRETACIÓN GENERAL (OE.1)

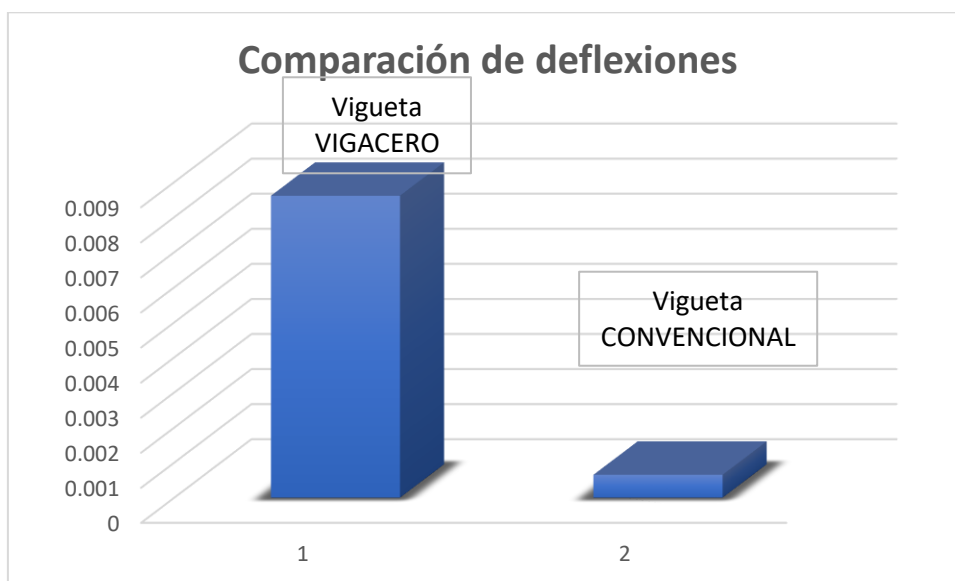


Figura 41: Grafico de deflexión comparativa

Fuente: Elaboración propia

En definitiva, las deflexiones determinadas cumplen con la máxima permitida establecida en el RNE E.060, optando así un buen comportamiento estructural de ambas estructuras, aunque la losa convencional tenga menor deflexión a la prefabricada VIGACERO, por el mismo hecho que la losa convencional tiende a tener una mayor dimensión en su sección de viga a comparación de la viga VIGACERO. Llegando así que la viga prefabricada cumple con la deflexión máxima con un porcentaje de 20% a la deflexión regida en RNE E.060.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2

- **SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO**

- ❖ **Momento**

En el proceso del modelamiento y la obtención de los resultados, se realizó las restricciones que se indica en el RNE E060 la cual indica respecto a los momentos que $\emptyset M_n > M_u$.

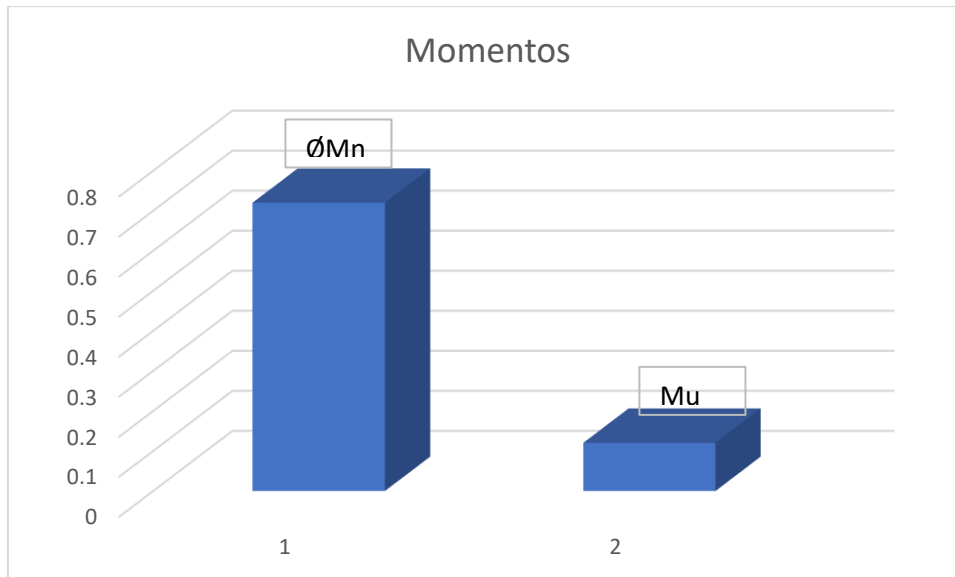


Figura 42: Grafico de momentos (VIGACERO)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados son favorables con una diferencia de 0.8 Tn-m

- **SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**

- ❖ **Momento**

En el proceso del modelamiento y la obtención de los resultados, se realizó las restricciones que se indica en el RNE E060 la cual indica respecto a los momentos que $\emptyset Mn > Mu$.

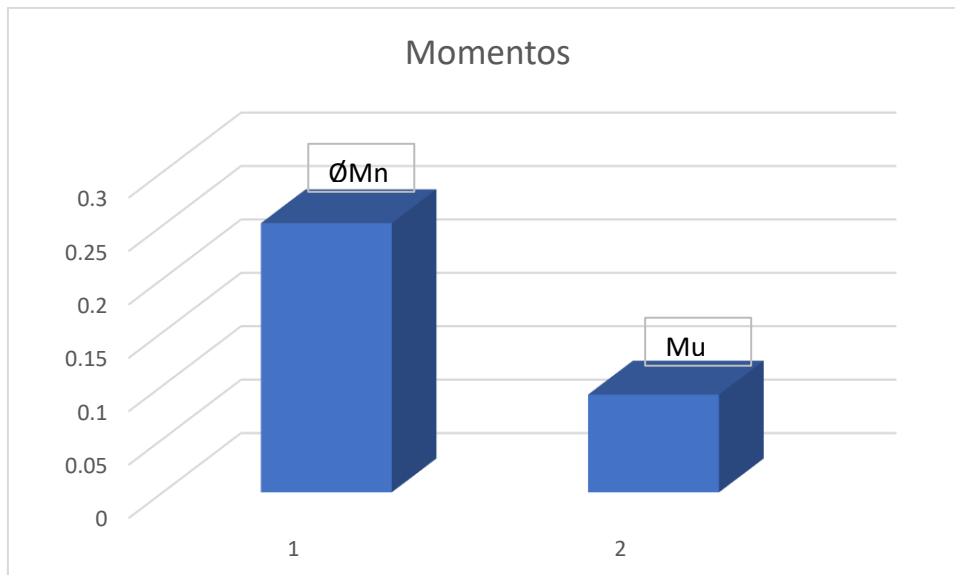


Figura 43: Gráfico de momentos (CONVENCIONAL)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados son favorables con una diferencia de 0.16 Tn-m

INTERPRETACIÓN GENERAL (OE.2)

