



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

“Diseño de sistemas de losas prefabricadas vigacero y convencional y análisis comparativo en costo en una edificación multifamiliar en Pimentel-Chiclayo”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Albujar Senador, José Carlos (ORCID: 0000-0002-5396-8758)

**ASESOR:**

Ing. Coronado Zuloeta, Omar (ORCID: 0000-0002-7757-4649)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**Chiclayo – Perú**

**2021**

## **Dedicatoria**

A mi familia por haberme apoyado en todo momento, por la motivación y esfuerzo que me ha permitido ser cada vez mejor hijo y persona en todo lo aspecto, por su amor incondicional.

A mi pareja por darme fuerza para no rendirme y motivarme en todo momento; apoyándose en mis decisiones para poder lograr todo lo que me propongo para mi futuro.

## **Agradecimiento**

El autor expresa su agradecimiento a las personas que contribuyeron con sus críticas constructivas e intelectual para cristalizar la presente tesis.

A mi asesor de tesis Dr. Coronado Zuloeta Omar, por su experiencia para la formulación de la Tesis y sus valiosas críticas en la corrección de la matriz de consistencia.

Agradecido con Dios y mi familia por demostrarme su apoyo en todo, en la parte moral y económica, gracias a ello he logrado cumplir uno de mis objetivos muy importante para todo estudiante.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	13
3.1.1. Tipo de investigación: .....	13
3.1.2. Diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	13
3.2.1. Variables.....	13
3.2.2. Operacionalización .....	14
3.3. Población y muestra.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de los datos .....	15
3.7. Aspectos éticos .....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES .....	50
VII. RECOMENDACIONES .....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS .....	59

## Índice de tablas

Tabla 1: Valores de las características de la vigueta .....	9
Tabla 2: Características de los Casetones .....	10
Tabla 3: Características de los materiales Vigacero .....	17
Tabla 4: Detalle estructural de elementos de concreto armado .....	18
Tabla 5: Detalle estructural de la losa Vigacero .....	18
Tabla 6: Pre dimensionamiento de la losa aligerada convencional .....	20
Tabla 7: Dimensiones de viguetas .....	20
Tabla 8: Carga muerta.....	24
Tabla 9: Carga Viva.....	25
Tabla 10: Carga última .....	25
Tabla 11: Deflexión máxima admisible .....	25
Tabla 12: Deflexión máxima admisible para ambas losas.....	26
Tabla 13: Carga muerta-convencional.....	27
Tabla 14: Carga viva .....	27
Tabla 15: Carga última .....	27
Tabla 16: Verificación de los momentos Vigacero.....	29
Tabla 17: Momento de Vigacero .....	29
Tabla 18: Verificación de los momentos.....	31
Tabla 19: Cortante admisible.....	32
Tabla 20: Metrado de ambas losas .....	34
Tabla 21: Presupuestos.....	37
Tabla 22: Deflexión máxima admisible .....	37
Tabla 23: Comparación de resultado .....	38
Tabla 24: Resultado de comparación del Sistema Convencional.....	38

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Sistema de Losa aligerada convencional .....	7
Figura 3: Sistema Pre-fabricado VIGACERO .....	9
Figura 4: Casetón de poliestireno expandido EPS .....	10
Figura 5: Esquema para la elaboración de un presupuesto de obra .....	11
Figura 6: Ejes y dimensiones de Vigacero .....	21
Figura 7: Se agregaron los materiales del Vigacero .....	21
Figura 8: Diseño vigueta Vigacero .....	22
Figura 9: Ejes y dimensiones de la losa aligerada .....	22
Figura 10: Definición de loa materiales .....	23
Figura 11: Dimensiones de la losa convencional .....	23
Figura 12: Se añadió las cargas al sistema tradicional .....	24
Figura 13: Deflexión máxima en la losa vigacero .....	26
Figura 14: Deflexión máxima en la losa convencional .....	28
Figura 15: Momento último de la vigueta Vigacero .....	30
Figura 16: Diagrama de momento último de la vigueta convencional .....	31
Figura 17: Cortante última de vigueta VIGACERO .....	32
Figura 18: Cortante última de la vigueta .....	33
Figura 19: Presupuesto Vigacero .....	35
Figura 20: Presupuesto de Losa Aligerada .....	36
Figura 21: Grafico de deflexión al RNE E.060 (VIGACERO) .....	38
Figura 22: Grafico de deflexión al RNE E.060 (CONVENCIONAL) .....	39
Figura 23: Grafico de deflexión comparativa .....	39
Figura 24: Grafico de Momentos (VIGACERO) .....	40
Figura 25: Gráfico de momentos (CONVENCIONAL) .....	41
Figura 26: Grafico comparativo del $\emptyset$ Mn .....	41
Figura 27: Grafico comparativo del Mu .....	42
Figura 28: Grafico de Cortante (VIGACERO) .....	43
Figura 29: Grafico de cortante (CONVENCIONAL) .....	43
Figura 30: Grafico comparativo de Cortante admisible .....	44
Figura 31: Grafico comparativo de cortante último .....	44
Figura 32: Comparación del costo directo de las losas .....	45

## RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo principal determinar el comportamiento estructural de la losa aligerada con el sistema Vigacero y calcular el costo directo de la losa, ya que la gran demanda en el sector inmobiliario en el distrito de Pimentel, Chiclayo conlleva un crecimiento en la autoconstrucción de viviendas con una carencia en el comportamiento estructural.

Para ello se planteó como una propuesta de solución el “sistema Vigacero”. Esta investigación se basa en un método cuasi experimental, utilizando muestra por conveniencia. Para el análisis estructural se utilizó Etabs 2018 y para el análisis del costo directo de losa se utilizó el software Presuesto.pe, obteniendo como resultados la reducción de la deflexión en 80% menos que la deflexión máxima, 46% menos que el momento admisible, 41% menos que la cortante admisible de su propio sistema. Además de la reducción del costo directo en 15% respecto al sistema convencional.

Finalmente, con los análisis anteriores se determinó que el sistema Vigacero tiene un mejor comportamiento estructural además que tiene un costo inferior que el sistema tradicional y se sugirió realizar comparaciones del sistema propuesto con otros que se encuentran en el sector de la construcción.

**Palabras clave:** Sistema vigacero, deflexión, cortante, costo directo.

## ABSTRACT

The main objective of this project was to determine the structural behavior of the slab lightened with the Vigacero system and to calculate the direct cost of the slab, since the great demand in the real estate sector in the district of Pimentel, Chiclayo leads to a growth in self-construction of houses with a lack in structural behavior.

For this, the "Vigacero system" was proposed as a solution proposal. This research is based on a quasi-experimental method, using a convenience sample. For the structural analysis Etabs 2018 was used and for the analysis of the direct cost of the slab, the software Presuesto.pe was used, obtaining as results the reduction of the deflection in 80% less than the maximum deflection, 46% less than the admissible moment, 41% less than the allowable shear of your own system. In addition to the direct cost reduction of 15% compared to the conventional system.

Finally, with the previous analyzes, it was determined that the Vigacero system has a better structural behavior as well as that it has a lower cost than the traditional system and it was suggested to make comparisons of the proposed system with others found in the construction sector.

**Keywords:** Beam system, deflection, shear, direct cost.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los proyectos en la industria de la construcción de edificaciones multifamiliares, continúan empleando sistemas convencionales, por lo que no beneficia al cliente, en cuanto a costo, plazo, diseño. Los sistemas convencionales de losas aligeradas tienen una serie de desventajas, costos elevados, lentos procesos constructivos. (Huamán y Velásquez, 2020)

La creación tecnológica de los prefabricados no se está tomando en cuenta, para el sector de construcción se muestra como mejor opción en la construcción, ya que están dando resultados beneficiosos en lo que es costo y tiempo de construcción. Estos sistemas podrían dar soluciones a los problemas constructivos que es el tiempo en la construcción, ya que puede generar una rapidez en los plazos de la obra. (Meza Y Martell, 2019)

Por esta razón, la presente investigación tiene como intención dar a conocer el análisis comparativo de las propuestas de diseño de losas aligeradas y losas vigacero, en una edificación de uso multifamiliar teniendo en cuenta las respectivas normas de diseño estructural. Para poder elegir el sistema más conveniente en la industria de la construcción, se puede suponer que las losas prefabricadas vigacero, reemplazará a la losa aligerada, (CASTRO Y MAZCO, 2018) nos dice “ya que este tuvo buenos resultados para otro tipo de edificaciones (de grandes luces) en estos fue posible cubrir paños más grandes con menor espesor de la losa y en tiempo más rápido en sistemas de entrepiso, teniendo estas ventajas que ofrece este sistema por ser más fácil su instalación.”

En la industria de la construcción con losas aligeradas requiere la elaboración de materiales estructurales que optimicen el trabajo, para lograr un sistema más seguro y confiable. (CASTRO Y MAZCO, 2018)

Se logra ver que años anteriores en la ciudad de Chiclayo estuvo progresando en todo lo que es construcción, en la situación de las construcciones de losas aligeradas, estas losas tiene la posibilidad de enseñar algunos inconvenientes en su proceso constructivo debido a que en algunas ocasiones no se consideran

materiales de la calidad deseada, este inconveniente está relacionado al sistema actual de construcción. (PAYE Y PEÑA, 2014)

La presente investigación busca responder las siguientes preguntas:

¿Cuáles serán resultados del análisis comparativo de diseño y costo de los dos sistemas de losas convencionales y prefabricadas para una vivienda multifamiliar en Pimentel-Chiclayo?

¿Cuánto será deflexión de la losa aligerada con el sistema Vigacero en una vivienda multifamiliar en Pimentel-Chiclayo?

¿Cuánto será resistencia a flexión y a esfuerzo cortante de la losa aligerada con el sistema Vigacero en una vivienda multifamiliar en Pimentel-Chiclayo?

¿Cuál será costo del sistema losa vigacero frente al método de losa aligerada de una vivienda multifamiliar en Pimentel-Chiclayo?

La presente investigación se **justifica** puesto que por medio de la incorporación de procesos innovadores como es el sistema de losas vigacero nos podría aceptar un sistema más eficiente, ofreciendo de esta forma una aceptable alternativa para las losas en edificaciones en las cuales se quiere un mejor desempeño estructural, a menor valor, tiempo y mejores acabados en Chiclayo. Con el criterio **teórico** este sistema no convencional fue recibido 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; con la **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; 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, que genera una fácil instalación y con la **ambiental** como las construcciones de losas aligeradas convencionales generan un gran desperdicio de material y estos a la vez aportan a la contaminación, pues con este sistema no convencional 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.

La calidad de los sistemas de losas en una edificación, ha crecido en estos años, esto puede causar Vigacero ya que no se ha ejecutado una investigación precisa para comprobar sus beneficios en la construcción de viviendas. Con esta investigación se permitirá conocer ventajas y desventajas entre ambos sistemas para el caso de viviendas multifamiliares, obteniendo buenos resultados se podrá ampliar nuestra visión en la elaboración de proyectos, también nos permitirá plantear criterios en el diseño de viviendas para que sean factibles a las familias de bajos recursos en lo que sería en la economía.

Teniendo como **objetivo general** determinar la eficiencia de dos sistemas constructivos para losas, mediante el análisis del diseño y costo de una vivienda multifamiliar en el distrito de Pimentel.

Y como **objetivos específicos** tenemos en **primer** lugar el de establecer la deflexión de la losa aligerada con el sistema Vigacero en una vivienda en Pimentel-Chiclayo; el segundo establecer la resistencia a flexión y esfuerzo cortante de la losa aligerada con el sistema Vigacero en una vivienda Pimentel-Chiclayo y el **tercero** establecer el costo directo del sistema Vigacero y el sistema tradicional en una vivienda Pimentel-Chiclayo.

Se considera además como **Hipótesis general** que el sistema de losas prefabricado (vigacero), podría mejorar la eficiencia en cuanto al diseño y al costo.

También las **hipótesis específicas** en **primer** lugar que la deflexión del sistema Vigacero en una vivienda es menor a la deflexión máxima del reglamento nacional; el segundo que la resistencia a flexión y esfuerzo cortante del sistema Vigacero en una vivienda es admisible por el reglamento y la tercera que el costo directo empleando sistema Vigacero es menos costoso al sistema tradicional en una vivienda en Pimentel-Chiclayo.

## II. MARCO TEÓRICO

En el contexto de esta investigación, se encontraron varios **antecedentes internacionales**, entre ellos tenemos:

Ávila (2016), en su investigación titulada “*Análisis de costos de los sistemas de entrepisos más utilizados en Colombia*”, el autor tiene como objetivo general establecer, mediante un estudio de precios de los distintos tipos de entrepiso, ver el entrepiso más eficaz y financiero al llevar a cabo una edificación con una altura de 15 metros. Fue un estudio tipo descriptivo analizando los costos de entrepisos más usados en Colombia. Los resultados que se consiguieron es que la losa nervada es la segunda más económica con un 13% por arriba de losa Steel deck y el sistema de losa maciza en dos direcciones tiene un 12% por arriba de la nervada en una dirección; se llegó a la conclusión que el sistema Steel deck es la más beneficiaria, puesto que decrece parte importante de los momentos positivos de la losa reduciendo el acero en las losas.

Avecilla (2016), tesis titulada “*Alternativa estructural, constructiva de entrepiso de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido*”, como objetivo específico efectuar el análisis y diseño estructural de los casos planteados. Realizo un estudio aplicando software conocidos como el SAP2000, el instrumento que utilizo fue la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Los resultados obtenidos por el programa para el análisis y diseño estructural son muy satisfactorias; tiene como conclusión que la alternativa estructural tiene superioridad técnica y sugiere ventajas económicas, comparada con las soluciones que se emplean en las losas habituales.

Sanabria (2017), realizo la investigación *graduada* “*Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso de hasta 4 niveles*”, el autor dice, en el mundo, la prefabricación en las edificaciones los prefabricados son muy importantes en proyectos de edificación. En esta investigación el autor tiene como objetivo principal considerar las ventajas y desventajas procedentes los estudios a la vivienda planteada. Fue un estudio de tipo descriptivo y analítico, se analizó para edificaciones de 4 niveles; los resultados evidencia que si usamos materiales prefabricados en la construcción

de losas es considerablemente más beneficiosos que las losas aligeradas, en cuanto mejoramiento de diseños, calidad y cumplimiento de plazo. Se concluyó que por una parte las losas prefabricadas pueden ser muy considerables para edificaciones de varios niveles.

Casco y Majano, (2019), realizó la investigación graduada “*Análisis comparativo de los diferentes sistemas de entepiso en edificios basado en aspectos de seguridad y costo*”. El autor quiere enseñar en un análisis estructural y de costos, cuál de los sistemas de entepiso usados en El Salvador es el más eficiente y barato. Fue un estudio aplicativo, los resultados que se consiguieron en el programa de diseño estructural tuvo ventajas en el tiempo y exactitud teniendo resultados seguros. Se llegó a la conclusión un menor valor en el sistema de entepiso compuesto de lámina de acero galvanizado de \$ 28.88/m<sup>2</sup> a diferencia del sistema de vigueta y bovedilla de \$ 41.27/m<sup>2</sup> teniendo diferentes costos en ambos sistemas.

Además se encontraron también varios **antecedentes nacionales** e regionales, los importantes son:

Rivera (2017), en su investigación universitaria “*Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo*”, en su objetivo es comparar el aporte de ambos sistemas para obtener buenos resultados en losa de entepiso de la edificación. Fue un estudio aplicado y cuantitativo, teniendo una muestra no probabilístico habiéndose elegido por beneficio al diseño de losa en la vivienda multifamiliar. Los resultados obtenidos fue que vigacero tiene un costo directo de 9.55%, logrando ahorrar s/. 22,153 para la edificación, se concluyó que el sistema prefabricado tiene una opción ventajosa por los óptimos resultados, que benefician de manera eficaz y efectiva para la construcción de entepisos de una edificación.

(CASTRO Y MASGO, 2018) en su reporte de investigación graduada “*Análisis comparativo de los sistemas constructivos de vigacero y convencional en la construcción de una losa aligerada para una vivienda unifamiliar\_ubicado en las gardenias - huacho, lima*”, su objetivo es comparar los costos económicos de ambas losas en la vivienda indicada; fue un estudio cuantitativo; se analizó una vivienda unifamiliar y la muestra fue una proporción de la población que se va

analizar. Se tiene como resultado que al analizar los sistemas se tiene un ahorro económico en sistema vigacero con un 20%.

(CUETO, 2019) realizó la investigación titulada *“Diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima”*, el objetivo del autor es realizar el diseño de edificación utilizando sistema de viguetas prefabricadas de acero en la vivienda elegida. Realizó un estudio aplicado y cuantitativo, se analizó una vivienda multifamiliar de 7 niveles y 1 azotea; los instrumentos empleados fueron la revisión de documentos, empleo de software y uso de normas del R.N.E. Los resultados que se obtuvieron fue que los elementos que forman las viguetas prefabricadas crean una construcción más rápida a diferencial del sistema convencional, teniendo un excelente comportamiento sísmico. Este estudio destaca que al implementar los sistemas prefabricados es una opción eficiente en el proceso de su construcción.

(MEZA Y MARTELL, 2019) en su tesis titulada *“Evaluación técnica y económica, entre los sistemas pre fabricados de losa con viguetas vigacero y losa con viguetas pre tensadas en un edificio multifamiliar en el distrito de Surquillo”*, tiene como objetivo específico evaluar el tiempo de construcción de las losas planteadas, fue un estudio aplicado; la población fue los edificios de la ciudad de Lima, fue una investigación bibliográfica y virtual, entrevistas y datos estadísticos. Los resultados fueron que la solución con Vigacero toman 336 días y viguetas pretensadas Techomax toma 420 días. Se concluye que el sistema Prefabricado vigacero tiene beneficios en el tema de tiempo en su proceso constructivo.

(SOLIS, 2019) en su investigación *“Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada vigacero, Lima 2018”*, en su objetivo general examinar la conducta estructural Vigacero en la vivienda. Fue un estudio de tipo aplicativo, se analizó una vivienda, tiene una muestra de no probabilístico y muestreo de elección por parte de convivencia por parte del investigador. Tiene el siguiente resultado que la conducta estructural de una vivienda, con el pre fabricado, realizado por parámetros señalados en el RNE

E.060 da a conocer que cumple con los objetivos para el sistema convencional, así presentando buen comportamiento con un peralte menor.

A continuación se muestran las principales **bases teóricas** para esta investigación:

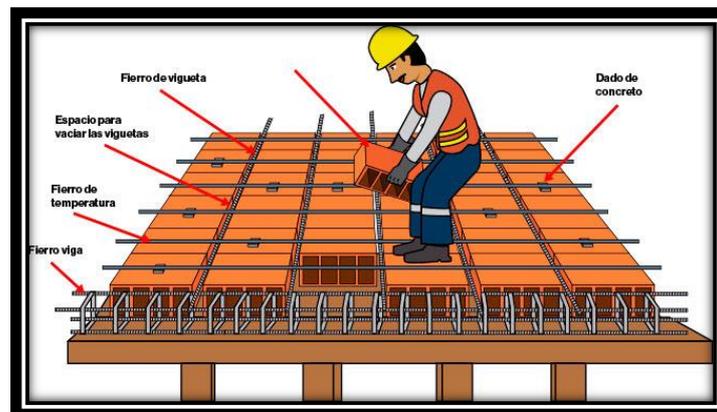
Santiago, (2018): **Las losas** es uno de los elementos muy calificado en todo proyecto, si realizamos una mala distribución del acero puede provocar su colapso sin necesidad de un sismo.

González, (2016) nos dice “la losa es un elemento liso cuya carga se aplica perpendicular al plano. Las losas si o si tiene que aguantar las cargas como el inmobiliario y la gente, además su propio peso y el de los acabados de toda construcción”.

Cárdenas, López y Vaquin: nos dice “**la deflexión** es el nivel en el que un elemento estructural se desplaza bajo aplicación de una fuerza o carga”. Al comprender nos comunica que la deflexión se establece empleando las leyes que relacionan las fuerzas y desplazamientos de las estructuras.

Solís, (2018): **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 1: Sistema de Losa aligerada convencional



Fuente: Tomado de Aceros Arequipa ([www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com))

La losa aligerada ya mencionada según el autor ya citado nos indica que es un sistema de losa compuesta por ladrillos como aligerantes y con viguetas estructurales con acero corrugado según delimite el diseño para el uso que se le va dar a la losa aligerada.

El **Sistema Pre-Fabricado 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”. Implementando este sistema según Fernández y Quiroz (2017) nos dice que este sistema reduce la carga de la losa aligerada por usar como aligerante el poliestireno expandido de alta densidad, a diferencia del ladrillo de arcilla.

Figura 2: Detalle de la Vigueta de acero



Fuente: Tomado del Manual Técnico de Vigacero (vigacero.pe)

Figura 3: Sistema Pre-fabricado VIGACERO



Fuente: Tomado del Manual Técnico de Vigacero (vigacero.pe)

Como bien nos indican los autores que **el poliestireno expandido** es muy importante en la construcción como uso térmico, ya que reemplaza al aligerante usual de las losas aligeradas que son los ladrillos de arcilla, el poliestireno disminuye una gran cantidad de peso muerto de la losa. Las ventajas del sistema vigacero alcanzados por conceptos obtenidos de los autores. Las ventajas muy importantes son la reducción de peso por metro cuadrado, reducción de costos, cuidado ambiental, alto rendimiento de mano de obra, reducción de tiempos de ejecución y reducción del volumen del concreto.

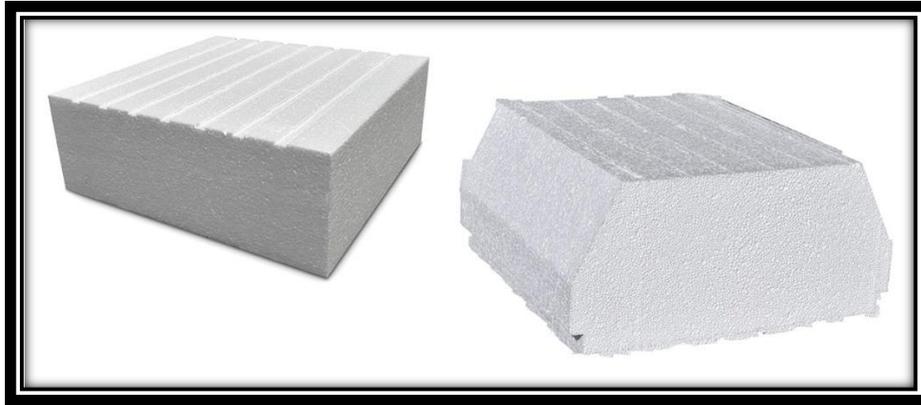
**Tabla 1:** Valores de las características de la vigueta

CARACTERÍSTICAS DE LA VIGUETA	
Dimensiones	h= 9cm
	b= 13 cm
	b1= 2.5 cm
Peso	4.80 kg/ml
Espesor	1.5 mm
Normas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTM A 1011</li> <li>- ASTM A 1008</li> <li>- ASTM A 653</li> </ul>
Fy	Min 2530 kg/cm <sup>2</sup>
Luz Libre Máxima	8.00 m
Luz máxima sin puntales	4.40 m

Fuente: Manual VIGACERO 2014 (vigacero.pe)

La **mallá de temperatura** en Vigacero para achicar las fisuras en el concreto frente el cambio de temperatura, se tendrá sobreponer el casetón a una elevación tal que quede en medio de la capa de compresión.

Figura 4: Casetón de poliestireno expandido EPS



Fuente: Tomado de DURACERO ([www.duracero.com](http://www.duracero.com))

**Tabla 2:** Características de los Casetones

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 <sup>3</sup> (casetón de 0.09 m de espesor). 1.62 kg/m <sup>3</sup> (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 VIGACERO 2014

**ETABS** es un programa que se usa para el procedimiento estructural y dimensionamiento de edificaciones; es un instrumento con capacidad para el análisis lineal y no lineal con el objetivo de reportar y diseñar esquemas que hacen más fácil la comprensión del análisis y de los resultados.

**Los costos en la construcción** dependen mucho del diseño, del metrado del proyecto la cual genera un presupuesto; en el sistema constructivo el costo depende del sistema que se va implementar, en un sistema convencional aligerado con ladrillos de arcilla va depender del personal y la disminución del metrado según establecido al diseño. Por esa razón entraría a detallar las construcciones de viviendas de alto y bajo costo en nuestro país.

Figura 5: Esquema para la elaboración de un presupuesto de obra



Fuente: Tomado de Presupuesto de la Construcción

Guevara, (2016): La vivienda de bajo costo tiene varios puntos de vista en un proyecto, con el fin de optimizar la calidad de vida a las persona dando un lugar seguro con mejores materiales para evitar problemas.

Este concepto tiene un carácter muy relativo, también es un recurso para el desarrollo de proyectos rápidos en sectores pobres, así beneficiando a personas de bajos recursos teniendo sus viviendas de calidad para mejorar su estilo de vida.

**Comportamiento estructural** según SENCICO (2020) menciona que “Los elementos estructurales tienen que diseñarse para aguantar los efectos máximos

causados por las cargas amplificadas, obtenidos por medio de estudios estructurales, admitiendo una respuesta lineal elástica de la estructura.”

**Análisis Estructural:** “Son procesos para calcular y elaborar una estructura, como el peso, fuerzas y cargas, para obtener el análisis de una edificación.” En la norma técnica E.030.

**Precios Unitarios:** Chile. Cubica, p. 1 “Es extraer el costo, se descompone el precio unitario en: materiales, equipamientos y trabajadores”

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

- **Tipo de investigación:**

Esta investigación será aplicada, porque en ella se va a aplicar sistemas constructivos ya existentes, si bien uno de estos sistemas es nuevo, este ya existía al momento de la realización de este estudio. (CONCYTEC 2018)

(Hernández, Fernández & Baptista, 2014): Desde otro enfoque esta también será cuantitativa porque se van a recolectar datos para confirmar a las hipótesis planteadas, así también los resultados obtenidos.

- **Diseño de investigación:**

Para este trabajo será no experimental, porque no se realizarán ensayos en laboratorio ni experimentos, sino que se realizará un análisis documental en una primera etapa, posteriormente se realizarán y evaluarán análisis estructural, en diseños y comparaciones de costo para un caso de estudio. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014)

Como se mencionó esta investigación también tendrá un estudio de caso, porque será necesaria para poder realizar las comparaciones de costo, análisis y diseño, entonces también es un diseño transversal. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014)

#### 3.2. Variables y operacionalización:

- **Variables:**

- **Variable independiente:**

Para este proyecto será el sistema constructivo a evaluar, sistema prefabricado vigacero y losa aligerada; porque estos serán considerados como datos de entrada, y se evaluarán posteriormente las consecuencias de aplicar uno u otro sistema estructural en una edificación, la cual será nuestro caso de estudio.

- **Variable dependiente**

Será el comportamiento estructural de ambos sistemas diseñados, también tendríamos en cuenta la comparación del costo de ambos sistemas.

- **Operacionalización**

Es el proceso de la forma de cómo se va a medir las variables que se formularon en la hipótesis. (Borja Suárez, 2012) Mostrando la forma en la que se hará la operacionalización de variables, en los anexos mostraremos la matriz de las variables del investigador.

### **3.3. Población y muestra**

- **Población:**

Punto Cero (2004, p.1) nos dice que se determina la población a un grupo de elementos que se desea analizar en un proceso de estudio.

En esta investigación la población será la vivienda multifamiliar con entrepiso construido del sistema Vigacero en el distrito de Pimentel, Chiclayo. Este sistema está en un proceso de aplicación como nuevas tecnologías de construcción.

- **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. La muestra será la vivienda multifamiliar que se va a realizar el estudio.

Nuestra muestra será una vivienda multifamiliar con el sistema prefabricado Vigacero ubicado en la Urbanización 7 de Junio Mz "G" Lt "17", como se indica en los planos.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica usada fue juntar los datos fue descriptiva, tiene relación a la observación de estructura o sistemática puesto que los datos van a ser

obtenidos por los planos, parámetros de diseño estructural, las normas peruanas E 060, E 030 y E 020, los datos se procesa por ETABS, Excel y los costos unitarios brindados por Capeco que se van a evaluar en el software S10.

### 3.5. Procedimientos

Para la recolección de información será mediante los instrumentos mencionados anteriormente , desde la variable independiente, los sistemas estructurales a evaluar ya están definidos, por lo que no se hará mayor recolección de datos en esta etapa, en cambio para la variable dependiente, la guía de observación se utilizara para la comparación de los modelos estructurales, mientras que para la etapa previa de elaboración de los modelos, así como en la etapa de la elaboración de los presupuestos, será necesario recolectar datos mediante la ficha de investigación. Cada recalcar que en esta investigación no se necesitara realizar coordinaciones con ninguna entidad o institución.

**Figura 6: Etapas para la elaboración del proyecto de investigación:**



Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de los datos:

Considerando los indicadores a evaluar, para los indicadores estructurales, se seguirá el método de simulación o modelado estructural, este método consiste

en la representación de una estructura real a través de un software especializado, el cual permite simular el comportamiento que tendría la estructura real bajo ciertas condiciones de carga. Mientras que para los indicadores de costo, se considerara la cuantificación de materiales, mano de obra y maquinaria mediante la utilización de costo de los precios unitarios (Apus).

### **3.7. Aspectos éticos**

El autor declara que no presenta conflicto de intereses, considerando el tema de estudio así como las variables, así mismo el autor declara que toda la información de otros investigadores esta citada de acuerdo a la norma ISO. De acuerdo con los principios establecidos por la Universidad, los aspectos éticos de la investigación son los manejos de fuentes seguras, claridad en los objetivos planteados y confidencialidad en el desarrollo. Vamos a implementar el diseño correcto para tener buenos resultados y evitar problemas con el desarrollo del proyecto. También la presente investigación será verificada pro Turnitin para evaluar su autenticidad y evitar plagios.

## IV. RESULTADOS

### Ubicación

Está ubicada en el Asentamiento Humano 7 de Junio, Pasaje San Juan Mz “G” Lt “17” Pimentel, Chiclayo. La vivienda de estudio es una edificación proyectada para uso multifamiliar, la zona de estudio está ubicado en una población de clase media, con la cual se intenta generar una reducción de costos en su proyecto y analizar un nuevo método utilizando Vigacero.

### Características del lugar del proyecto

El lugar se caracteriza por estar en un lugar de clase media, por lo cual se generó como proyecto la aplicación del sistema Vigacero, para beneficiar en el costo y calidad. Teniendo el terreno un área de 118.3 metros cuadrados, las cuales están dimensionados en 6.5 metros la parte frontal y 18.2 metros la parte longitudinal, colindante a una vivienda de tres pisos en la parte posterior, una vivienda de cuatro pisos en la parte derecha y una vivienda de un piso en la parte izquierda.

- Estructural:

- a) Materiales

La estructura primordial de esta vivienda será de albañilería confinada con respecto a muros, columnas y vigas.

Con respecto a la losa aligerada se realizara mediante un sistema no convencional llamado Vigacero, constituida con viguetas prefabricadas y tendrán una separación de vigueta a vigueta de 84 cm superando a la losa aligerada convencional, será remplazando al ladrillo de arcilla por el poliestireno expandido de alta densidad y la malla de temperatura convencional, por lo que este sistema favorece a construcciones de grandes luces.

Tabla 3: Características de los materiales Vigacero

Fy de la vigueta prefabricada	min 2530 kg/cm <sup>2</sup>
Espesor de la Vigueta prefabricada	1.5 mm
Peso de la Vigueta prefabricada	4.8 kg/ml
Peso del Casetón EPS	1.0Kg c. estándar e=9cm 1.7 Kg c. estándar e=15cm
Densidad del Casetón EPS	15 Kg/m <sup>3</sup>
Composición físico químico de Casetón EPS	Material incombustible

Fuente: Adaptado del Manual Vigacero 2014

## b) Estructuración

La estructura del inmueble es de albañilería confinada y una losa no convencional con viguetas prefabricadas Vigacero con un espesor de losa de 19 cm, optando por el diseño más crítico con este sistema de losa prefabricada para los techos de nivel y las viguetas estarán separadas cada 84 cm y como aligerante el poliestireno expandido de alta densidad.

Tabla 4: Detalle estructural de elementos de concreto armado

VIGAS CHATAS	
CONCRETO	F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
ACERO	Fy= 2400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Detalle estructural de la losa Vigacero

Fy de la vigueta prefabricada	Min 2530 kg/cm <sup>2</sup>
Casetón de poliestireno	Densidad= 15 Kg/cm <sup>2</sup> Dimensiones= 0.9x0.75x1m
Concreto	F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
Acero de temperatura	Fy= 2400

Fuente: Elaboración propia

## c) Cargas

Para el desarrollo de la edificación, se basará con el Reglamento Nacional de Edificaciones E.020, el uso del inmueble será domiciliario con una carga viva de 200 kg/cm<sup>2</sup>.

### ▪ Estudios previos

#### ✓ Estudio de campo

En el estudio de campo solo se identificó el área proyectada para la vivienda, por lo que el propietario nos brindó las fronteras y límites del terreno y dimensiones del área total de 118.2 m<sup>2</sup>.

✓ Estudio laboratorio

No se realizó estudio de laboratorio puesto que en este proyecto solo se delimitara el diseño y conducta estructural mediante el método prefabricado losa vigacero, solo se efectuó el estudio en gabinete mediante el modelamiento de ambas losas, para evaluar entre ellas el comportamiento estructural basadas en las normas E.060 y E.020; con lo que se determinara los parámetros de deflexión, cortante y momentos admisibles establecidos en RNE.

▪ Análisis

En el presente trabajo se realizó los siguientes puntos:

- ❖ Pre dimensionamiento de las losas aligeradas  
Se ejecutó el pre dimensionamiento con el sistema Vigacero y una con la losa convencional.
- ❖ Pre dimensionamiento de las vigas  
Se desarrolló el pre dimensionamiento de las vigas que trabajaran en conjunto con la losa aligerada y que recibirán las cargas de las losas que es la  $c_v$  y la  $c_m$ .
- ❖ Modelamiento  
Se ejecutó el modelamiento para los dos sistemas, el convencional y el sistema prefabricado Vigacero teniendo en cuenta las especificaciones de los materiales de la edificación.

➤ Pre dimensionamiento de las losas aligeradas

❖ Sistema prefabricada losa aligerada VIGACERO

Se recopila los datos de la tabla del sistema Vigacero, considerando una sobrecarga de 200 kg/cm<sup>2</sup> según nos indica en el RNE E.020. De la tabla establecida en el anexo se sustrae el pre dimensionamiento de la losa:

- Una losa vigacero de altura  $H=19$  cm con  $e$ =concreto de 4 cm y casetón con espesor 15 cm.

❖ Pre dimensionamiento de la losa aligerada convencional

Según el RNE E0.60, 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 de la losa.

Tabla 6: Pre dimensionamiento de la losa aligerada convencional

Pre dimensionamiento		
Luz mayor discontinua/18.5	0.1547	cm
Luz mayor continua/21	0.1648	cm
Peralte asumido	0.17	cm

Fuente: Elaboración propia

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

Tabla 7: Dimensiones de viguetas

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

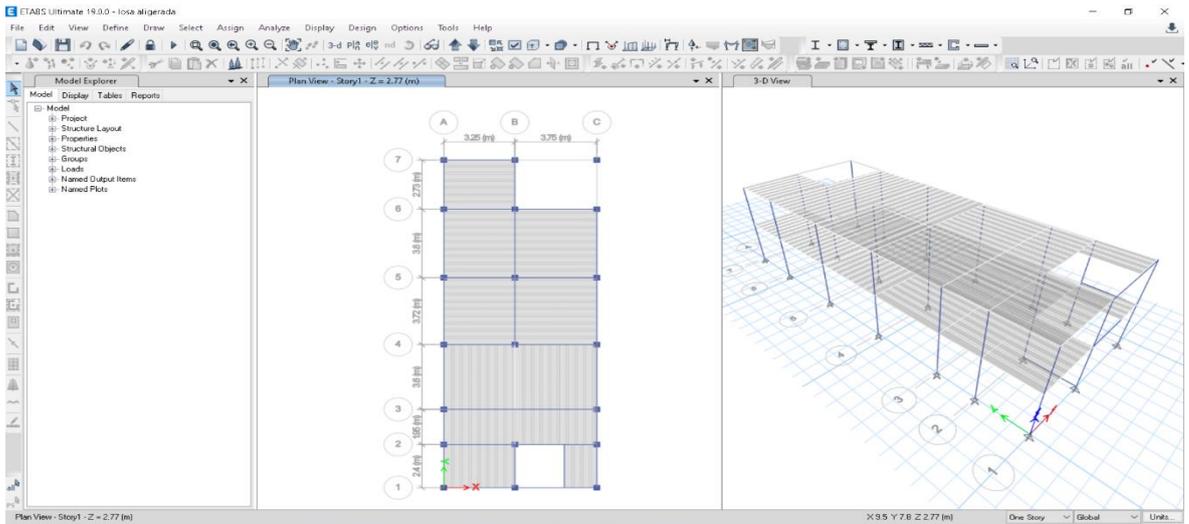
Fuente: Elaboración propia

❖ Modelamiento en Etabs

- Sistema Vigacero

Se establecieron los ejes con sus medidas para su correcto análisis.