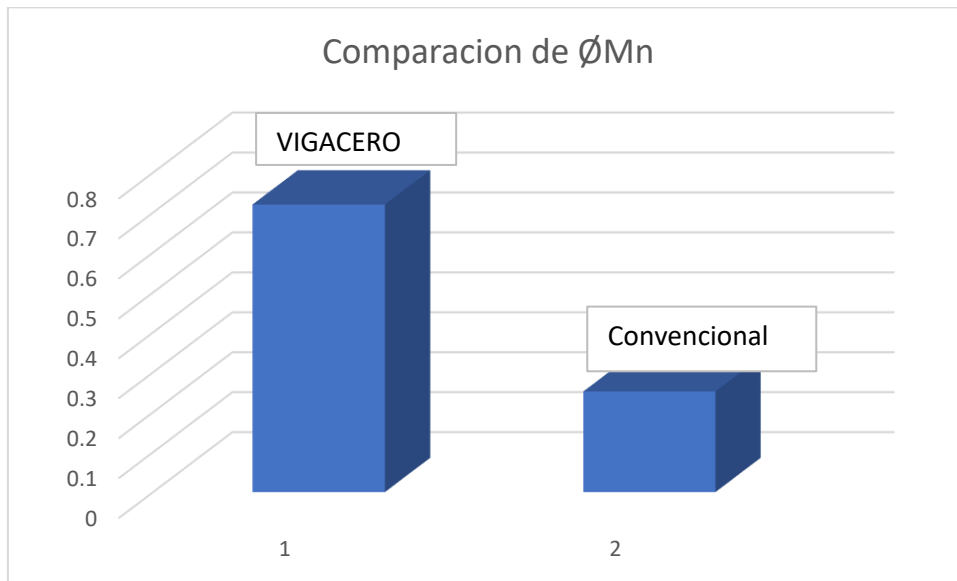


Figura 44: Gráfico comparativo del ϕM_n

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en la gráfica se evidencia que el momento nominal admisible del sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO es mayor al sistema convencional, dando un valor mayor de un 73% más.

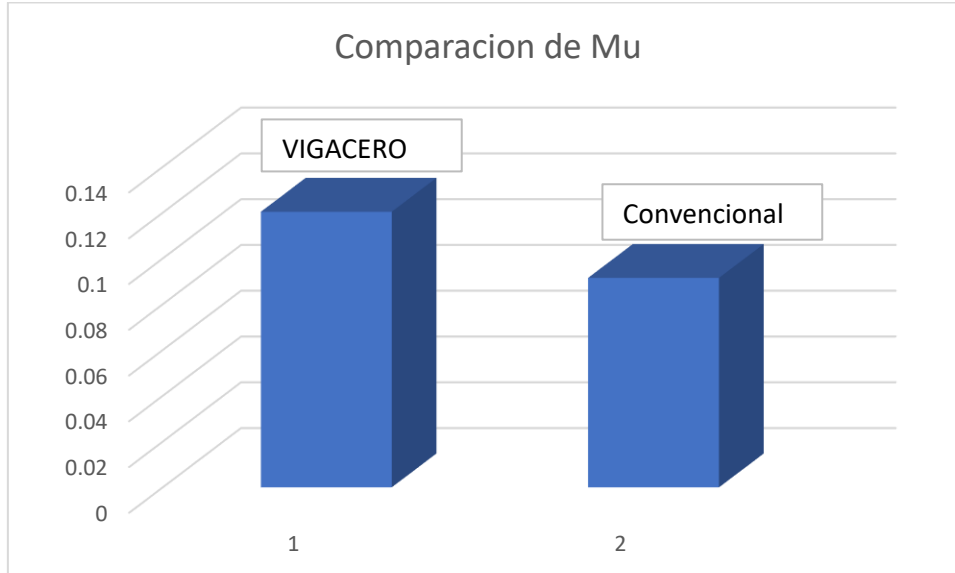


Figura 45: Gráfico comparativo del M_u

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en la gráfica se evidencia que el momento último del sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO es mayor al sistema convencional, dando una superioridad de un 24% más.

En definitiva, el sistema VIGACERA presenta un mejor comportamiento en aspecto del momento nominal admisible y momento ultimo de diseño a comparación del sistema convencional.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

- **SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO**

- ❖ **Cortante**

En el análisis o verificación por corte se debe superar las restricciones para un buen comportamiento o adecuada funcionalidad, en este caso la restricción que debe cumplirse es que $\phi V_n > V_u$, la cual en esta investigación da como resultado óptimo, pues la V_u es menor a la cortante ϕV_n con una diferencia de 0.67 Tnf.

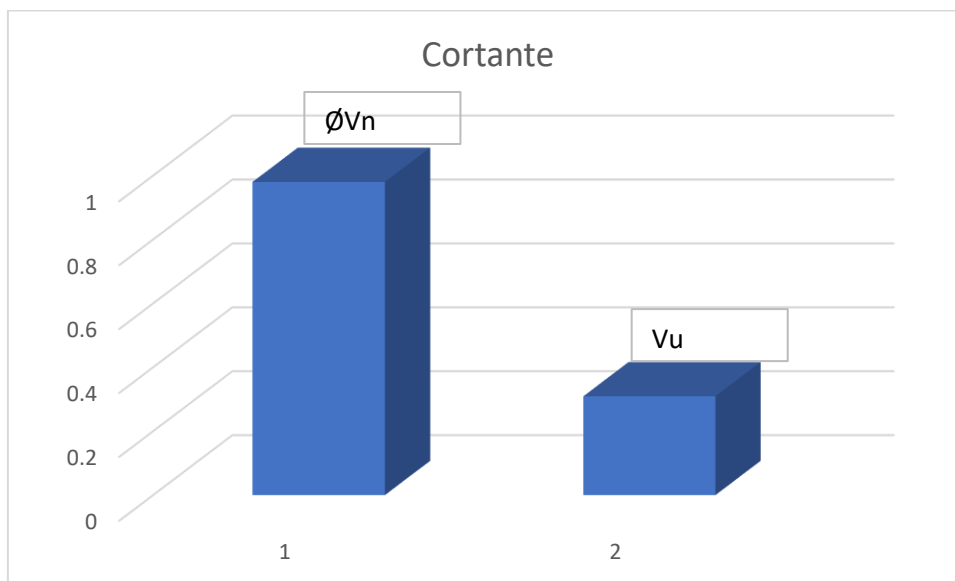


Figura 46: Gráfico de Cortante (VIGACERO)

Fuente: Elaboración propia

- **SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**

- ❖ **Cortante**

En el análisis o verificación por corte se debe superar las restricciones para un buen comportamiento o adecuada funcionalidad, en este caso la restricción que debe cumplirse es que $\phi V_n > V_u$, la cual en esta investigación da como resultado óptimo, pues la V_u es menor a la cortante ϕV_n con una diferencia de 0.829 Tnf.

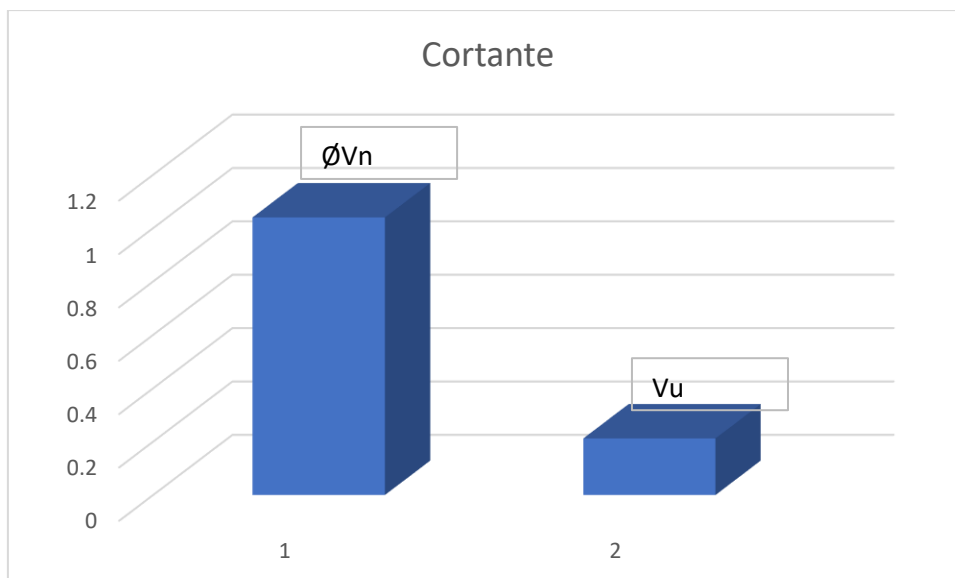


Figura 47: Gráfico de Cortante (CONVENCIONAL)

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN GENERAL (OE.3)

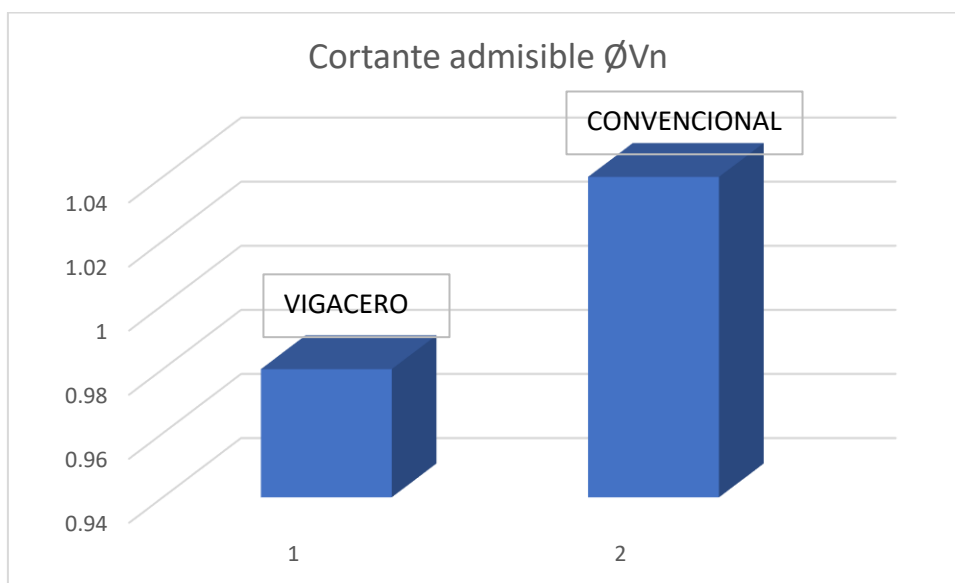


Figura 48: Gráfico comparativo de Cortante admisible

Fuente: Elaboración propia

En definitiva, la cortante admisible del sistema convencional es mayor al sistema prefabricado losa aligera VIGACERO con un 6% de más.

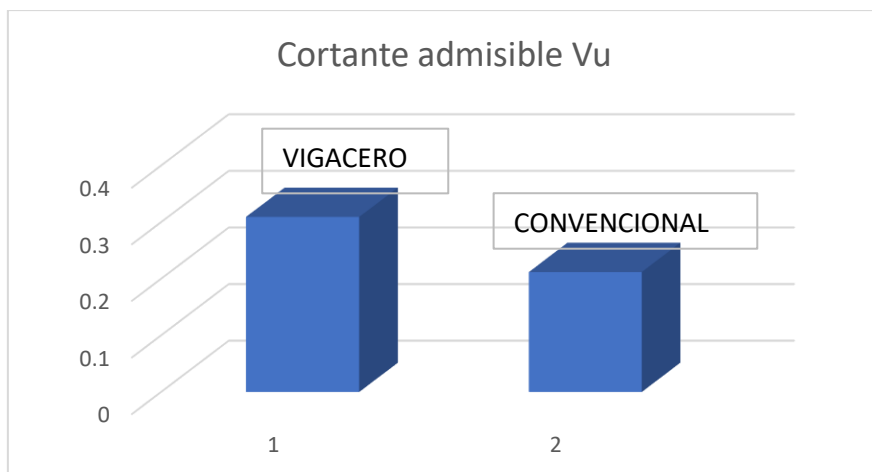


Figura 49: Gráfico comparativo de Cortante último

Fuente: Elaboración propia

Se intuye que la cortante ultima de diseño del sistema VIGACERO es mayor al sistema convencional en un porcentaje de 31% de más.

En conclusión, se deduce que la cortante admisible es mayor en sistema convencional teniendo un poco mejor comportamiento que el sistema VIGACERO ante cargas expuestas, y la carga ultima de diseño es mayor en el sistema VIGACERO a comparación del sistema convencional.

OBJETIVO GENERAL

INTERPRETACIÓN GENERAL (OG)

Tabla 28: Resumen de resultados

Resumen de Resultados			
VIGACERO		CONVENCIONAL	
Deflexión		Deflexión	
RNE	RESUL.	RNE	RESUL.
0.0086	0.00175	0.0086	0.00065
20.35%		7.56%	
Momentos		Momentos	
$\emptyset M_n$	M_u	$\emptyset M_n$	M_u
0.72	0.1204	0.252	0.0915
13.09%		36.31%	
Cortantes		Cortantes	
$\emptyset V_n$	V_u	$\emptyset V_n$	V_u
0.98	0.3092	1.04	0.2119
31.55%		20.38%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Resumen de la Wu

Resultado de Wu				
VIGACERO h=13CM		CONVENCIONAL h=17cm		
Peso del aligerante		Peso del aligerante		
1.61	kg/m2	52.48	kg/m2	97%
CM=	323.96	CM=	444.48	Kg/m2
CV=	200	CV=	200	Kg/m2
Wu=	0.67	Wu=	0.962	Tn/m2

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, el comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda con el sistema pre fabricado losa aligerada VIGACERO tiende a ser optimo por cumplir las bases mínimas establecidas por el RNE E.060 y a comparación de la losa convencional tiene un comportamiento apropiado a pesar de la diferencia de sus peraltes.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión del objetivo general

Según Rodríguez, A. (2015), en su estudio de investigación. Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas, llega a la conclusión de, la incorporación de una losa colaborante mejora el comportamiento estructural en los puntos de deflexión, resistencia a esfuerzo de corte y resistencia a flexión, y en los aspectos económicos una reducción de 5.88% por metro cuadrado