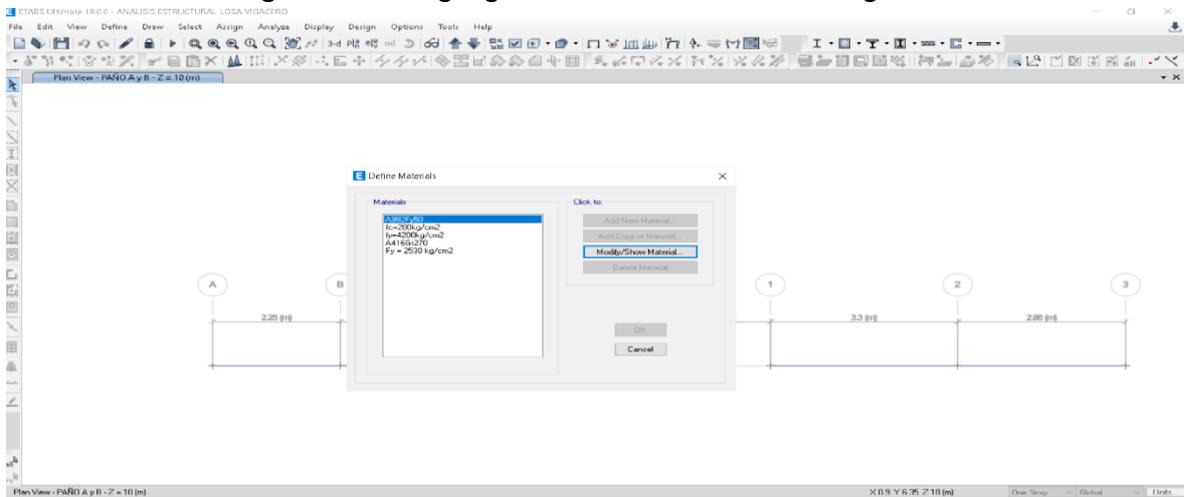
Figura 6: Ejes y dimensiones de Vigacero



Fuente: Elaboración propia

Definición del material que tendrá los componentes de Vigacero.

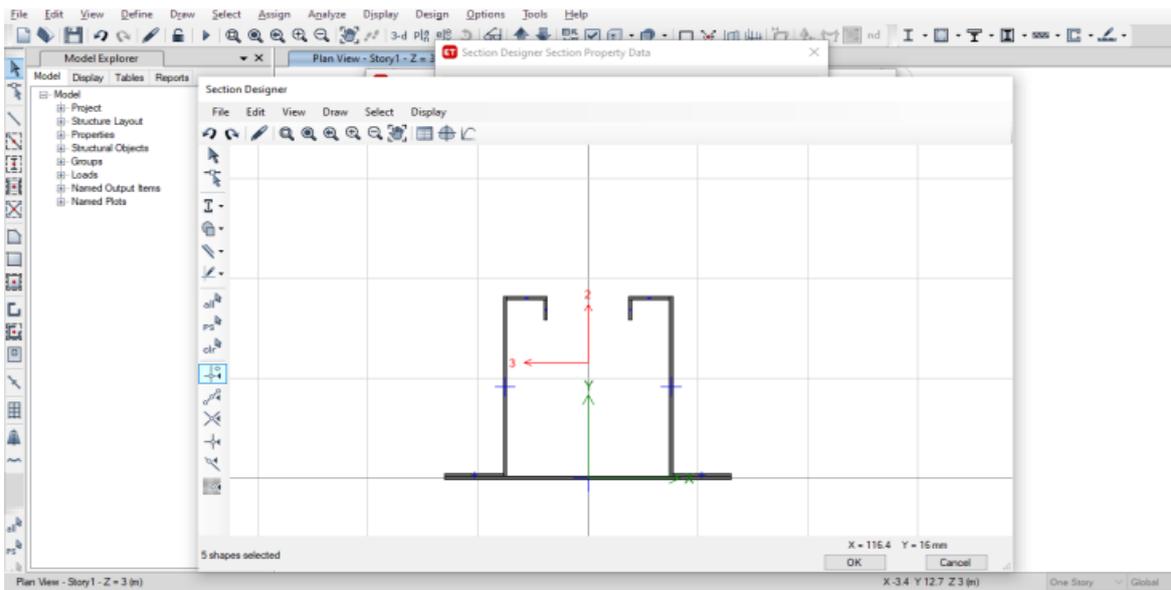
Figura 7: Se agregaron los materiales del Vigacero



Fuente: Elaboración propia

Se registró el diseño de la vigueta prefabricada.

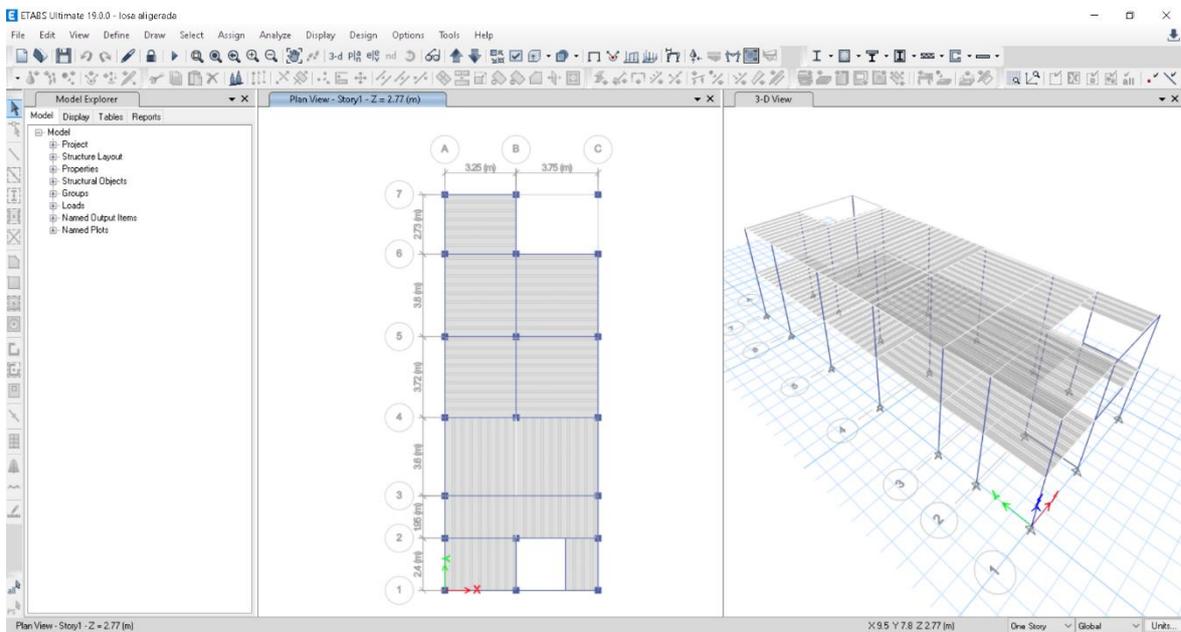
Figura 8: Diseño vigueta Vigacero



Fuente: Elaboración propia

- Sistema de losa aligerada tradicional  
Se establecieron los ejes con sus medidas para su correcto análisis.

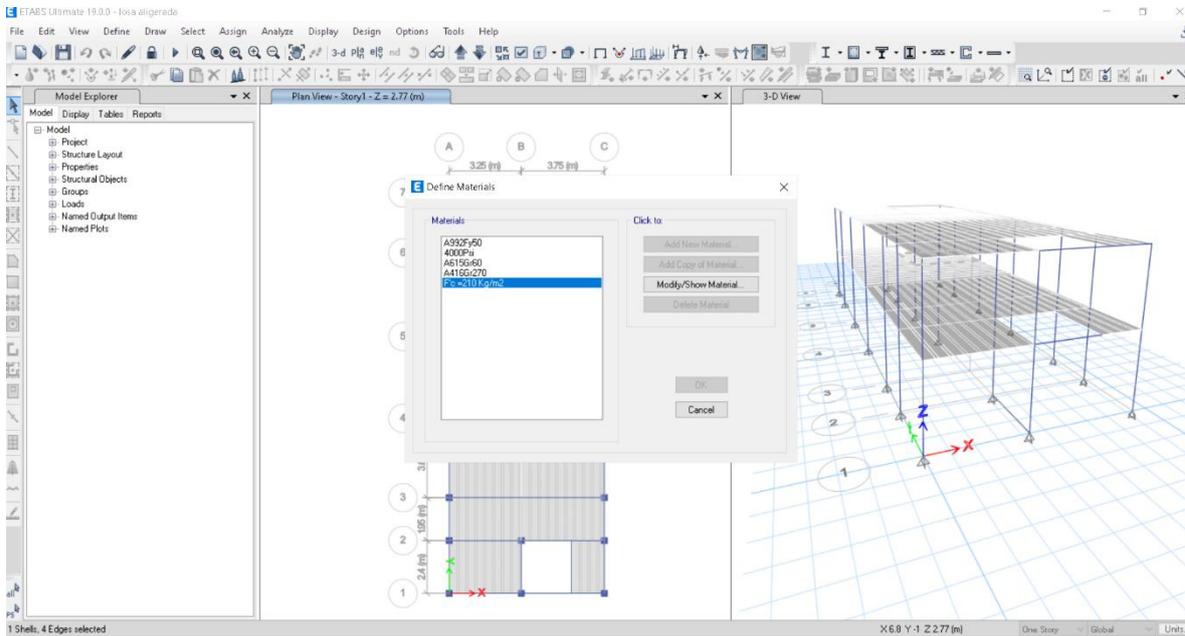
Figura 9: Ejes y dimensiones de la losa aligerada



Fuente: Elaboración propia

❖ Definimos los materiales

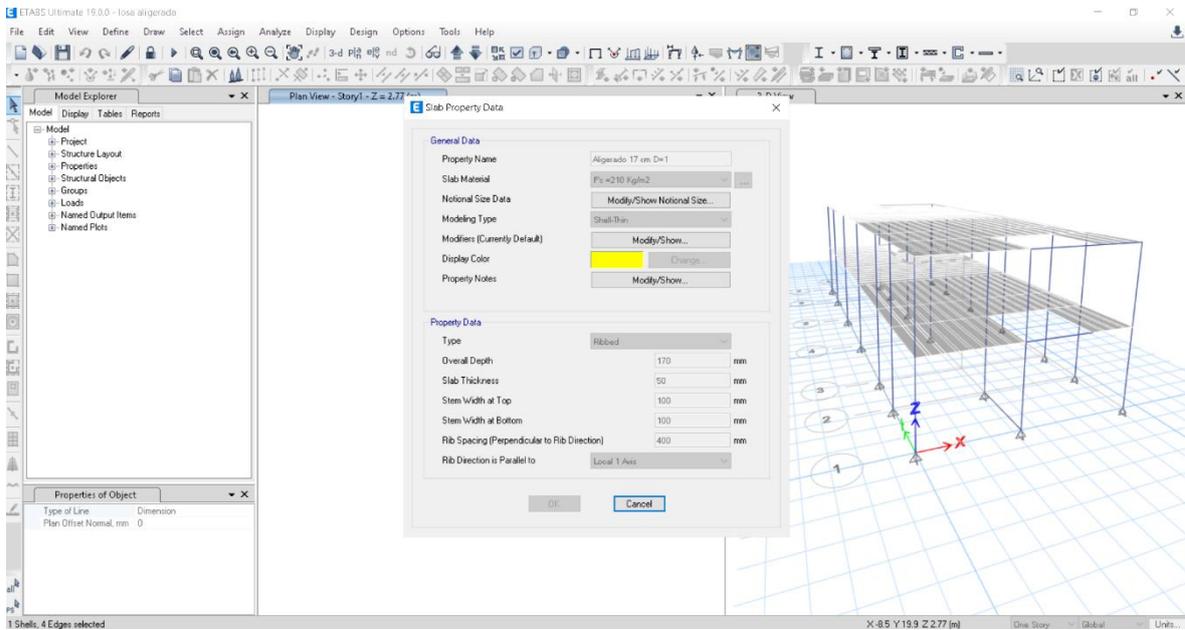
Figura 10: Definición de los materiales



Fuente: Elaboración propia

❖ Creamos la losa con sus dimensiones respectivas.

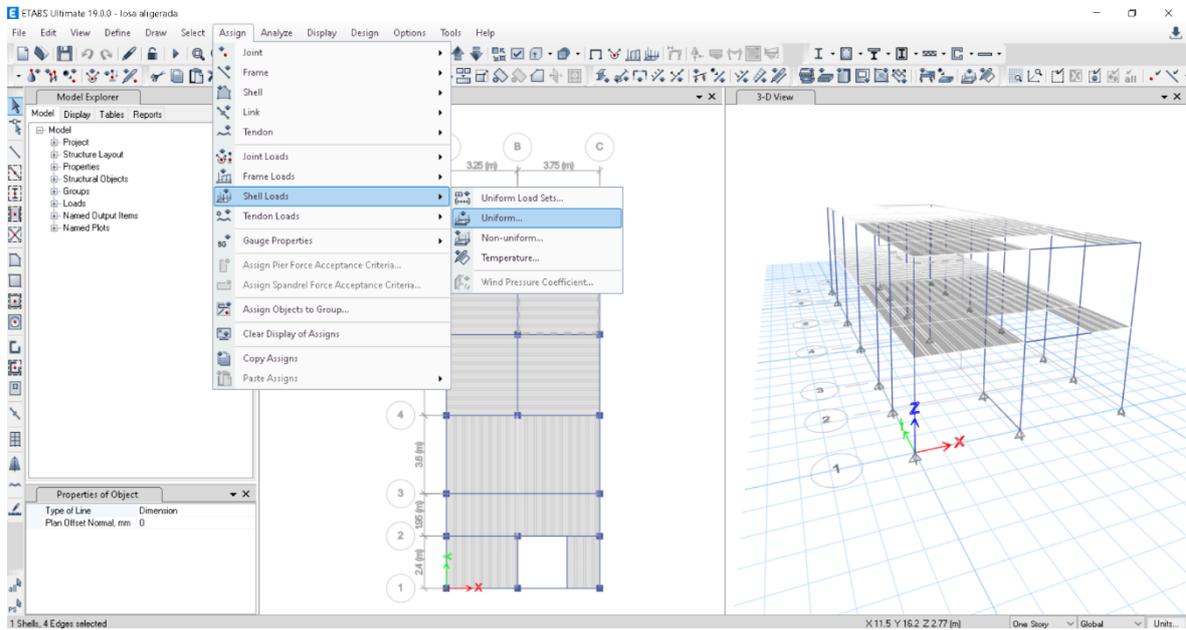
Figura 11: Dimensiones de la losa convencional



Fuente: Elaboración propia

- ❖ Se efectuó asignar cargas a la losa.

Figura 12: Se añadió las cargas al sistema tradicional



Fuente: Elaboración propia

### Análisis del Objetivo Especifico 1

- SISTEMA VIGACERO  
Calcularemos la carga última (wu).

- ✓ Determinación de las cargas (CM,CV)

Tabla 8: Carga muerta

Carga Muerta		
Peso de la losa superior	$0.04 \cdot 0.84 \cdot 2400$	80.64 kg/m <sup>2</sup>
Peso de la nervadura	$0.08 \cdot 0.15 \cdot 2400$	28.80 kg/m <sup>2</sup>
Peso de la Vigüeta	4.8	4.8 kg/m <sup>2</sup>
Casetón	$0.15 \cdot 0.75 \cdot 2400$	1.69 kg/m <sup>2</sup>
Piso Terminado	$0.84 \cdot 100$	84.00 kg/m <sup>2</sup>
Piso de tabiquería	$0.84 \cdot 140$	117.60 kg/m <sup>2</sup>
TOTAL		317.53 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

En la carga viva se dará como dato lo establecido en la norma E-0.20.

Tabla 9: Carga Viva

Carga Viva		
Sobrecarga (vivienda)	200	Kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

- ❖ Cálculo de la Carga última  
Según se indica en RNE, para determinar la carga última es mediante esta fórmula:

Tabla 10: Carga última

Carga Última (W <sub>u</sub> )		
$W_u = 1.4CM + 1.7CV$		
CM	317.53	
CV	200	
W <sub>u</sub>	783.54	Kg/m <sup>2</sup>
-	0.87	Kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

- ❖ Deflexiones

Considerando la deflexión máxima admisible por el RNE E.060, según la tabla del reglamento.

Tabla 11: 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 (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/480*
Pisos o techos que soportan o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		L/240*

Fuente: RNE E.060, 2009

Tabla 12: Deflexión máxima admisible para ambas losas

Deflexión máxima admisible		Unidades
Deflexión inmediata debido a la carga viva	L/360	m
Luz máxima	3.72	m
L/360	0.0103	m

Fuente: Elaboración propia

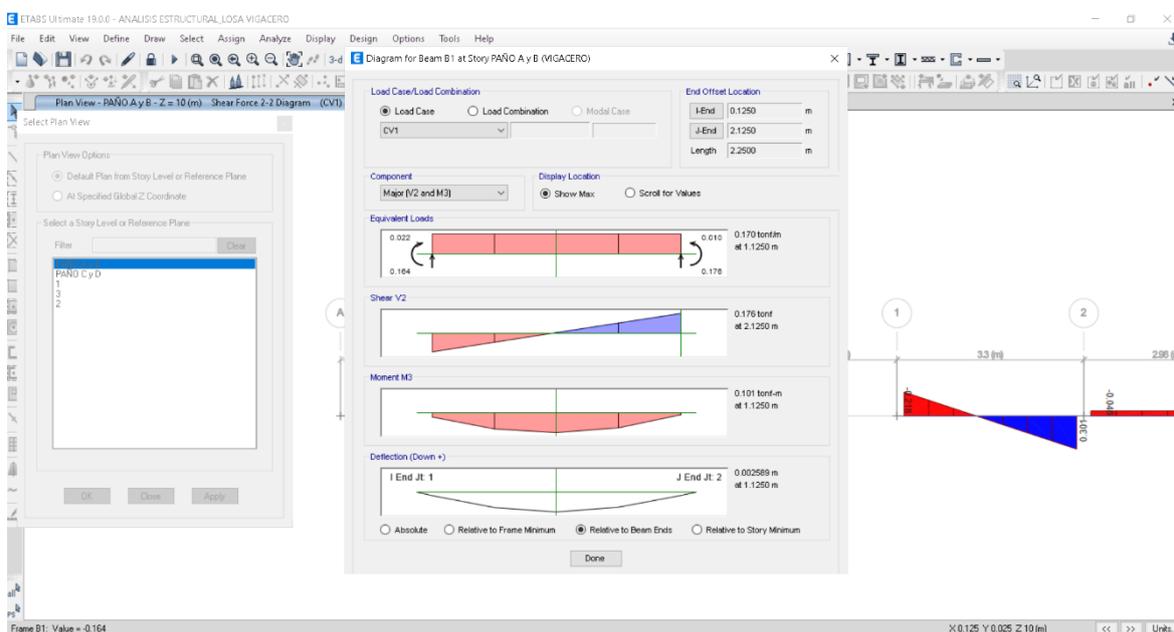
Obteniendo un resultado de 0.0103 m de deflexión máxima lo utilizaremos en ambos sistemas. (Programa ETABS 2018)

### Deflexión en el sistema Vigacero

Para establecer la deflexión de la losa se analiza en el momento que está sometida con la CV, de esta forma el RNE E.20. Esta deflexión máxima crea un punto de la vigueta donde el momento es más alto.