Los resultados obtenidos en esta investigación contrastan y añade a lo estudiado por el autor ya mencionado. Puesto que, el comportamiento estructural del sistema prefabricado losa aligera VIGACERO cumple con las bases establecidas en el RNE E 0.60 en los aspectos de deflexión, resistencia a esfuerzo de corte y resistencia a flexión, En conclusión, el comportamiento estructural del entepiso de una vivienda con el sistema pre fabricado losa aligerada VIGACERO tiende a ser optimo por cumplir las bases mínimas establecidas por el RNE E.060 y a comparación de la losa convencional tiene un comportamiento apropiado a pesar de la diferencia de sus peraltes. Como también se reflejó el comportamiento respecto a las deflexiones, momentos y cortantes que generan este sistema frente a comparación de la losa convencional dando porcentajes mayores en deflexión de la losa VIGACERO adherido a la norma en 20.35% y la losa aligera en un menor porcentaje de 7.56% por el mismo hecho de las dimensiones de las losas, puesto que en el sistema VIGACERO se realizó mediante el peralte mínimo según la tabla adjunto brindada por la empresa que es de 13 cm y la losa convencional según norma con un peralte mínimo de 17 cm, pero sin dejar en cara que el sistema VIGACERO tiende a cumplir toda las bases de diseño a flexión, deflexión y corte.

4.2. Discusión del objetivo específico 1

Según Molano J. (2017), en su estudio de investigación. Comportamiento de la conexión de sistemas aligerados con poliestireno expandido, muros de mortero y losa en sección compuesta con perfiles formados en frío, llegan a una conclusión que, con respecto al uso del perfil metálico en forma de omega de laminado en frio presenta un adecuado comportamiento bajo solicitaciones de momento flector, con resistencia superior a las estimadas.

Los resultados obtenidos en esta investigación brindan la deflexión efectuada en el sistema propuesto dando un óptimo resultado. Puesto que, en esta investigación donde el objetivo

determinar cuánto es la deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018. Las deflexiones determinadas cumplen con la máxima permitida establecida en el RNE E.060, optando así un buen comportamiento estructural de ambas estructuras, aunque la losa convencional tenga menor deflexión a la prefabricada VIGACERO, por el mismo hecho que la losa convencional tiende a tener una mayor dimensión en su sección de vigueta a comparación de la vigueta VIGACERO. Llegando así que la vigueta prefabricada cumple con la deflexión máxima con un porcentaje de 20% a la deflexión regida en RNE E.060, con resultados de 0.00175 siendo esta menor a lo establecido en la norma que exige con una luz de 3.1 m una deflexión de 0.0086 m, con un porcentaje del valor máximo de deflexión de 20.35%.

4.3. Discusión del objetivo específico 2

Según Rivera, D. (2016), en su estudio de investigación. Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada VIGACERO vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016. Esta investigación conlleva a una conclusión que, se efectuó la reducción de peso por metro cuadrado de un 42.86% y la resistencia de la vigueta por metro lineal en un 70.27% por la óptima cantidad de refuerzos.

Los resultados obtenidos en esta investigación generan el aporte de la resistencia a flexión del sistema VIGACERO para una vivienda de 3 niveles, dando así óptimos resultados tales son que el momento admisible del sistema VIGACERO es mayor al sistema convencional en un porcentaje de 27% de más.

En conclusión, se deduce que el momento admisible del sistema VIGACERO es mayor al del sistema convencional, dando por consiguiente que el sistema prefabricado tiene una mayor resistencia a flexión del sistema convencional, y resaltando también el momento ultimo de diseño que varía en un 76% por aspectos de la diferencia de sus dimensiones de peralte. Con resultados de 0.1204 Tn-m siendo menor al momento admisible de 0.72 Tn-m, representado así en porcentaje el momento ultimo a comparación del ϕM_n de un 16.72%.

4.4. Discusión del objetivo específico 3

Según Cueto, R. (2019), en su investigación titulada, Diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima, llegando a una conclusión, de alternativa constructiva óptimo de losa aligera con ventajas productivas de resistencia con resultados de una resistencia a esfuerzo

de corte superior a la losa convencional de 1.63 Tn (cortante admisible) con un peralte de 20 cm.

Estos resultados obtenidos en el trabajo de investigación. Se intuye que la cortante ultima de diseño del sistema VIGACERO es mayor al sistema convencional en un porcentaje de 31% de más. En conclusión, se deduce que la resistencia de esfuerzo a corte es mayor en el sistema convencional teniendo como resultado de un 6%, un poco mejor es el comportamiento que el sistema VIGACERO ante cargas expuestas, debido a la diferencia de dimensiones con respecto a su peralte, pero cumpliendo aun así con la norma con un porcentaje de 31.55%.

V. CONCLUSIONES

- ❖ El comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema pre fabricado losa aligerada VIGACERO, por los parámetros establecidos en el RNE E.060 dando a conocer que cumple todos los parámetros y a comparación del sistema convencional, esta presenta un adecuado comportamiento con un peralte menor.
- ❖ La deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, la cual es menor a la deflexión máxima establecida en el RNE E 0.60 en resultado de 0.00175 siendo esta menor a lo establecido en la norma que exige con una luz de 3.1 m una deflexión de 0.0086 m, con un porcentaje del valor máximo de deflexión de 20.35%.
- ❖ La resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles. Obteniendo un resultado de 0.1204 Tn-m siendo menor al momento admisible de 0.72 Tn-m, representado así en porcentaje el momento ultimo a comparación del $\emptyset M_n$ de un 16.72%.
- ❖ La resistencia de esfuerzo a corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles. Obteniendo un resultado de 0.3092 Tn/m² siendo menor al momento admisible de 0.98 Tn/m², representado así en porcentaje el momento ultimo a comparación del $\emptyset V_n$ de un 31.55%.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Proporcionar el uso de nuevos avances en la implementación de sistemas constructivos que favorecen a la población en factores económicos, calidad y seguridad, denotar y generar el uso del sistema prefabricado VIGACERO para zonas donde su crecimiento urbanístico va en avance potencial.
- ❖ El remplazo de los nuevos materiales con el propósito no solo económico, sino en punto de seguridad, peso, entre otros, la reutilización de poliestireno o el uso del poliestireno expandido de alta densidad en el sector constructivo, como material aligerante de alta resistencia, térmica/acústica e ignifugo (no es ocasional de incendios).
- ❖ El uso de material que genere la facilidad de ejecución y que brinda grandes aportes por cuestiones de espacio o adquisición de luces más amplias sin la necesidad de hacer diseños complicados y que pueden llegar a tener mayor consumo de material y dinero, y generando más peso a la estructura.
- ❖ Al momento de elegir un sistema con la cual uno decida construir una edificación o diseñar, ver la posibilidad de aplicar un sistema con un comportamiento estructural apropiado, que opta en generar grandes luces sin la necesidad de hacer un reforzamiento extenso o complicado ni sobrecarga de materiales que ocasionarían más sobrecarga a la estructura.