Para ello vamos a considerar la luz más extensa, así verificamos el momento máximo.

Figura 13: Deflexión máxima en la losa vigacero



Fuente: Elaboración propia

La deflexión más alta que se presenta en la figura es de 1.125 m de 0.002589 m, sobre una luz de 3.60 metros.

- SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL

Se procedió a hacer el cálculo de carga última, para eso es requisito saber las cargas vivas y muertas.

Tabla 13: Carga muerta-convencional

Carga muerta		
Peso de la losa aligerada	280	Kg/m <sup>2</sup>
Peso del acabado	150	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de tabiquería	100	Kg/m <sup>2</sup>
Total	530	Kg/m <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

Verificamos los datos que nos indica el reglamento para cargas.

Tabla 14: Carga viva

Carga Viva		
Sobrecarga (vivienda)	200	Kg/m <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 15: Carga última

Carga Última (Wu)		
$Wu = 1.4CM + 1.7CV$		
Wu	1082	Kg/m <sup>2</sup>

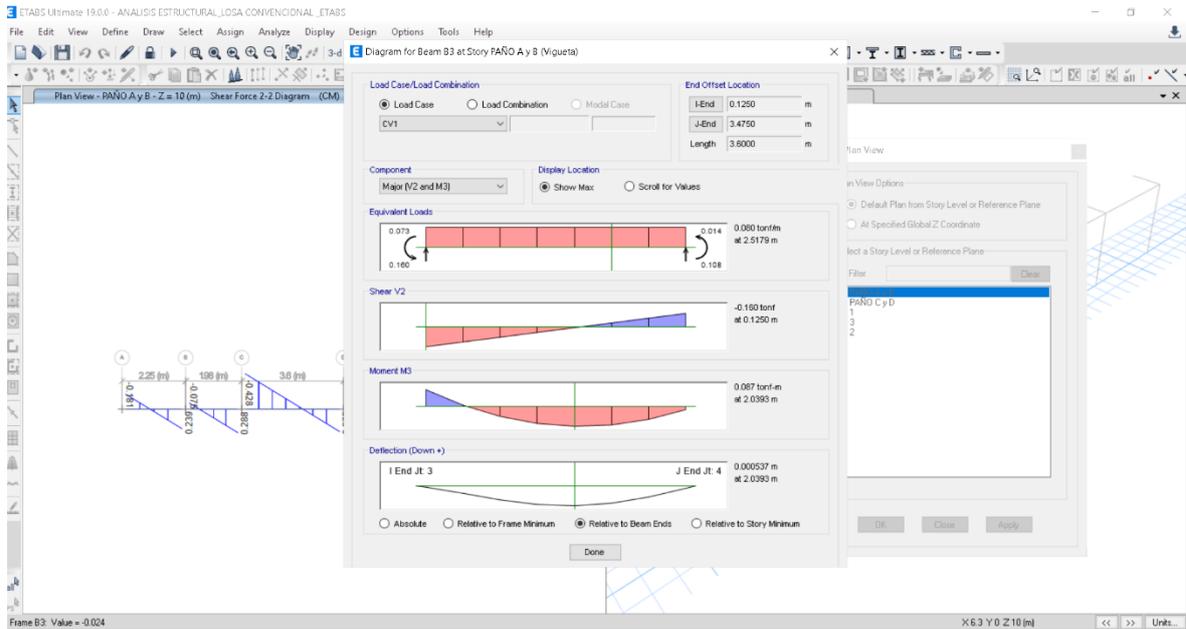
*Fuente: Elaboración propia*

### Deflexión en el sistema convencional

Para establecer la deflexión de la losa se analiza en el momento que está sometida con la CV, de esta forma la norma E.20. Esta deflexión máxima crea un punto de la vigueta donde el momento es más alto.

Para eso vamos a tener en cuenta el paño de la luz más extensa, donde se verifica el momento más alto.

Figura 14: Deflexión máxima en la losa convencional



Fuente: Elaboración propia

Se resulta una deflexión máxima a una distancia del eje de la viga principal de 2.039 m de 0.000537 m, sobre una luz de 3.60 metros.

## Análisis del Objetivo Especifico 2

- SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA VIGACERO

- MOMENTO

Quando hacemos el diseño de la vigueta a flexión, se ejecuta el cálculo de acero que necesita para que la losa logre soportar la cortante y el momento que está doblegada la losa frente las cargas.

Para saber el momento admisible proporcionada por la compañía Vigacero.

Tabla 16: Verificación de los momentos Vigacero

	ALTURA O ESPESOR DE LOSA ALIGERADA (cm)	DISTANCIA ENTRE EJES (cm)	PESO PROPIO (Kg/m <sup>2</sup> )	MOMENTOS ADMISIBLES (Kg-m) = $\phi$ Mn (Tn/m <sup>2</sup> )	
			CASETÓN 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

Fuente: Vigacero 2014 ([www.vigacero.com](http://www.vigacero.com))

Al ver la tabla de momentos admisibles de 19 cm de espesor hallaremos el valor:

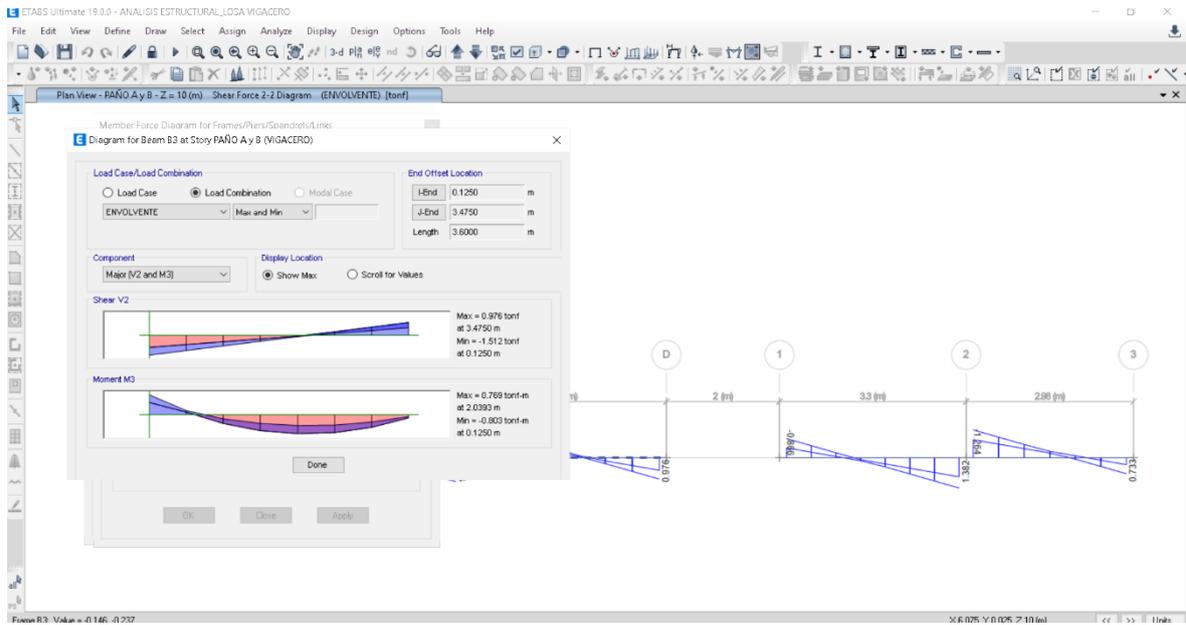
Tabla 17: Momento de Vigacero

Altura o espesor losa	Momentos admisibles
17 cm	1.40
19 cm	X
20 cm	1.62
X=	1.55 Tnf-m

Fuente: Elaboración propia

Al establecer el valor del momento último con el método Vigacero, observamos el software. Cumpliendo lo siguiente  $\phi Mn > Mu$ .

Figura 15: Momento último de la vigueta Vigacero



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un resultado de 0.78 Tn-m siendo por siguiente  $\phi M_n > M_u$ .

- SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL
- MOMENTO

Para la verificación en los momentos se tomara en cuenta  $\phi M_n > M_u$ . El  $\phi$  toma el valor de 0.90 por trabajar en flexión.

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

$$\rho_{min} = 14/F\gamma = 14/4200 = 0.0033 \quad \rho_{min} = 0.8 * \sqrt{F'c}/F\gamma = 0.0028$$

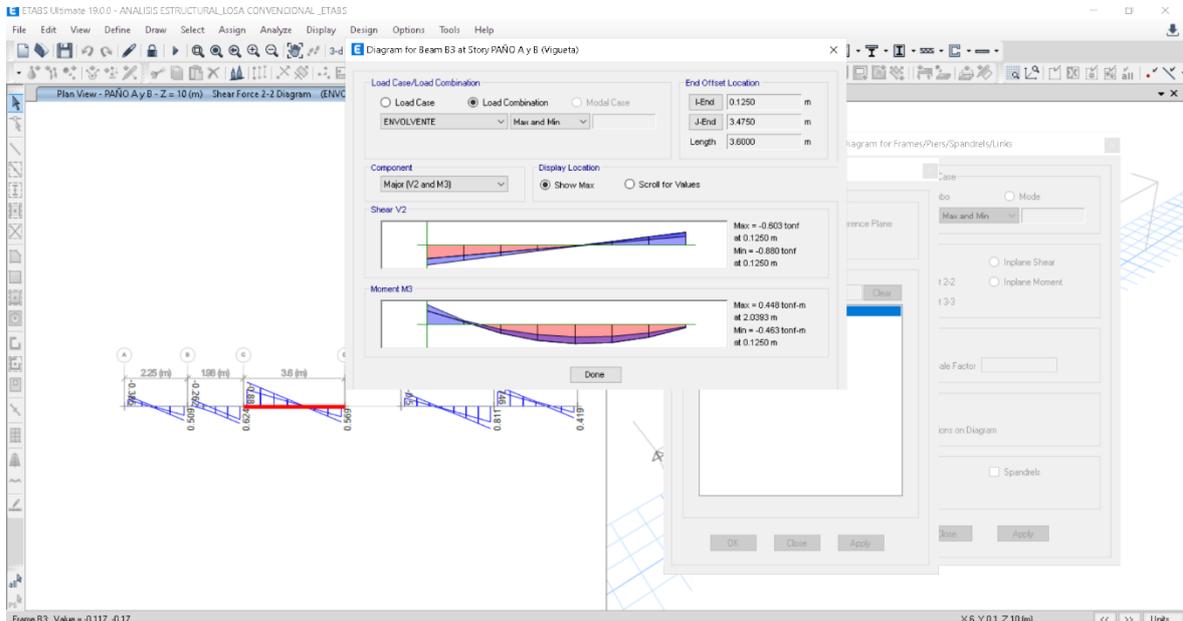
Se usara la mayor cuantía mínima que es 0.0033.

$$M_n = \rho * F\gamma * b * d^2 (1 - 0.59 * \rho * F\gamma / F'c) = 89517.97 \text{ Kg/cm} = 0.986 \text{ Tn-m}$$

$$\phi M_n = 0.9 * 0.986 = 0.882 \text{ Tn-m}$$

Veremos el momento último de vigueta en el programa Etabs

Figura 16: Diagrama de momento último de la vigueta convencional



Fuente: Elaboración propia

Como se indica los resultados el Mu tiene como resultado 0.448 Tn-m, por lo que  $\phi M_n > M_u$ ; si cumple.

### Análisis del Objetivo Especifico 3

- SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA VIGACERO

- CORTANTE

Para establecer la cortante admisible se utiliza los datos que nos proporciona la empresa Vigacero.

Tabla 18: Verificación de los momentos

LOSA ALIGERADA	$\phi V_c$	$\phi V_c$
f'c losa in situ	210 Kg/cm <sup>2</sup> (ton)	350 Kg/cm <sup>2</sup> (ton)
16 cm	1.26	1.63
17 cm	1.35	1.75
20 cm	1.63	2.11
25 cm	2.10	2.71
30 cm	2.57	3.31

Fuente: Vigacero Perú

Tabla 19: Cortante admisible

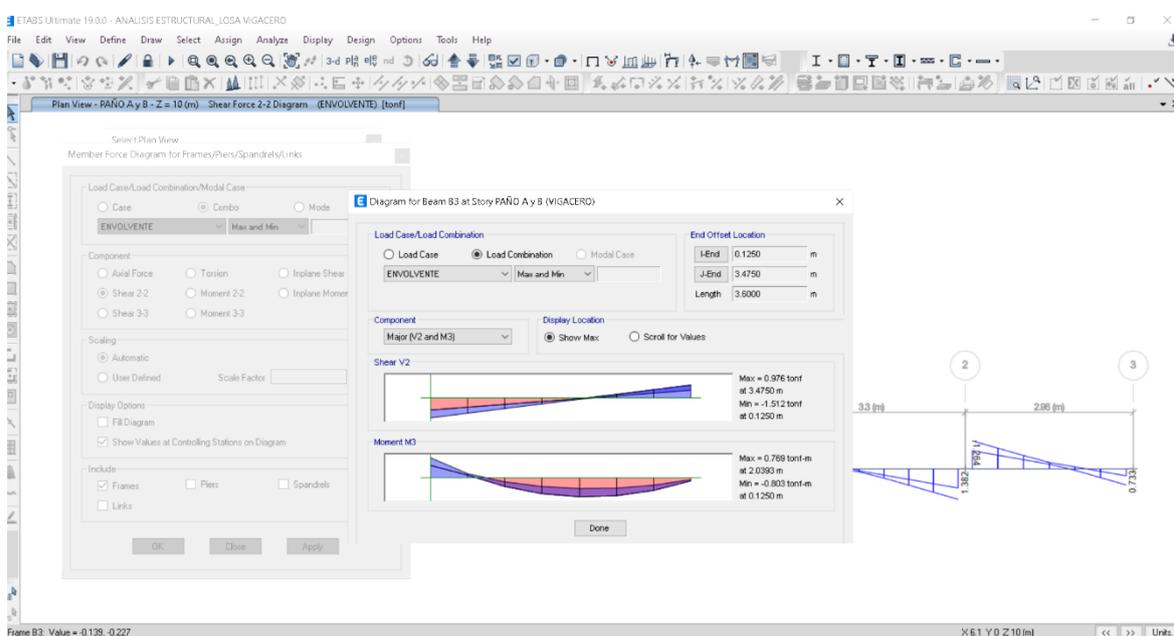
Altura o espesor losa	Cortantes admisibles
17 cm	1.35
19 cm	X
20 cm	1.63
X=	1.54 Tnf-m

Fuente: Elaboración propia

Al hallar la cortante admisible para 19 cm de losa, nos da un resultado de 1.54 tnf.

Obteniendo el valor del momento último con el sistema vigacero, verificamos el software y debe de cumplir  $\emptyset V_n > V_u$ .

Figura 17: Cortante última de vigueta VIGACERO



Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido en el grafico nos da  $V_u = 0.976$  Tnf con lo cual se deduce que  $\emptyset V_n > V_u$ .

- SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL
  - CORTANTE

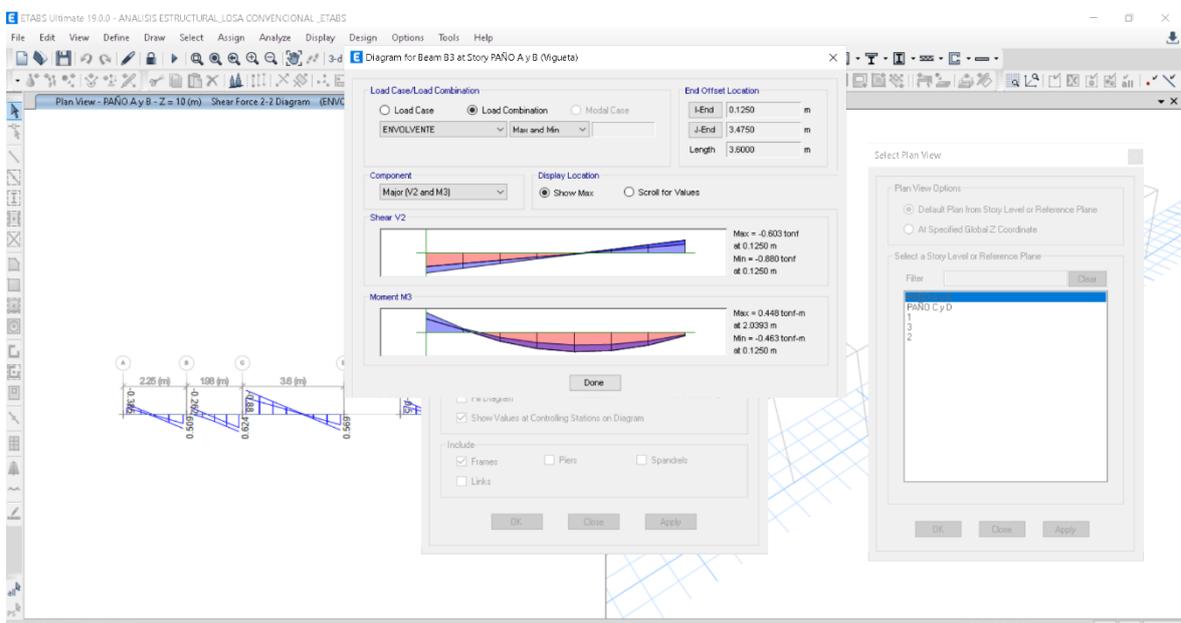
Según definido y establecido por RNE E-060, detalla que la sección transversal sometida a la fuerza cortante se debe basar a los siguiente:  $\phi V_n > V_u$

Con los parámetros de una losa aligerada la norma E060 nos da la opción de aumentar a 10% la resistencia del concreto.

$$\phi V_n = \phi * 1.1 * 0.53 * \sqrt{F'c} * b * d = 1.22 \text{ Tnf}$$

De la ecuación anterior se establece la cortante nominal de la losa 1.22 Tnf. Para establecer su cortante última debemos ir al programa Etabs.

Figura 18: Cortante última de la viga



Fuente: Elaboración propia

Se observa la cortante ultima de la losa es 0.603 en la luz más grande, cumpliendo con lo indicado de las normas.

#### Análisis del objetivo 4

Para realizar el presupuesto de ambas losas, primero se realizó el metrado y se mostrara un resumen de las losas.

Tabla 20: Metrado de ambas losas

Sistema Convencional		Sistema Vigacero	
Encofrado	M2	Encofrado	M2
Área de encofrado	170.92	Área de encofrado	170.92
Viguetas	Und	Viguetas	ML
Vigueta convencional	149	Vigueta vigacero	62
Material aligerado	Und	Material aligerado	Und
Bloques 30*30*12	1467	Bloques 30*30*12	207
Concreto F'c=210 Kg/m3	M3	Concreto F'c=210 Kg/m3	M3
Concreto pre-mesclado	14	Concreto pre-mesclado	9.21
Barra corrugadas	Kg	Barra corrugadas	Kg
Refuerzo de 1/4"	5920.51	Refuerzo de 1/4"	4601.04
Refuerzo de 3/8"	1175.24	Refuerzo de 5/8"	1478.50
Refuerzo de 1/2"	3030.07	Refuerzo de 1/2"	-----
Acero total	10,125.8	Acero total	5,340.09
Cielo raso	M3	Cielo raso	M3
Área de tarrajeo	170.92	Área de tarrajeo	170.92

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de los metrados realizamos el presupuesto en un software S10 presupuesto.

# Presupuesto del Sistema Vigacero

Figura 19: Presupuesto Vigacero

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	<b>1102001</b>	<b>DISEÑO DE LOSA VIGACERO</b>			
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>DISEÑO DE LOSA VIGACERO</b>			
Cliente	<b>LOZADA JUAREZ ISABEL</b>			Costo al	<b>12/10/2021</b>
Lugar	<b>LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PIMENTEL</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio SI.</b>	<b>Parcial SI.</b>
01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>45,497.84</b>
01.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>45,497.84</b>
01.01.01	<b>LOSA VIGACERO</b>				<b>45,497.84</b>
01.01.01.01	ENCOFRADO NORMAL DE LOSAS ALIGERADAS	m2	170.95	4.47	764.15
01.01.01.02	DESENCOFRADO LOSAS	m2	170.95	1.28	218.82
01.01.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5,340.00	4.42	23,602.80
01.01.01.04	COLOCACION DE VIGUETAS DE ACERO GALVANIZADO 1.5 ML	ML	282.72	33.25	9,400.44
01.01.01.05	CASETÓN EPS PARA TECHO H=19 CM	und	207.00	21.38	4,425.66
01.01.01.06	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS ALIGERADAS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	9.21	243.08	2,238.77
01.01.01.07	TARRAJEO DE CIELORASO	m2	170.95	19.58	3,347.20
01.01.01.08	FLETE TERRESTRE	gib	1.00	1,500.00	1,500.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>45,497.84</b>
	<b>GASTOS GENERALES 10%</b>				<b>4,549.78</b>
	<b>UTILIDAD 10 %</b>				<b>4,549.78</b>
					*****
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>54,597.40</b>
	<b>IGY 18%</b>				<b>9,827.53</b>
					*****
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>64,424.93</b>

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto del Sistema Convencional

Figura 20: Presupuesto de Losa Aligerada

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	<b>1101001</b>	<b>VIVIENDA MULTIFAMILIAR - SISTEMA CONVENCIONAL</b>			
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>ESTRUCTURA</b>			
Ciente	<b>LOZADA JUAREZ ISABEL</b>		Costo al	<b>16/11/2021</b>	
Lugar	<b>LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PIMENTEL</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio SI.</b>	<b>Parcial SI.</b>
01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>60,319.75</b>
01.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>60,319.75</b>
01.01.01	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>60,319.75</b>
01.01.01.01	ENCOFRADO NORMAL DE LOSAS ALIGERADAS	m2	170.95	16.95	2,897.60
01.01.01.02	DESENCOFRADO LOSAS	m2	170.95	5.31	907.74
01.01.01.03	TARRAJEO DE CIELORASO	m2	170.95	21.12	3,610.46
01.01.01.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	10,125.00	4.21	42,626.25
01.01.01.05	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2	m3	13.82	315.72	4,363.25
01.01.01.06	LADRILLO HUECO ARCILLA DE h=17 CM	mll	1,467.00	3.35	4,914.45
01.01.01.07	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	1,000.00	1,000.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>60,319.75</b>
	<b>GASTOS GENERALES 15%</b>				<b>9,047.96</b>
	<b>UTILIDAD 10%</b>				<b>6,031.98</b>
					*****
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>75,399.69</b>
	<b>IGV 18%</b>				<b>13,571.94</b>
					*****
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>88,971.63</b>

Fuente: elaboración propia

De los metrados y análisis de costos realizados, se procede a diferenciar los costos directos de las losas aligeradas del proyecto.

Tabla 21: Presupuestos

PRESUPUESTO			
PROYECTO		VIVIENDA MULTIFAMILIAR	
SUBPRESUPUESTO		ESTRUCTURAS	
CLIENTE		LOZADA JUAREZ ISABEL	
UBICACIÓN		PSJ SAN JUAN MZ "H" LT 23-PIMENTEL	
FECHA		2021-10-13	
MONEDA		SOLES	
SISTEMA CONVENCIONAL		SISTEMA VIGACERO	
COSTO DIRECTO	60,319.75	COSTO DIRECTO	45,497.84
TOTAL	88,971.63	TOTAL	64,424.93

Fuente: elaboración propia

## RESULTADOS:

### OBJETIVO ESPECÍFICO 1

- SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA VIGACERO

- ❖ Deflexiones

El análisis de la deflexión del sistema prefabricado del Vigacero nos da como resultado una flecha de 0.002589 m, sobre una luz de 3.60 metros.

Tabla 22: Deflexión máxima admisible

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

L=	3.6 m
L/360=	0.01 m

Fuente: Elaboración propia

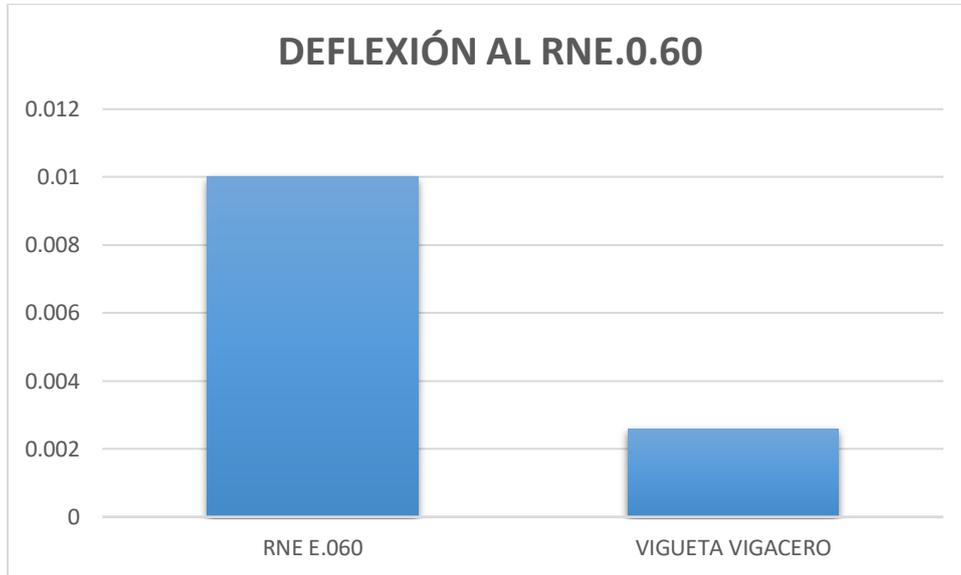
Con el resultado, la deflexión registrada en la Vigueta Vigacero es menos a la deflexión máxima admisible establecida por el RNE E.060.

Tabla 23: Comparación de resultado

RESULTADO		
0.01	>	0.002589

Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Gráfico de deflexión al RNE E.060 (VIGACERO)



Fuente: Elaboración propia

- SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL

- ❖ Deflexiones

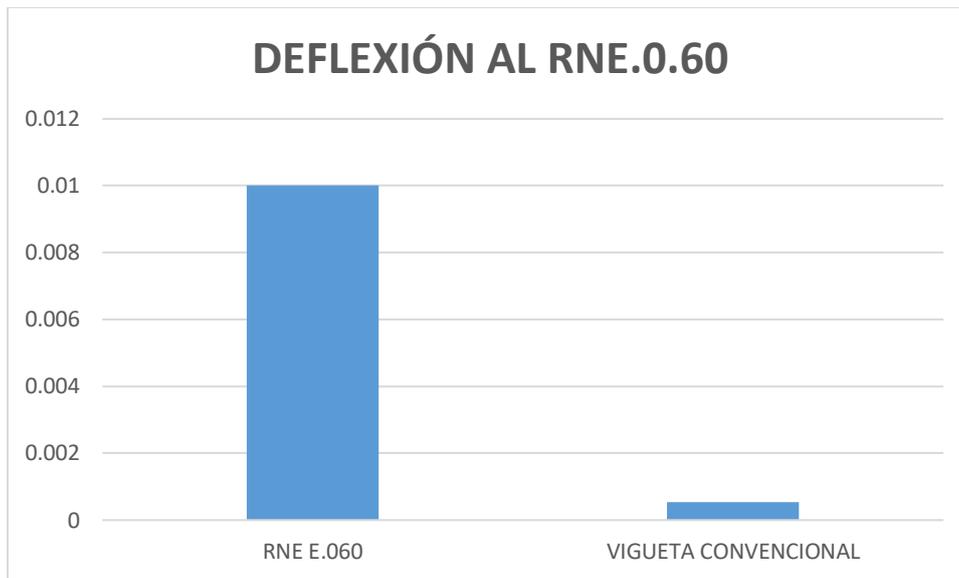
El análisis de la deflexión del sistema convencional nos da como resultado una flecha de 0.000537, sobre una luz de 3.6 metros.

Tabla 24: Resultado de comparación del Sistema Convencional

RESULTADO		
0.01	>	0.000537

Fuente: Elaboración propia

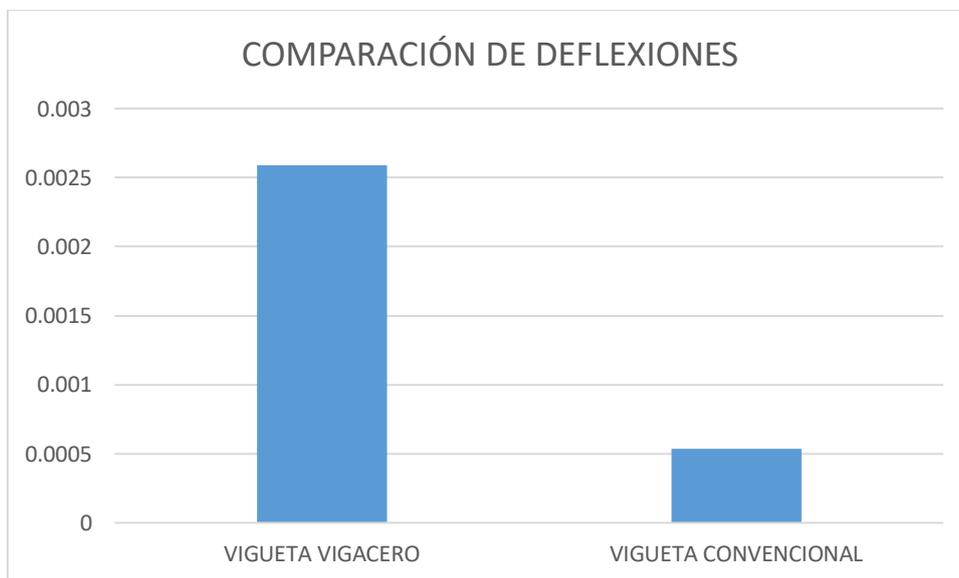
Figura 22: Gráfico de deflexión al RNE E.060 (CONVENCIONAL)



Fuente: Elaboración propia

## INTERPRETACIÓN GENERAL (OE.1)

Figura 23: Gráfico de deflexión comparativa



Fuente: Elaboración propia

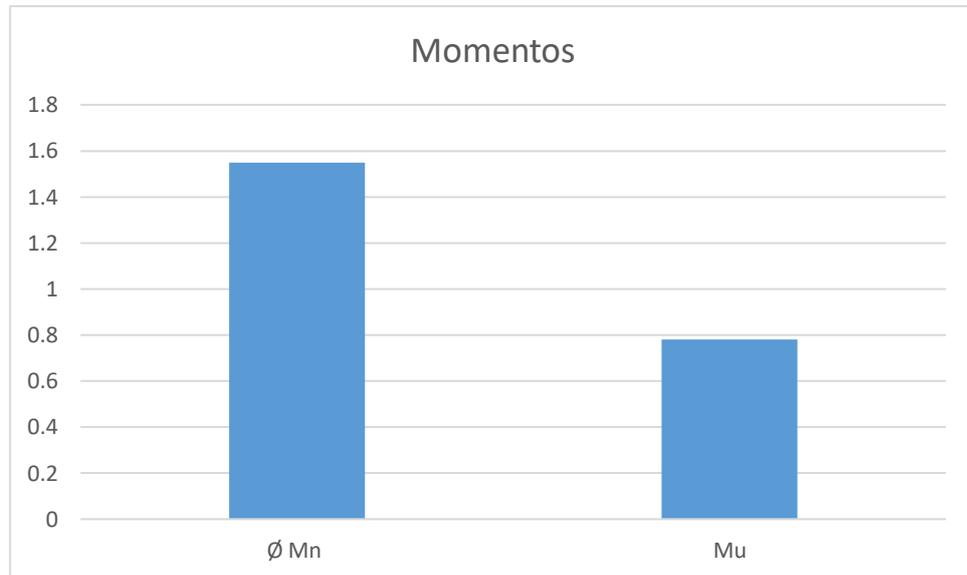
## OBJETIVO ESPECÍFICO 2

- SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA VIGACERO

- ❖ Momento

En el proceso del modelamiento y la obtención de los resultados, se realizó las indicaciones que nos da el RNE E.060 la cual indica respecto a los momentos que  $\emptyset M_n > M_u$ .

Figura 24: Gráfico de Momentos (VIGACERO)



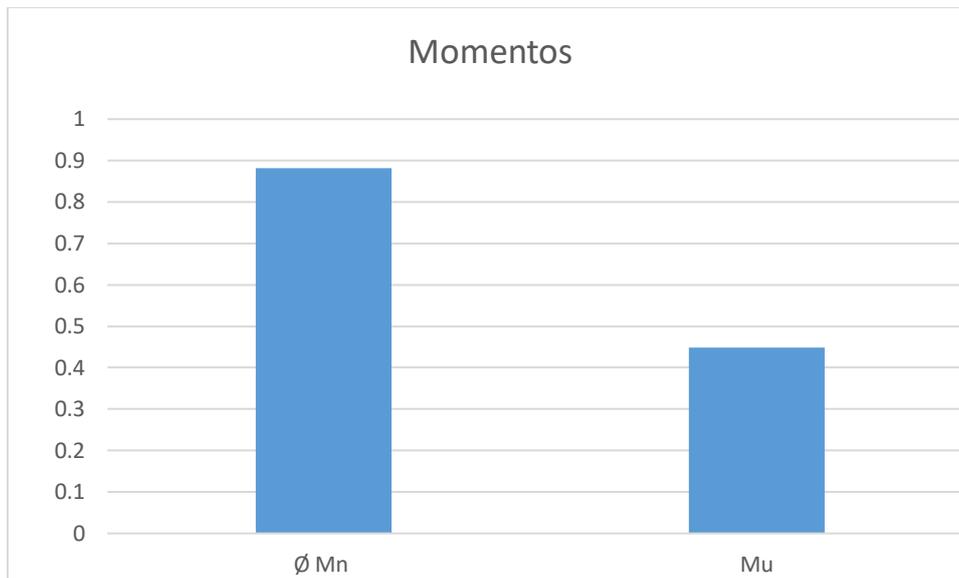
Fuente: Elaboración propia

- SISTEMA LOSA ALIGERADA

- ❖ Momento

En el proceso y obtención de los resultados, se realizó las indicaciones del RNE E.060 la cual nos indica que los momentos deben cumplir  $\emptyset M_n > M_u$ .