REFERENCIAS

- BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación [En línea]. México: Editorial Shalom, 2008 [fecha de consulta: 19 de mayo de 2018]. Disponible en: http://www.academia.edu/15004323/Libro_metodologia_investigacion._Libro_NB
ISBN: 978-959-212-783-7
- BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación [en línea] .3ra ed. Colombia: PEARSON, 2010. [hecha de consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=h4X_eFai59oC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
ISBN: 9789586991285
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo: s.n., 2012 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- BUNGE, Mario. La investigación científica [en línea]. Barcelona: s.n., 1983 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://www.academia.edu/11189579/58600342-Mario-Bunge-La-Investigacion-Cientifica>
- CARBAJAL, Yvana. ¿Cómo elaborar una investigación desde el enfoque cuantitativo? Manuscrito. Lima: USMP. 2007. Disponible en: <http://www.usmp.edu.pe/odonto/egresados/pdf/manual.pdf>
- CARRERA, Daniela, CEVALLOS, Diego. Bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado con poliestireno. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2016. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6930/1/T-UCE-0011-224.pdf>
- CONSINGA, Anthony, GÓMEZ, Rodolfo. Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2017. Disponible en http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3719/1/cosinga_gomez.pdf
- GUEVARA, Yhon. Programa de vivienda de bajo costo para familias de estrato social 'd' en el sector noreste de la ciudad de Tacna. Tesis (Título profesional de Arquitecto). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, 2016. Disponible en <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2839>

- HARMSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado [en línea]. Lima: s.n., 2002 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disenodeestructurasdeconcreto-harmsen.pdf>
- HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación [En línea]. México D.F.: MC Graw Hill Education, 2010 [fecha de consulta: 19 de mayo del 2018]. Disponible en: <https://metodologiasdelainvestigacion.files.wordpress.com/2017/01/metodologia-investigacion-hernandez-sampieri.pdf>
ISBN: 968-422-931-3
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [En línea]. 5. ta ed. Distrito Federal, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2006 [fecha de consulta: 19 de mayo de 2018]. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
ISBN: 978-607-15-0291-9
- MANTURANO, Victor. Uso de la losa postensada y su comportamiento estructural en el sótano del hotel la paz, Miraflores, Lima – Perú - 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21757>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (04 de Agosto de 2014). DECRETO SUPREMO N° 269-2014-VIVIENDA. Perú: El Peruano.
- MOLANO, José. Comportamiento de la conexión de sistemas aligerados con poliestireno expandido, muros de mortero y losa en sección compuesta con perfiles formados en frío. Tesis (Magister en Estructuras). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2017. Disponible en <http://bdigital.unal.edu.co/57998/7/Jos%C3%A9L.MolanoS%C3%A1nchez%20.2017.pdf>
- MONJE, Carlos. Metodología de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa [En línea]. Neiva, 2011 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo++Gu%C3%ADa+did%C3%A1ctica+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n.pdf>

- NAMAUFOROOSH, Mohammad Naghi. 2005. Metodología de la Investigación. Mexico: LIMUSA S.A., 2005. [fecha de consulta 23 de mayo]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?isbn=9681855175>
ISBN: 968-18-55178.
- NTE-020. 2006. Norma Técnica de Edificaciones E.020- Cargas. Lima - Perú: Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, 2006.
- NTE-060. 2009. Normas Técnicas de Edificaciones E.060- Concreto Armado. Lima – Perú: Ministerio de Viviendas, construcción y saneamiento, 2009.
- OFICINA de Investigación Lima UCV. Manual para la elaboración del proyecto de investigación. Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2016. p.11-12-p.16.
- RIVERA, Diego. Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada VIGACERO vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2017. Disponible en <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/276/Rivera%20Granados%20Diego%20Percy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENCICO. Manual de instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero [en línea]. Lima: s.n., 2014 [fecha de consulta: 5 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descarga.php?id=71>
- SANABRIA, Brian. Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicionales y prefabricados de losas de entrepiso para edificios de hasta 4 niveles. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15493/1/01%20DOC%20FINAL.pdf>
- VIGACERO. Manual de instalación: sistema de losa aligerada con viguetas de acero [en línea]. Lima: s.n., 2016 [fecha de consulta: 5 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/edisoncarbajal/manual-tecnico-vigacero-digital>
- SHAQUIHUUANGA, Darwin. Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta – Jaén. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/379/T%20721.2%20S524%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- RODRIGUEZ, Anderson. Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/482/T%20620.112%20R685%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FERNADEZ, Feliciano y QUIROZ, Carlos. Optimización estructural para el techado de edificios en la ciudad de Huancavelica en el año 2016. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1060/TP%20-%20UNH%20CIV-LIC%200017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CHAVEZ, Jean. Análisis comparativo de sistemas y tecnologías aplicadas a construcción de losas de estacionamiento. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3319/1/chavez_hj.pdf
- PAZOS, Dorita. Determinación y evaluación de las patologías de losas aligeradas en el sistema estructural de concreto armado de la posta médica Los Algarrobos – Distrito Piura – Provincia Piura 2015. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Chicla: Universidad Católica Los Ángeles de Chicla, 2015. Disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1433/PATOLOGIAS_LOS_AS_ALIGERADAS_PAZOS_PINGO_DORITA_YULISSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- AIME, Luis. Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (pre losas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construcción comparado con losas convencionales. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4416/1/aime_al.pdf
- DE LA CRUZ, Wilmer y QUISPE, Walter. Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga – Ayacucho. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/239/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO N°1 CUADRO DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 30: Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	<p>VIGACERO es un sistema de techo aligerado conformado por viguetas prefabricadas de acero estructural galvanizado y casetones de poliestireno expandido EPS de alta densidad, que facilita la construcción de losas aligeradas (techos) de una manera más rápida y sencilla. Considerado como un sistema no convencional y premiado por la cámara peruana de la construcción con respecto a innovación tecnológica del año 2014. Pues este sistema reduce gran cantidad en aspectos de ejecución, tiempo y cuidado ambiental y que puede llegar a ser accesible a la población con beneficios de seguridad, calidad y economía.</p>	<p>Se procedió con la recopilación de información de los elementos del sistema con la ayuda de la especificación técnica, que brinda la empresa ARCOTECHO.</p>	Casetón de Poliestireno Expandido	Propiedades mecánicas	Kg/cm ³ , Kg/m ² , mm
Sistema Pre-Fabricado Losa Aligerada VIGACERO			Viguetas de Acero Galvanizado	Composición	Metros (m)
				Propiedades mecánicas	Kg/cm ³ , Kg/m ² , mm
				Dimensiones del perfil	Metros (m)
Variable dependiente	<p>Según Manturano (2017), define “[...] el comportamiento estructural es una variable compleja ya que tiene más de una dimensión, [...] las dimensiones de estas variables son las deflexiones, la distribución de fuerza momentos flectores y la distribución de fuerzas cortantes” (p. 24-25). DEFLEXIONES: “Las deflexiones [...] nos permiten evaluar el nivel de respuesta de unas losas frentes a las cargas aplicadas, además nos permite evaluar si las losas se comportaran adecuadamente en condiciones de servicio, [...]” Manturano (2017, p.25) DISTRIBUCIÓN DE MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE: “La distribución de momentos flectores y fuerzas cortantes en la losa nos permite evaluar el efecto del agrietamiento y el flujo plástico en la losa, ya que debido a estos parámetros la inercia efectiva de las losas se verá afectada seriamente” Manturano (2017, p.25)</p>	<p>Se procedió con el diseño estructural de la losa aligerada con el sistema VIGACERA y convencional y seguido con el modelamiento para evaluar el comportamiento de la losa de una vivienda de 3 niveles.</p>	Deflexión	Deflexión máxima	Centímetros (cm)
			Deflexión mínima		
Comportamiento Estructural del entrepiso			Resistencia a flexión	Momento admisible	Toneladas metro (Tn-m)
				Momento ultimo	
			Resistencia a esfuerzo de corte	Cortante admisible	Toneladas por metro cuadrado (Tn/m ²)
Cortante ultima					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 31: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente	Casetón de poliestireno Expandido	- Dimensiones - Propiedades mecánicas	TIPO: Aplicada
¿Cómo es el comportamiento estructural del Sistema Pre-Fabricado Losa Aligerado VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?	Analizar cómo es el comportamiento estructural del Sistema Pre-Fabricado Losa Aligerado VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018	El comportamiento estructural del sistema prefabricado losa aligera VIGACERO del entrepiso de una vivienda de 3 niveles cumple con las bases establecidas en el RNE E 0.60	Sistema Pre-Fabricado Losa Aligerada VIGACERO	Viguetas de Acero Galvanizado	-Propiedades -Dimensión del Perfil	
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente			NIVEL: Explicativo DISEÑO: No experimental MUESTRA: No probabilista
¿Cuánto es la deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?	Determinar cuánto es la deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018	La deflexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles es menor a la deflexión máxima establecida en el RNE E.060	Comportamiento Estructural del entrepiso	Deflexión	-Deflexión Máxima	
					-Deflexión mínima	
¿Cuánto es la resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?	Calcular cuánto es la resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018	La resistencia a flexión del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles es válida		Resistencia a flexión	- Momento admisible - Momento último	
¿Cuánto es la resistencia a esfuerzo de corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018?	Determinar cuánto es la resistencia a esfuerzo de corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles, Lima-2018	La resistencia a esfuerzo de corte del sistema pre-fabricado losa aligerada VIGACERO en el entrepiso de una vivienda de 3 niveles es admisible		Resistencia a esfuerzo de corte	- Cortante admisible - Cortante última	