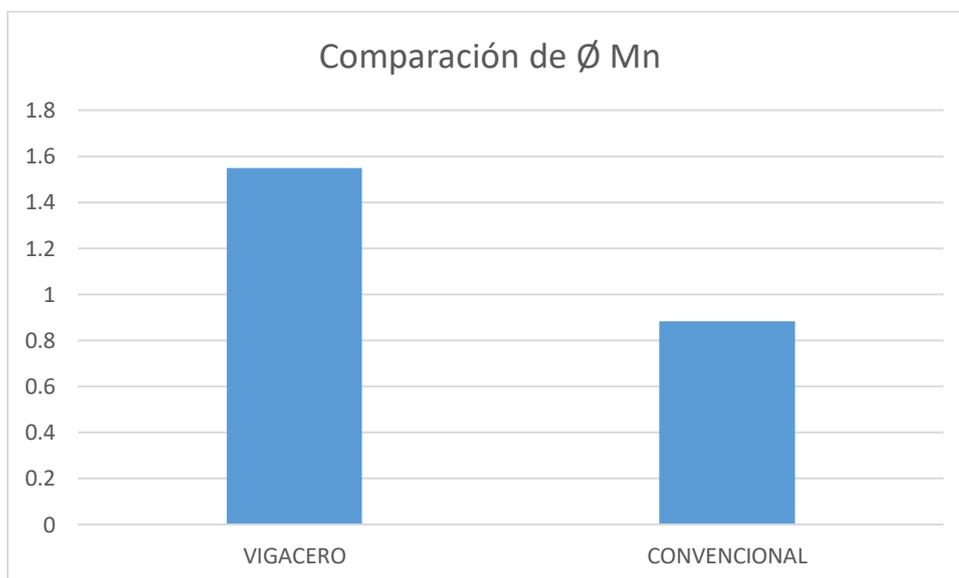
Figura 25: Gráfico de momentos (CONVENCIONAL)



Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN GENERAL (OE.2)

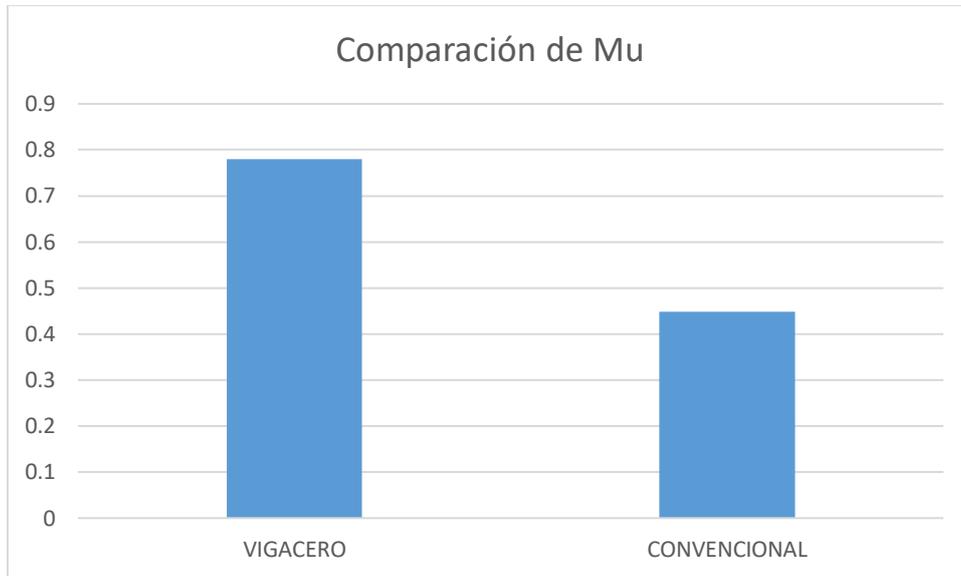
Figura 26: Gráfico comparativo del Ø Mn



Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la gráfica se evidencia que el momento de la losa Vigacero es mayor a la convencional, teniendo un valor mayor de 60% más.

Figura 27: Gráfico comparativo del Mu.



Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la gráfica se evidencia que el momento último de la losa Vigacero es mayor a la convencional, teniendo un valor mayor de 30% más.

Definitivamente, el sistema Vigacero tiene mejor comportamiento en aspecto del momento nominal y momento último de diseño a comparación del sistema convencional.

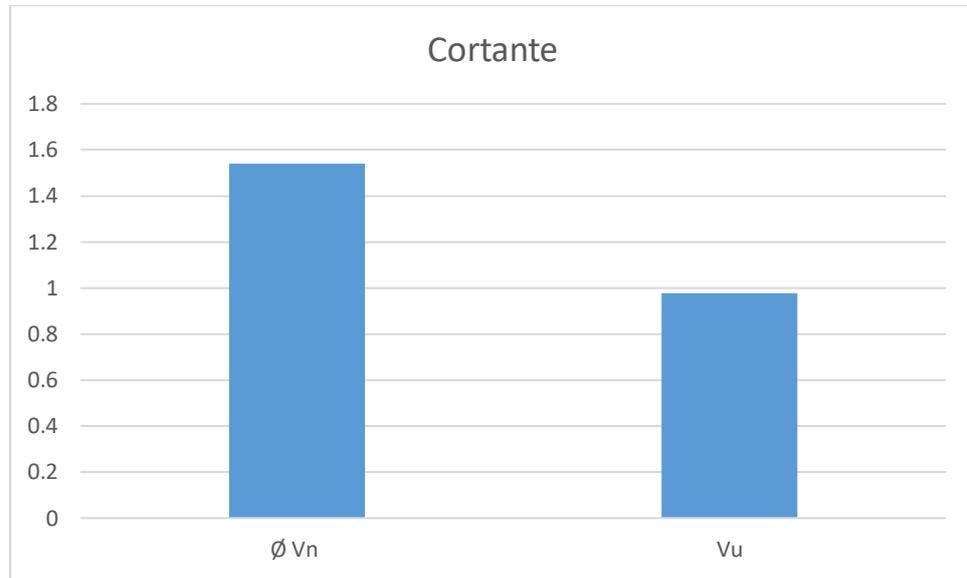
### OBJETIVO ESPECÍFICO 3

- SISTEMA PRE-FABRICADO LOSA 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  $\phi V_n > V_u$ .

Figura 28: Gráfico de Cortante (VIGACERO)



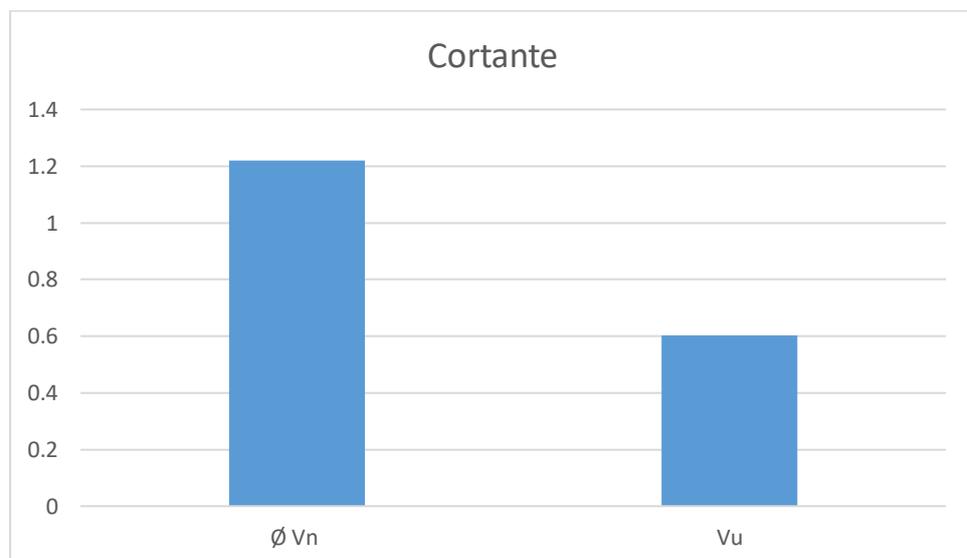
Fuente: Elaboración propia

- SISTEMA LOSA 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  $\emptyset V_n > V_u$ .

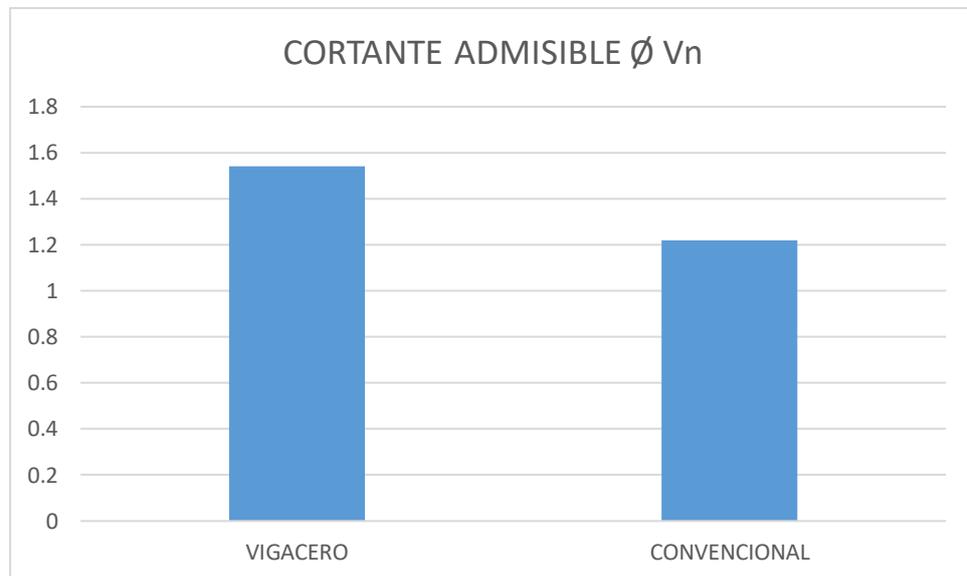
Figura 29: Gráfico de cortante (CONVENCIONAL)



Fuente: Elaboración propia

## INTERPRETACIÓN GENERAL (OE.3)

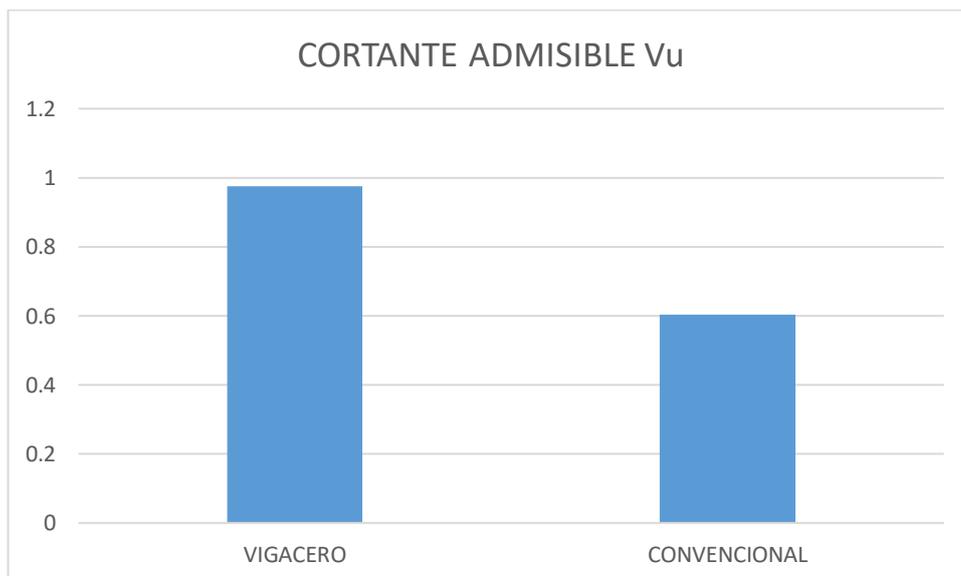
Figura 30: Gráfico comparativo de Cortante admisible



Fuente: Elaboración propia

En definitiva la cortante admisible del sistema convencional es mayor al sistema Vigacero con 4% de más.

Figura 31: Gráfico comparativo de cortante último



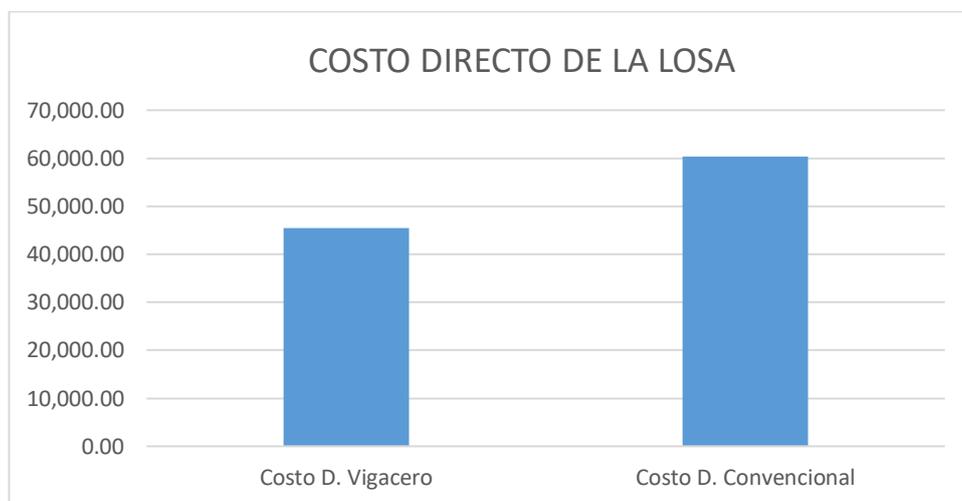
Fuente: Elaboración propia

En el objetivo especial 3 se conoce que la cortante última de diseño del sistema Vigacero es mayor al sistema convencional.

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 última de diseño es mayor en el sistema Vigacero a comparación del sistema convencional.

#### OBJETIVO ESPECIFICO 4

Figura 32: Comparación del costo directo de las losas



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los cálculos indican, el valor del sistema convencional es de 60,319.75. Por último el costo directo del sistema Vigacero es de 45,497.84. En conclusión la diferencia es de 14,821.91 de la losa aligerada.

## V. DISCUSIÓN

### • **Establecer la deflexión de la losa aligerada con el sistema Vigacero en una vivienda multifamiliar, 2021.**

Lo que se pretendió con el desarrollo de la investigación es verificar las diferencias del sistema vigacero con el sistema convencional, en cuanto a deflexiones, momentos, cortantes y costos de ambos sistemas; con el fin de validar o rechazar nuestras hipótesis que nos planteamos al comienzo, y ver el nivel que puedo aportar el sistema innovador vigacero para mejorar los alcances del sistema convencional que ya estamos adaptados.

Al implementar el nuevo método Vigacero, se estableció y se logró una deflexión menor a la deflexión que nos indica el reglamento de edificaciones, cumpliendo con los parámetros de diseño que nos indica el reglamento de edificaciones.

Solis Trujillo 2019) en la tesis considero el sistema Vigacero, que utiliza las viguetas y el poliestireno expandido, para reducir la deflexión de las losas. La metodología del autor fue aplicada, por el hecho que el sistema prefabricado produce cambios y mejora nuevos métodos en la construcción.

Tuvo como resultado que el método Vigacero representa el 20% de la deflexión máxima que nos da la norma, en conclusión tiene un 80% menos que la deflexión máxima. El autor con el sistema vigacero obtuvo una deflexión admisible de 0.001757 que al comparar es mejor al requerimiento que nos indica el reglamento; a diferencia en el sistema convencional se obtuvo una deflexión admisible de 0.000653 también menor a lo que nos indica el reglamento. En definitiva, ambas deflexiones cumplen con la deflexión permitida por el reglamento, prefiriendo así buen comportamiento estructural de las estructuras.

La deflexión del sistema implementando Vigacero en una vivienda multifamiliar es menor a la deflexión máxima de la norma. Al realizar el diseño Vigacero en el programa, se ratificó la disminución de la deflexión y cumple con lo que nos indica el reglamento.

¿Cuánto es la deflexión de la losa tradicional con el método Vigacero en la vivienda multifamiliar en Pimentel, 2021? Del modelamiento a través del programa se logró un resultado 0.002589 m de deflexión máxima determinada por el reglamento, es decir que la deflexión es 80% menos que la deflexión máxima, también 70% menos que la deflexión de la losa tradicional, ambos cumpliendo la deflexión permitida por el reglamento pero a diferencia de la losa convencional tiene menor deflexión que vigacero, por la misma que tiende a tener una mayor dimensión en la sección de vigueta a diferencia de vigacero.

- **Establecer la resistencia a flexión y esfuerzo cortante de la losa Vigacero en una vivienda multifamiliar en Pimentel, 2021.**

Al implementar el método vigacero, se estableció y se logró la flexión y la cortante de la losa clásica. Asimismo es aceptable por el reglamento nacional de edificaciones, cumpliendo con los parámetros de diseño que nos indica la norma. Los resultados de la investigación son confiables y válidos cuya información fue examinada por los alcances normativos de la construcción.

Solis Trujillo (2019) en la tesis utilizó el método vigacero, que utiliza las viguetas y el poliestireno expandido, para reducir la flexión y cortante. La metodología del autor fue aplicada, por el hecho que el sistema prefabricado produce cambios y mejora nuevos métodos en la construcción.

Teniendo como resultado que vigacero su momento admisible es el 19% del momento nominal y que la cortante admisible es el 30% de la cortante nominal, siendo así menor el momento y la cortante nominal de ser aceptable por el reglamento. El autor con el sistema vigacero obtuvo un momento de 0.12 Tn-m siendo así menor que el momento admisible; en el sistema convencional obtuvo un momento de 0.0915 Tn-m siendo menor que el momento admisible que nos indica el reglamento, como se muestra en los gráficos el momento último de vigacero es mayor al convencional siendo superior de un 24% más.

En el análisis de la cortante el autor en el sistema vigacero su cortante es de 0.3 Tnf siendo menor a la cortante nominal; en el sistema convencional su cortante es de 0.2119 Tnf siendo menor a la cortante nominal establecido por el reglamento, se influye que la cortante de vigacero es mayor al convencional en un porcentaje de 31% más. Revisando los resultados obtenidos el autor nos da a conocer el comportamiento estructural de la vivienda aplicando el sistema vigacero tiende a ser aceptado por cumplir las bases mínimas que nos indica el RNE E.060.

La resistencia a flexión y esfuerzo cortante del sistema Vigacero en una vivienda multifamiliar es admisible por el reglamento. Al realizar el diseño de vigacero en el programa, con los datos obtenidos de ficha técnica de vigacero y datos de la norma, se ratificó la disminución de la flexión y cortante de las losas, así cumpliendo con los parámetros de la norma de edificaciones.

¿Cuánto es la resistencia a flexión y cortante de la losa vigacero en una vivienda multifamiliar en Pimentel, 2021? Del análisis mediante el software, se deduce que el momento admisible de vigacero es mayor al sistema convencional, con resultados de 0.78 Tn-m siendo menor al momento admisible de 1.55 Tn-m representando un porcentaje del momento último de 17% al momento admisible. Para el refuerzo cortante en el sistema vigacero se determinó la cortante admisible de 1.54 Tnf-m lo comparamos con la cortante última de 0.976 Tnf. Por último la cortante última del sistema convencional es de 0.603 Tnf; por lo tanto la cortante del sistema vigacero es 30% más que el convencional.

Con los resultados que se obtuvieron este sistema vigacero es muy innovador podemos aplicarlo en losas de entrepiso con luces de hasta 8 m de longitud sin

aplicar encofrado en cualquier tipo de obra, con mejores comportamientos ante cargas; lo bueno al no utilizar encofrado facilita mucho en la construcción y reduce inversión y tiempo de ejecución.

Asimismo, nuestros resultados pueden servir para futuras investigaciones que logra la innovación en el sector construcción.

- **Establecer el valor del sistema vigacero vs el sistema convencional en una vivienda multifamiliar en Pimentel, 2021.**

Se observa que al analizar los costos resulto favorable elegir el poliestireno expandido, siendo interesante para el mercado de la construcción, así poder aprovecharlo en todo tipos de losas beneficiando las características que presenta este material tanto en peso y volumen para la construcción de losas.