Fuente: Elaboración Propia



ANEXO N°3 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO: “Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, Lima 2018

AUTOR: Solis Trujillo, Wiliam Miguel

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación	Mz “A” Lt “20” Santa Beatriz del Valle			
Distrito	San Martín de Porres	Altitud	43 msnm	
Provincia	Lima	Latitud	11°57'48.80" S	
Región	Lima	Longitud	77° 6'22.74" O	Evaluación

SISTEMA PRE-FABRICADA LOSA ALIGERADA VIGACERO

II. Casetón de poliestireno expandido

Propiedades mecánicas	Dimensiones		
-----------------------	-------------	--	--

III. Viguetas de Acero galvanizado

Propiedades mecánicas	Dimensión del perfil		
-----------------------	----------------------	--	--

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

IV. Deflexión

Deflexión máxima	Deflexión mínima		
------------------	------------------	--	--

V. Resistencia a flexión

Momento admisible	Momento último		
-------------------	----------------	--	--

VI. Resistencia a esfuerzo de corte

Cortante admisible	Cortante última		
--------------------	-----------------	--	--

Apellidos y Nombres	
Profesión	
Registro CIP N°	
Email	
Teléfono	

ANEXO N°4 RESULTADO DE ANÁLISIS DE VALIDEZ



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

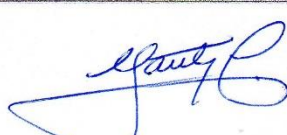
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROYECTO: "Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, Lima 2018"				
AUTOR: Solis Trujillo, Wiliam Miguel				
I. INFORMACIÓN GENERAL				
Ubicación	Mz "A" Lt "20" Santa Beatriz del Valle			
Distrito	San Martín de Porres	Altitud	43 msnm	
Provincia	Lima	Latitud	11°57'48.80" S	
Región	Lima	Longitud	77° 6'22.74" O	Evaluación
SISTEMA PRE-FABRICADA LOSA ALIGERADA VIGACERO				
II. Casetón de poliestireno expandido				
Propiedades mecánicas	Dimensiones			0.9
III. Viguetas de Acero galvanizado				
Propiedades mecánicas	Dimensión del perfil			0.9
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL				
IV. Deflexión				
Deflexión máxima	Deflexión mínima			0.8
V. Resistencia a flexión				
Momento admisible	Momento último			0.8
VI. Resistencia a esfuerzo de corte				
Cortante admisible	Cortante última			0.8
Apellidos y Nombres	Maritza Julia Pantoja Cadillo			0.84
Profesión	Ing. Civil			
Registro CIP N°	80475			
Email	mpchuari@hotmail.com			
Teléfono	9682 65530			
				

Figura 50: Resultado de validez por experto 1

Fuente: Elaboración propia




FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
PROYECTO: "Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, Lima 2018"					
AUTOR: Solis Trujillo, Wiliam Miguel					
I. INFORMACIÓN GENERAL					
Ubicación	Mz "A" Lt "20" Santa Beatriz del Valle				
Distrito	San Martín de Porres	Altitud	43 msnm		
Provincia	Lima	Latitud	11°57'48.80" S		
Región	Lima	Longitud	77° 6'22.74" O	Evaluación	
SISTEMA PRE-FABRICADA LOSA ALIGERADA VIGACERO					
II. Casetón de poliestireno expandido					
Propiedades mecánicas	Dimensiones			0.8	
III. Viguetas de Acero galvanizado					
Propiedades mecánicas	Dimensión del perfil			0.8	
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL					
IV. Deflexión					
Deflexión máxima	Deflexión mínima			0.9	
V. Resistencia a flexión					
Momento admisible	Momento último			0.8	
VI. Resistencia a esfuerzo de corte					
Cortante admisible	Cortante última			0.9	
Apellidos y Nombres	DE LA CRUZ ESPINOZA, GERSON D.				0.84
Profesión	ING. CIVIL				
Registro CIP N°	178424				
Email	GERSON0819-90@hotmail.com				
Teléfono	932483036				
					

Figura 51: Resultado de validez por experto 2

Fuente: Elaboración propia




FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROYECTO: "Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, Lima 2018"				
AUTOR: Solis Trujillo, Wiliam Miguel				
I. INFORMACIÓN GENERAL				
Ubicación	Mz "A" Lt "20" Santa Beatriz del Valle			
Distrito	San Martín de Porres	Altitud	43 msnm	
Provincia	Lima	Latitud	11°57'48.80" S	
Región	Lima	Longitud	77° 6'22.74" O	Evaluación
SISTEMA PRE-FABRICADA LOSA ALIGERADA VIGACERO				
II. Casetón de poliestireno expandido				
Propiedades mecánicas	Dimensiones			0.8
III. Viguetas de Acero galvanizado				
Propiedades mecánicas	Dimensión del perfil			0.8
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL				
IV. Deflexión				
Deflexión máxima	Deflexión mínima			0.8
V. Resistencia a flexión				
Momento admisible	Momento último			0.8
VI. Resistencia a esfuerzo de corte				
Cortante admisible	Cortante última			0.8
Apellidos y Nombres	VILLACORTA BRAVO JOSE LUIS			0.8
Profesión	ING. CIVIL			
Registro CIP N°	83115			
Email	JLvilacorta@hotmail.com			
Teléfono	993052277			
				