Al implementar la losa vigacero, se estableció y se logró que el valor de la losa sea menor que la losa convencional en una vivienda multifamiliar. En la partida de concreto pre mezclado en vigacero fue de 9.21 m<sup>3</sup> a diferencia del sistema convencional el concreto fue de 14 m<sup>3</sup>. Por esa razón, el sistema convencional costo más en concreto que el sistema vigacero, con un porcentaje de 12%. En lo respecta al flete terrestre el sistema vigacero es un poco más costoso a diferencial del convencional, con un porcentaje de 25% mayor, porque los materiales son muy delicados y el traslado tiene que ser muy cuidadoso al ser enviado a la ciudad donde se va construir.

También el sistema vigacero redujo el costo del acero de refuerzo un porcentaje de 35% menos que el sistema convencional; a diferencia en la partida de bloques en vigacero se necesitó 207 unidades y en el convencional se necesitó 1,467 unidades, pero al momento de metrar y confirmar el costo ambos sistemas tenían el mismo presupuesto.

Cueto Alberto (2019) en la tesis implemento el método vigacero, que usa viguetas prefabricadas como material primordial de la losa, con el objetivo de disminuir el presupuesto de la losa vigacero. Su investigación fue un método aplicada y cuantitativa, ya que utilizando estos métodos obtendrá cambios en ambos estudios. Como resultado al usar este sistema se redujo un 13% el valor directo a diferencia del sistema común.

El autor en el sistema de viguetas prefabricadas obtuvo un costo de S/. 470,265.70 a diferencia del sistema convencional obtuvo un costo de S/. 490,479.08; consiguiendo una diferencia a favor del sistema vigacero de S/. 20,213.38 menos. También en la partida de acero de refuerzo el autor obtuvo una diferencia a favor del sistema vigacero de S/ 26,844.80, siendo el sistema vigacero menos costoso.

El costo directo con el sistema vigacero es menor que el sistema clásico en una vivienda multifamiliar en Pimentel, 2021. Usando el programa S10 de presupuesto, se corroboró la reducción del costo directo en relación a la losa clásica.

¿Cuánto es el valor directo de la losa vigacero vs losa tradicional en una vivienda multifamiliar en Pimentel, 2021? Al realizar el análisis de precios unitarios en el

software se obtuvo un costo de S/. 45,497.84 a diferencia de la losa convencional de S/. 60,319.75; por lo que se concluye que el costo de la losa vigacero es de 13% menos que el sistema convencional.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la losa aligerada con el sistema Vigacero, optimiza las características estructurales del entrepiso de la vivienda multifamiliar en el distrito de Pimentel. Su accionar estructural: al bajar la deflexión en relación a la deflexión máxima, al achicar la resistencia a flexión y a esfuerzo cortante respecto al momento y cortante nominal indicada por el reglamento. Además decrece el valor de la losa aligerada.
2. La deflexión del sistema Vigacero de la vivienda multifamiliar, la cual cumple con lo establecida en la norma en resultado de 0.002589 siendo esta menor a lo establecido en la norma con una luz de 3.60 m una deflexión de 0.01 m.
3. La resistencia a flexión del sistema Vigacero en la vivienda multifamiliar. Obteniendo un resultado de 0.78 Tn-m siendo menor al momento admisible de 1.54 Tn-m. La resistencia de esfuerzo a corte del sistema Vigacero en una vivienda multifamiliar. Obteniendo un resultado de 0.976 siendo menor al momento admisible de 1.54 Tn/m<sup>2</sup>.
4. De acuerdo al análisis económico realizado en la investigación, se determinó la dependencia del sistema Vigacero en el valor por medio del programa Presupuesto.pe, debido a que interviene en la reducción del valor en 15% relación al valor de la losa convencional; entonces la reducción del valor está de manera directa relacionado a la utilización del sistema Vigacero. Por lo cual el mejoramiento del accionar estructural en relación al costo directo de la losa, queda demostrada.

## VII. RECOMENDACIONES

Al incentivar el uso de nuevas implementaciones en los sistemas constructivos que van a favorecer a la población en factores como la calidad, economía y seguridad que nos va generar el sistema vigacero, ya que con el tiempo la población va crecer muy rápido.

En esta investigación al utilizar vigacero con viguetas y poliestireno expandido ha disminuido la deflexión de las secciones; para los siguientes proyectos se recomienda ensayar el porcentaje que pueda reducir los peraltes de las losas aplicando este nuevo sistema, teniendo en cuenta los parámetros que nos establecen las normas.

En esta investigación al utilizar vigacero con viguetas y poliestireno expandido ha disminuido la flexión y la cortante en las secciones, la reducción fue para ambos momentos de la losa; para futuros proyectos es recomendable utilizar otros sistemas estructurales para obtener resultados valiosos y confiables.

En esta investigación al utilizar vigacero con viguetas y poliestireno expandido se logró achicar el valor del sistema vigacero en relación al método común, tomando para ambos sistemas la misma proporción de acero de refuerzo negativo, para futuras indagaciones se sugiere hacer un cálculo por separado en vigacero para conseguir un valor más exacto.

## REFERENCIAS

- AVECILLAS RÍOS, D. R. (2016). “Alternativa Estructural - Constructiva de Entrepisos y Techos de Hormigón Armado con Bloques de Poliestireno Expandido”. Universidad de Cuenca, Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25944/1/tesis.pdf>
- AVILA BELTRAN, Jorge (2016). “Análisis de costos de los sistemas de entrepisos más utilizados en Colombia”. Universidad De Cartagena – Colombia. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4943/TESIS%20AN%c3%81LISIS%20DE%20COSTOS%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20DE%20ENTREPISOS%20M%c3%81S%20UTILIZADOS%20EN%20COLOMBIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ARIAS ODÓN, F. G. (2012). El Proyecto de Investigación. Caracas: Episteme.
- BORJA SUÁREZ, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, Perú.
- 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>
- CASCO GUARDAD, Jacinto & MAJANO SANDOVAL, David. “Análisis Comparativo De Los Diferentes Sistemas De Entrepiso En Edificios Basado En Aspectos De Seguridad Y Costo”. (2019). UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20468/1/Analisis%20comparativo%20de%20los%20diferentes%20sistemas%20de%20entrepiso.pdf>

- CASTRO GUITIERREZ, Ronald; MASGO NAUPAY, Vil; HUARACA LEON, Luis & TERREL ROSAS, Ángela. *“Análisis Comparativo De Los Sistemas Constructivos De Vigacero Y Convencional En La Construcción De Una Losa Aligerada Para Una Vivienda Unifamiliar Ubicado En Las Gardenias - Huacho, Lima”*. (2018). Lima – Perú. [file:///C:/Users/li-04/Documents/ARTICULOS/docdownloader.com-pdf-lizeth-tesis-dd\\_f58a3cf887896ffb92ffc6cbcd8884d5%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/li-04/Documents/ARTICULOS/docdownloader.com-pdf-lizeth-tesis-dd_f58a3cf887896ffb92ffc6cbcd8884d5%20(1).pdf)
- CHILECUBICA, (2015), Análisis de precio unitario. Chile. <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/a-p-u/>
- CONCYTEC. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica 65 - reglamento RENACYT [en línea] [fecha de consulta 15 octubre 2020]. Disponible en: [https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento\\_renacyt\\_version\\_final.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.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](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3719/1/cosinga_gomez.pdf)
- CUETO ALBERTO, Ronny. *“Diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima”*. (2019). UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL. Lima – Perú. <file:///C:/Users/li->

[04/Documents/ARTICULOS/UNFV CUETO ALBERTO RONNY RA%C3%9  
AL TITULO PROFESIONAL 2019%20\(1\).pdf](#)

- ESPINOZA MANCHEGO, Israfel & GUERRA SORIA, Fresia. “*Análisis Comparativo de Costos entre Losa Aligerada con Sistema Convencional Versus Viguetas Prefabricadas de Alma Abierta en Edificios Multifamiliares*”. (2018). UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES. Lima – Perú. [file:///C:/Users/li-04/Downloads/espinoza\\_ guerra.pdf](file:///C:/Users/li-04/Downloads/espinoza_ guerra.pdf)
- GONZÁLEZ AYALA, Tania & ROMERO RUIZ, Ana. “*Estudio de losas aligeradas con la utilización de casetón poliestireno y losa prefabricada en sus condiciones de servicio, costo y estado límite deresistencia*”. (2016). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA. Zapopan – Jalisco. [https://www.academia.edu/30182630/Estudio\\_de\\_losas\\_aligeradas\\_con\\_la\\_utilizaci%C3%B3n\\_de\\_caset%C3%B3n\\_poliestireno\\_y\\_losa\\_prefabricada\\_en\\_sus\\_condiciones\\_de\\_servicio\\_costo\\_y\\_estado\\_l%C3%ADmite\\_de\\_resistencia](https://www.academia.edu/30182630/Estudio_de_losas_aligeradas_con_la_utilizaci%C3%B3n_de_caset%C3%B3n_poliestireno_y_losa_prefabricada_en_sus_condiciones_de_servicio_costo_y_estado_l%C3%ADmite_de_resistencia)
- GUEVARA YUCRA, Yhon. “*Programa De Vivienda De Bajo Costo Para Familias De Estrato Social ‘D’ En El Sector Noreste De La Ciudad De Tacna*”. (2016). UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACTA. Tacna - -Perú. [file:///C:/Users/li-04/Documents/ARTICULOS/975\\_2016\\_guevara\\_yucra\\_yk\\_fiaq\\_arquitectura%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/li-04/Documents/ARTICULOS/975_2016_guevara_yucra_yk_fiaq_arquitectura%20(1).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/metodologiainvestigacion-hernandez-sampieri.pdf> ISBN: 968-422-931-3
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. Metodología de la investigación. 6a ed. México: Editorial Mc Graw Hill Education, 2014. ISBN 9781456223960. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp->

<content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

- HUAMAN CERVANTES, Ana & VELASQUEZ ZUBIETA, Moises. “*Evaluación teórica del sistema de prelosas ante losas aligeradas convencionales*” (2020). UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN. Lima – Perú. [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3556/Ana\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3556/Ana_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Iza, N. G. (2015). La incidencia de viguetas pretensadas en el comportamiento estructural de edificaciones de grandes luces. (Tesis Pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador.
- JALCA CHOEZ, Karen. “*Análisis Comparativo En Costo Y Tiempo Entre Losas Alivianadas Tradicionales Y Losas Alivianadas Con Bovedilla De Poliestireno En Una Edificación*”. (2016). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. Guayaquil – Ecuador. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14558/1/JALCA\\_KAREN\\_TRABAJOTITULACI%c3%92N\\_GENERALES\\_INGENIERIA\\_2016.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14558/1/JALCA_KAREN_TRABAJOTITULACI%c3%92N_GENERALES_INGENIERIA_2016.pdf)
- 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>
- MEZA VASQUEZ, Cecilia & MARTELL LEON PRIETO, David. *Evaluación Técnica y Económica, Entre los Sistemas Pre Fabricados de Losa Con Viguetas Vigacero Y Losa Con Viguetas Pre Tensadas En Un Edificio Multifamiliar En El Distrito De Surquillo*. (2019) UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. Lima – Perú. [file:///C:/Users/li-04/Downloads/TESIS\\_MEZA-MARTELL.pdf](file:///C:/Users/li-04/Downloads/TESIS_MEZA-MARTELL.pdf)
- 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>
- MORPHOLOGY, Journal (2017), Técnicas de Muestreo sobre una Población a estudio.
- PAYE ANCO, A. A., PEÑA CASTILLO, J. A. & FRANCO SÁNCHEZ, J. L. (2014). “Propuesta para la Utilización de Losas de Entrepisos Prefabricados y su Evaluación Costo-Tiempo”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Lima, Perú. [file:///C:/Users/li-04/Downloads/376-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1518-1-10-20141203%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/li-04/Downloads/376-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1518-1-10-20141203%20(5).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). Chiclayo: Universidad Católica Los Ángeles de Chiclayo. 2015. Disponible en: [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1433/PATOLOGIAS\\_LOS\\_ALIGERADAS\\_PAZOS\\_PINGO\\_DORITA\\_YULISSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1433/PATOLOGIAS_LOS_ALIGERADAS_PAZOS_PINGO_DORITA_YULISSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Portillo, R. J. (2009). Análisis, evaluación y rediseño de losas prefabricadas de concreto armado, aligeradas con poli estireno expandido, ensaya en un laboratorio un modelo de propuesta de losas prefabricadas de concreto armado

y aligeradas con poli estireno expandido (Tesis Pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- RIVERA GRANADOS, Diego. “*Análisis Comparativo Del Sistema Prefabricado De Losa Aligerada Vigacero Vs El Sistema Convencional De Una Edificación De 6 Pisos En Huancayo, 2016*”. (2017). UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. Huancayo – Perú. <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/276/Rivera%20Granados%20Diego%20Percy.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>
- SANTIAGO ESPINOZA, Gerson. “*Análisis Comparativo Técnico-Económico Del Sistema Vigacero (Casetones Eps) Y El Sistema Convencional (Ladrillo Pandereta), En El Centro Comercial El Apolo, En El Distrito De Yanacancha, Provincia Pasco-Pasco*”. (2018). UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN. Cerro de Pasco – Perú. [file:///C:/Users/li-04/Documents/ARTICULOS/T%2072767445.pdf%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/li-04/Documents/ARTICULOS/T%2072767445.pdf%20(2).pdf)
- SANABRIA RIAÑO, B. S. (2017). “Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles”. Universidad Católica de Colombia, Bogotá. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15493/1/01%20DOC%20FINAL.pdf>
- SOLIS TRUJILLO, Wiliam. “*Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO,*

*Lima, 2018*". (2019). UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Lima – Perú.  
[file:///C:/Users/li-04/Downloads/Solis\\_TWM-SD%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/li-04/Downloads/Solis_TWM-SD%20(3).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>

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de las variables

Variables		Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Sistema constructivo de losas a evaluar.	Sistema de losa vigacero	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.	Casetón de EPS	Características mecánicas	Kg/cm <sup>3</sup> , Kg/m <sup>2</sup>
				Dimensión del casetón	Metros
	Sistema de losa aligerada	Solís, (2018): 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.	Vigueta de acero galvanizado	Características mecánicas	Kg/cm <sup>3</sup> , Kg/m <sup>2</sup>
				Dimensión del perfil	Metros
Variable dependiente: Comportamiento de	Comportamiento de las estructuras	El comportamiento estructural es la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de fuerzas de la propia estructura o externas (Capcha 2017).	Deflexión	Deflexión máxima	Centímetros
				Deflexión mínima	Centímetros
			Resistencia a flexión y a esfuerzo cortante	Momento admisible	Tn-m
				Momento ultimo	Tn-m
				Cortante admisible	Tn/m <sup>2</sup>
Cortante ultima	Tn/m <sup>2</sup>				

las estructuras			Costo	Metrado	m2, und, m3, kg
				Presupuesto	soles

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: Diseño del Sistema Vigacero

### DISEÑAR LA LOSA VIGACERO DE LA PLANTA QUE SE MUESTRA A CONTINUACIÓN

#### DATOS:

Tabla N° 01: Características mecánicas de los materiales

Fy de la vigueta prefabricada	min 2530 kg/cm <sup>2</sup>
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 <sup>3</sup>
Composición físico químico de Casetón EPS	Material incombustible, que contiene agente ignífugo (no propaga llama), auto extingüible.

Fuente: Adaptado de: Manual VIGACERO, 2014

Tabla N° 02: Detalle estructural de la losa con el sistema VIGACERO

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

Fuente: Elaboración propia

### SOLUCIÓN

#### 1 - PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA VIGACERO

##### \* Paño "A, B, C y D"

Luz entre ejes de viguetas

$$L = 3.60 \text{ m} \quad (\text{Mayor})$$

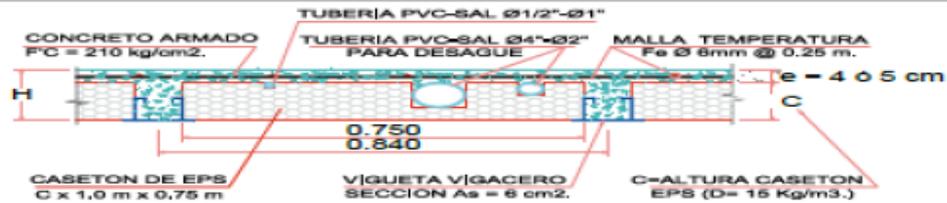
Utilizando la Tabla N° 1 y considerando una sobrecarga de 200 kg/m<sup>2</sup> según lo indicado en el RNE E.020, se obtiene el predimensionamiento para el sistema Vigacero.

H losa	=	19 cm
e concreto	=	4 cm
e caseton	=	15 cm

**Nota:** Se optó por una losa H=19 cm, debido a que los esfuerzos negativos sobrepasaban los esfuerzos admisibles de una losa de H=13 cm.