Figura 52: Resultado de validez por experto 3

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°5 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA VIGACERO

TABLA 1 : CARGA ÚLTIMA PARA LOSAS SIMPLEMENTE APOYADAS DE VIGUETAS VIGACERO® ESPACIADAS CADA 84 cm (Medidas nominales)

ACERO GALVANIZADO ESPESOR 1.50 mm
 DISTANCIA ENTRE EJES DE VIGUETAS ES 0.84 m y CASETON DE 0.75 m
 Sobrecarga kg/m²

Luz (m)	100	200	300	400	500	600	700	800
	e = 4 cm			e = 5 cm				
2.0								
2.2								
2.4								
2.6								
2.8	LOSA DE H = 13 cm					LOSA DE H = 14 cm		
3.0								
3.2								
3.4								
3.6						H = 17 cm		
3.8								
4.0								
4.2						LOSA DE H = 20 cm	LOSA DE H = 25 cm (*)	
4.4								
4.6		H = 16 cm						
4.8			H = 19cm				LOSA DE 30 cm (*)	
5.0								
5.2								
5.4								
5.6								
5.8								
6.0								
6.2								
6.4								
6.6								
6.8								
7.0								
7.2								
7.4								
7.6								
7.8								
8.0								

H = Espesor de la losa aligerada en cm.
 e = Espesor de losa de concreto encima de casetones EPS en cm.
 c = Espesor de casetones EPS en cm.
 (*) El acero de refuerzo negativo se colocará solo en las losas continuas según diseño estructural.

PRISMA
 INGENIERIA
 DANIEL ROBERTO QUIJIN WONG
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros Nº 20114

Figura 53: Tabla de pre dimensionamiento losa VIGACERO

Fuente: Manual VIGACERO 2014

ANEXO N°6 CARGA ÚLTIMA DE LOSA VIGACERO

TABLA 2 : CARGA ÚLTIMA PARA VIGUETAS VIGACERO® ESPACIADAS CADA 84 cm

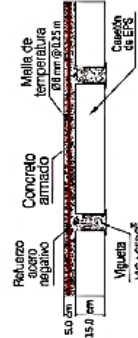
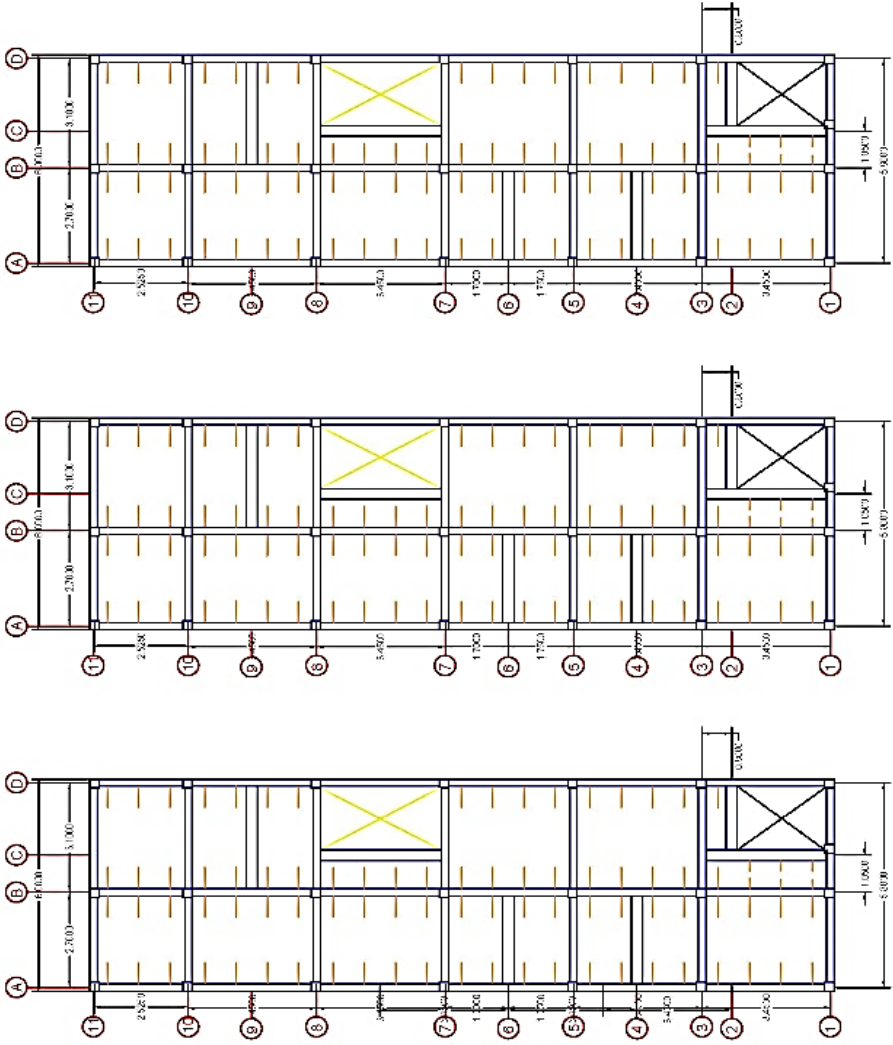
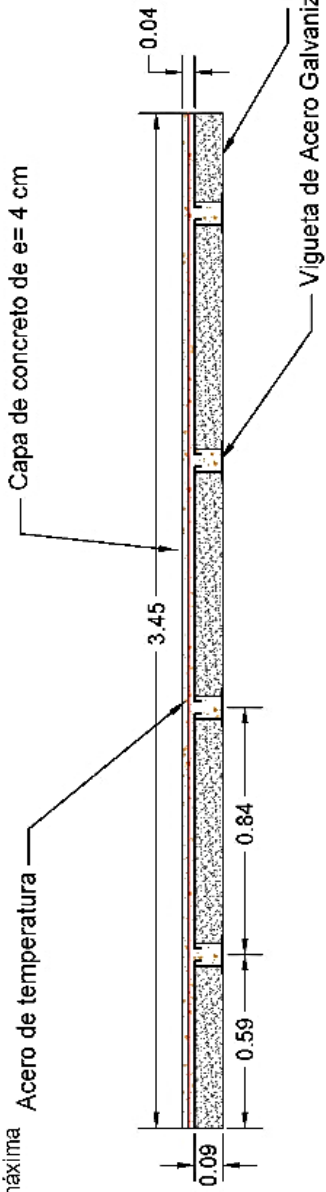
CARGA ULTIMA (Kg/m ²) SEPARACION ENTRE VIGUETAS 0.84m							
Espesor de concreto 4cm			Espesor del concreto 5 cm				
LUZ (m)	H = 9 cm	H = 12 cm	H = 15 cm	H = 20 cm	H = 25 cm	H = 30 cm	H = 33 cm
3,00	1807	2522	3104				
3,10	1638	2362	2907				
3,20	1489	2217	2728				
3,30	1358	2085	2565				
3,40	1241	1964	2416				
3,50	1138	1853	2280				
3,60	1046	1752	2155				
3,70	963	1636	2040				
3,80	889	1510	1934				
3,90	823	1397	1836				
4,00	762	1295	1746	1913	1950	2322	
4,10	708	1202	1662	1821	1856	2210	
4,20	659	1118	1584	1735	1769	2106	
4,30		1042	1511	1656	1688	2009	
4,40		973	1443	1581	1612	1919	
4,50		909	1379	1512	1541	1835	
4,60		851	1320	1447	1475	1756	
4,70		798	1243	1386	1413	1682	
4,80		749	1167	1329	1354	1613	
4,90		704	1097	1275	1300	1547	
5,00		663	1033	1224	1248	1486	
5,10			973	1177	1200	1428	
5,20			918	1132	1154	1374	
5,30			867	1090	1111	1323	
5,40			820	1050	1070	1274	
5,50			776	1012	1032	1228	
5,60				976	995	1185	
5,70				942	961	1143	
5,80				910	928	1104	
5,90				879	896	1067	
6,00				850	867	1032	
6,10				823	839	998	
6,20				786	812	966	
6,30				749	786	936	
6,40				714	762	907	
6,50				682	739	879	
6,60				651	716	853	
6,70					695	828	
6,80					675	803	
6,90					655	780	
7,00					637	756	
7,10					619	737	
7,20						717	
7,30						697	
7,40						678	
7,50						660	
7,60							543 (*)
7,70							526(*)
7,80							510(*)
7,90							495(*)
8,00							480(*)

(*) Para estas luces consultar con nuestro Departamento Técnico.

Figura 54: Carga última para viguetas VIGACERO

Fuente: Manual VIGACERO 2014

ANEXO N° 7 PLANO DEL ENTREPISO

<p>SISTEMA PREFABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO</p>		<p>Proyecto:</p>	<p>Vivienda de 3 niveles con el sistema VIGACERO</p>	<p>PLANO:</p>	<p>E-1</p>	<p>Elaborado por:</p>	<p>SOLIS TRUJILLO, WILLIAM IGUEL</p>	<p>Esc. 1/125</p>
								
<p>Esc. 1/125</p>		<p>Esc. 1/15</p>						

ANEXO N° 8 PLANO DE UBICACIÓN

SISTEMA PREFABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

DEPARTAMENTO : LIMA

PROVINCIA : LIMA

DISTRITO : SAN MARTIN DE PORRES

URBANIZACIÓN : ASOCIACIÓN SANTA BEATRIZ DEL VALLE

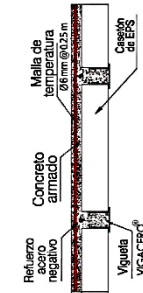
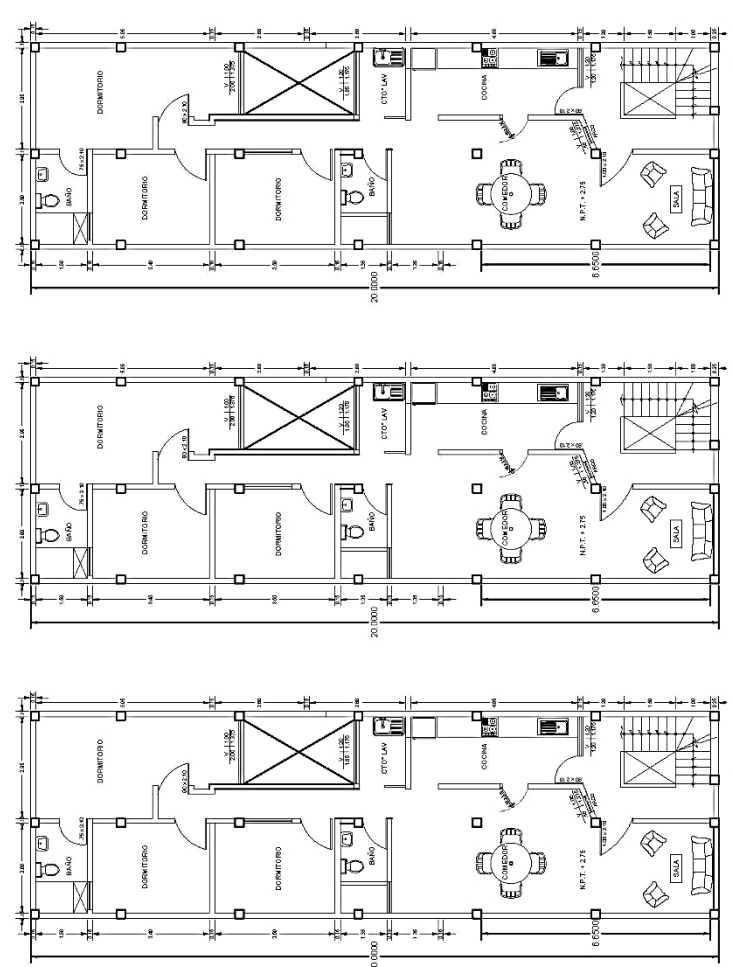
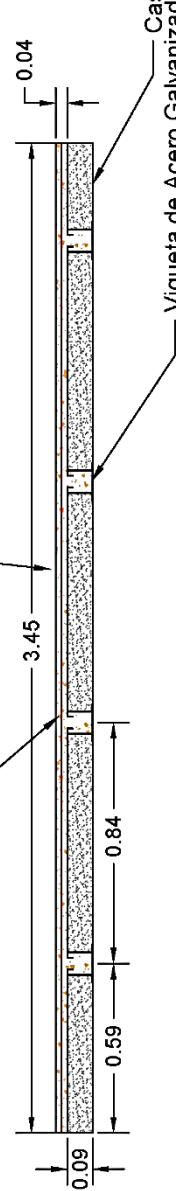
MANZANA : A

LOTE : 20

U-01

INGENIERO: SR. SERAFÍN RONDÓN SANDOVAL
 SPA. DELCARMEN NIÑO PARCO
 REPRESENTANTE: WILLY MIGUEL BOLS RUILLC
 UBICACIÓN
 Fecha: 1/2500 Fecha: JULIO 2019

ANEXO N° 9 PLANO ARQUITECTÓNICO

<p>SISTEMA PREFABRICADO LOSA ALIGERADA VIGACERO</p>		<p>Proyecto:</p>	<p>Vivienda de 3 niveles con el sistema VIGACERO</p>	<p>PLANO:</p>	<p>A-1</p>	<p>Elaborado por: SOLIS TRUJILLO, WILIAM IGUEL</p>	<p>Esc. 1/125</p>
		 <p>Esc: 1/125 Luz libre máxima de acero de temperatura</p> <p>Esc: 1/15</p>					