**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  $\text{kg/m}^2$

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		LOSA DE H = 16 cm		H = 20 cm					
4.6		H = 16 cm		H = 19 cm		LOSA DE 30 cm (*)			
4.8									
5.0									
5.2									
5.4									
5.6									
5.8									
6.0									
6.2									
6.4									
6.6		HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
6.8		HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.0		HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.2		HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.4		HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.6									
7.8									
8.0									

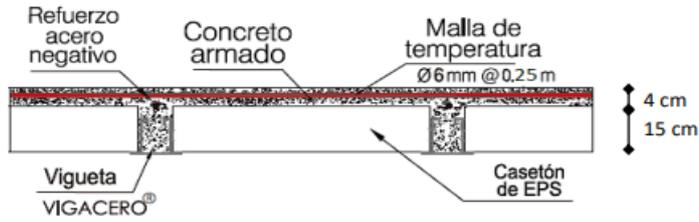
SIN APUNTALAMIENTO

CON APUNTALAMIENTO

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 GURIN WONG**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros Nº 20114

## 2 - METRADO DE CARGA



### \* Carga Muerta

P. Losa superior	0.04	*	0.84	*	2400	=	80.64 kg/m
P. Nervadura	0.08	*	0.15	*	2400	=	28.80 kg/m
P. Caseton	0.15	*	0.75	*	15	=	1.69 kg/m
P. Tabiquería	0.84	*	140	=	117.60 kg/m		
P. Acabados	0.84	*	100	=	84.00 kg/m		
P. Vigüeta					4.8	=	4.80 kg/m
					<b>CM</b>	=	<b>317.53 kg/m</b>

### \* Carga Viva

S/C vivienda	0.84	*	200	=	168.00 kg/m		
					<b>CV</b>	=	<b>168.00 kg/m</b>

### \* Carga Ultima

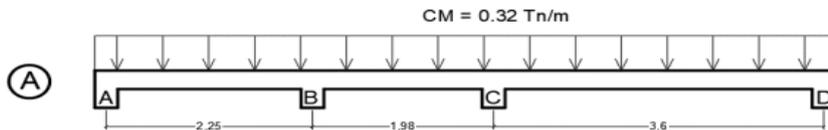
$$W_u = 1.40 * 318 + 1.70 * 168 = 730.139 \text{ Tn/m}$$

## 3 - ANALISIS ESTRUCTURAL

### \* PAÑO TIPO "A"

#### - PESO DE CARGA MUERTA

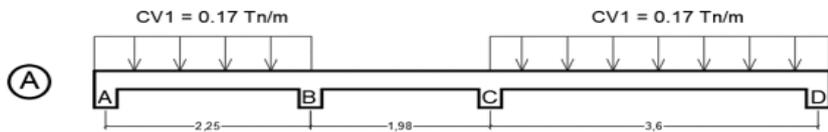
$$CM = 0.32 \text{ Tn/m}$$



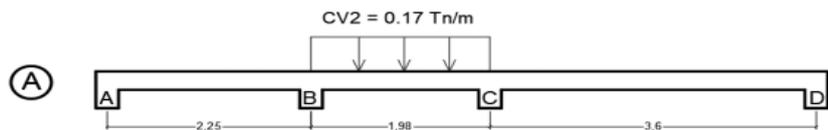
#### - ALTERNANCIA DE CARGA 1

$$CV = 0.17 \text{ Tn/m}$$

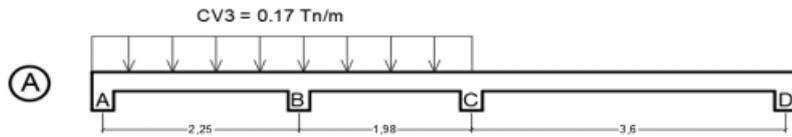
#### Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1



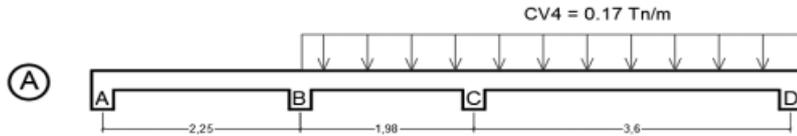
#### Combinación 2 = 1.4 CM + 1.7 CV2



#### Combinación 3 = 1.4 CM + 1.7 CV3



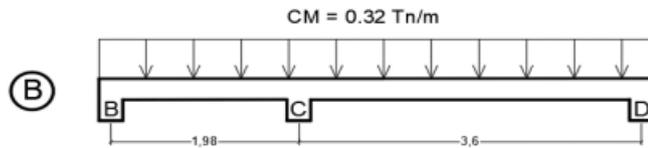
Combinación 4 = 1.4 CM + 1.7 CV4



\* PAÑO TIPO "B"

- PESO DE CARGA MUERTA

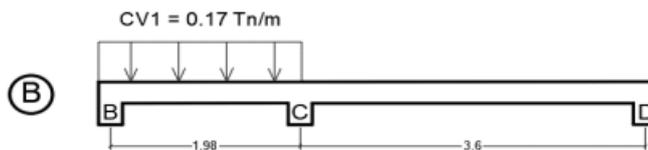
CM = 0.32 Tn/m



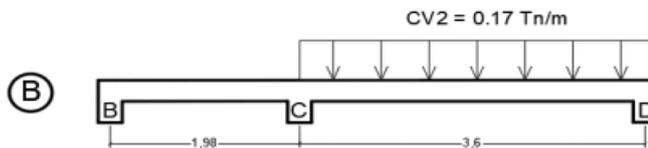
- ALTERNANCIA DE CARGA 1

CV = 0.17 Tn/m

Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1



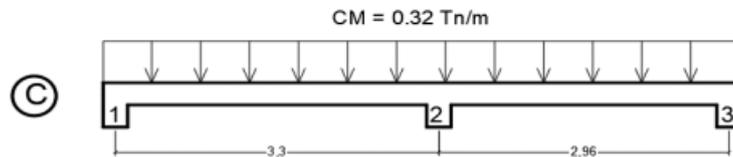
Combinación 2 = 1.4 CM + 1.7 CV2



\* PAÑO TIPO "C"

- PESO DE CARGA MUERTA

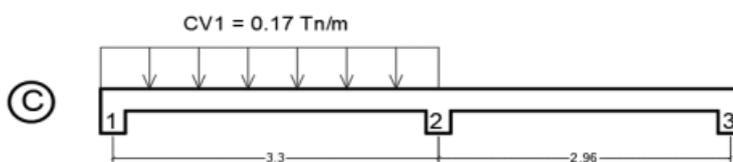
CM = 0.32 Tn/m



- ALTERNANCIA DE CARGA 1

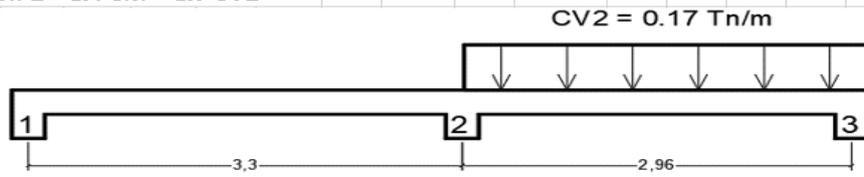
CV = 0.17 Tn/m

Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1



Combinación 2 = 1.4 CM + 1.7 CV2

Ⓒ



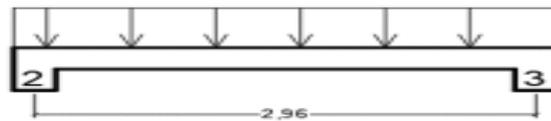
\* PAÑO TIPO "D"

- PESO DE CARGA MUERTA

$$CM = 0.32 \text{ Tn/m}$$

$$CM = 0.32 \text{ Tn/m}$$

Ⓓ



- ALTERNANCIA DE CARGA 1

$$CV = 0.17 \text{ Tn/m}$$

Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1

$$CV1 = 0.17 \text{ Tn/m}$$

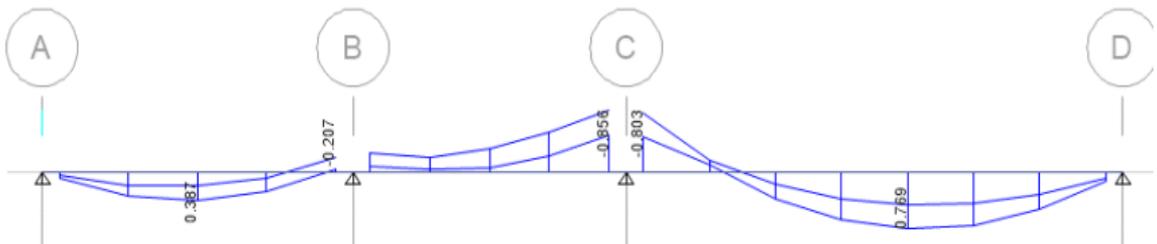
Ⓓ



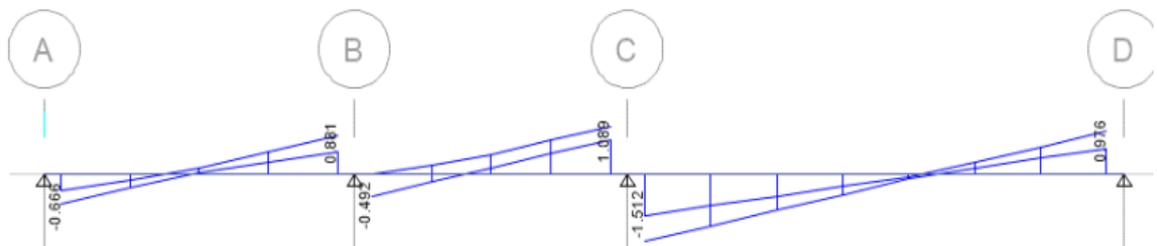
#### 4- ENVOLVENTES DE COMBINACIONES

\* PAÑO TIPO "A"

- Diagrama de Momento Flector

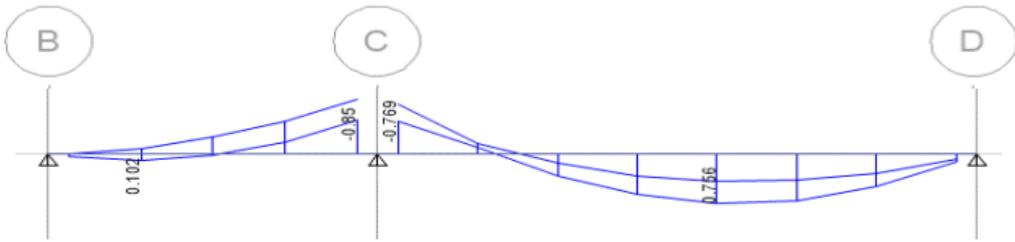


- Diagrama de Fuerza Cortante

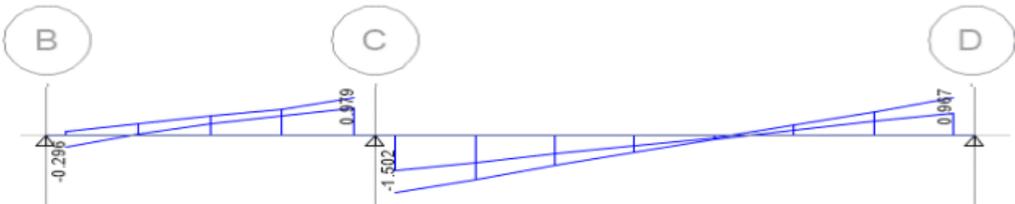


\* PAÑO TIPO "B"

- Diagrama de Momento Flector

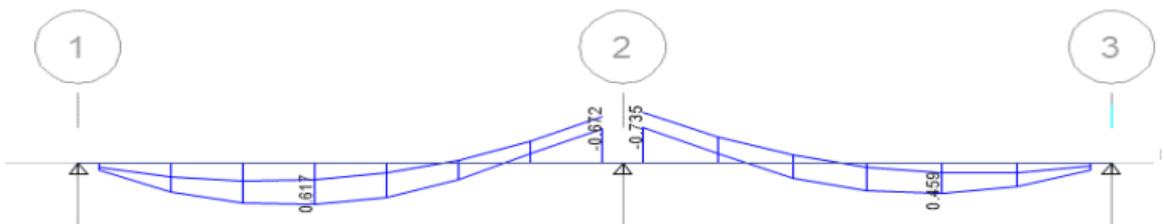


- Diagrama de Fuerza Cortante

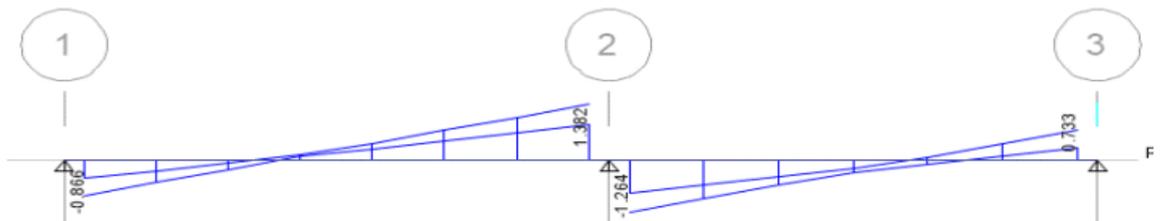


\* PAÑO TIPO "C"

- Diagrama de Momento Flector

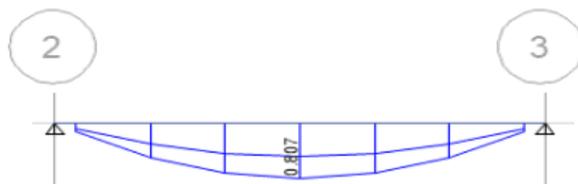


- Diagrama de Fuerza Cortante

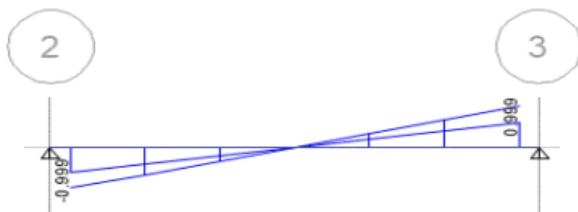


\* PAÑO TIPO "D"

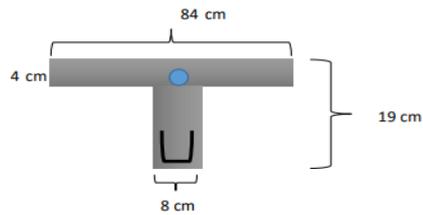
- Diagrama de Momento Flector



- Diagrama de Fuerza Cortante



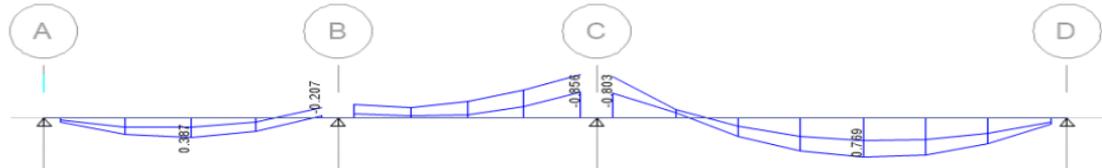
#### 4 - DISEÑO POR FLEXIÓN



Peralte efectivo  
 $d = 19 - 3 = 16 \text{ cm}$

##### \* LOSA TIPO "A"

- Momento flector a la cara de la viga



Acero negativo (-)

(-)  $M_u = 0.856 \text{ Tn-m}$

$$K = \frac{0.856}{0.9 \cdot 210 \cdot 8 \cdot 16^2} = 0.2211$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.2211}}{1.18} = 0.2615$$

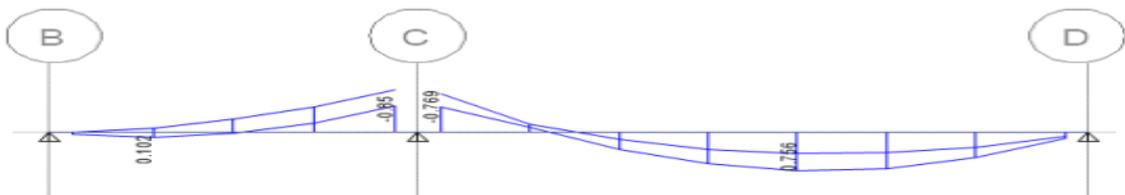
$$\rho = \frac{0.2615 \cdot 210}{4200} = 0.0131$$

$$A_s = 0.0131 \cdot 8 \cdot 16 = 1.67 \text{ cm}^2$$

Usar :  $\varnothing 5/8'' \rightarrow A_s = 1.98 \text{ cm}^2$

##### \* LOSA TIPO "B"

- Momento flector a la cara de la viga



Acero negativo (-)

(-)  $M_u = 0.850 \text{ Tn-m}$

$$K = \frac{0.850}{0.9 \cdot 210 \cdot 8 \cdot 16^2} = 0.2196$$

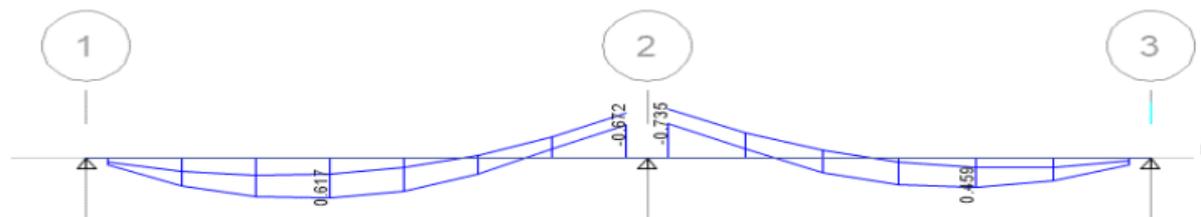
$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.2196}}{1.18} = 0.2593$$

$$\rho = \frac{0.2593 \cdot 210}{4200} = 0.0130$$

$$A_s = 0.0130 \cdot 8 \cdot 16 = 1.66 \text{ cm}^2$$

Usar :  $\varnothing 5/8'' \rightarrow A_s = 1.98 \text{ cm}^2$

- \* LOSA TIPO "C"
- Momento flector a la cara de la viga



Acero negativo (-)

$$(-) Mu = 0.735 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.735}{0.9 * 210 * 8 * 16^2} = 0.1899$$

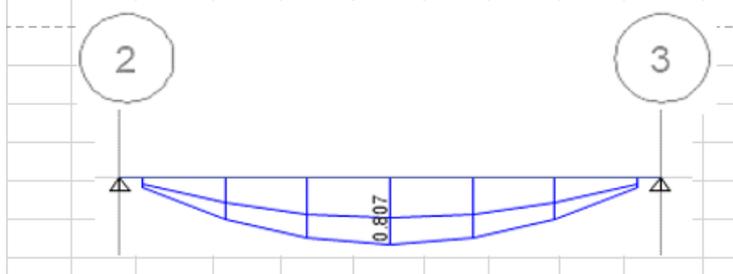
$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * 0.1899}}{1.18} = 0.2179$$

$$\rho = \frac{0.2179 * 210}{4200} = 0.0109$$

$$As = 0.0109 * 8 * 16 = 1.39 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \varnothing 5/8'' \text{ ----> } As = 1.98 \text{ cm}^2$$

- \* LOSA TIPO "D"
- Momento flector a la cara de la viga



Acero negativo (-)

$$(-) Mu = 0.223 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.223}{0.9 * 210 * 8 * 16^2} = 0.0409$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * 0.0409}}{1.18} = 0.0420$$

$$\rho = \frac{0.0420 * 210}{4200} = 0.0021$$

$$As = 0.0021 * 8 * 16 = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \varnothing 3/8'' \text{ ----> } As = 0.71 \text{ cm}^2$$

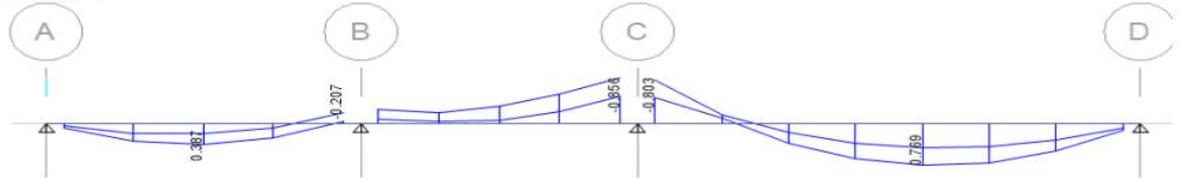
- \* Acero Minimo

$$As \text{ min} = \frac{0.7 * \sqrt{210}}{4200} * 8 * 16 = 0.31 \text{ cm}^2 < As \text{ diseño}$$

5 - MOMENTO ADMISIBLE DE LOSA VIGACERO

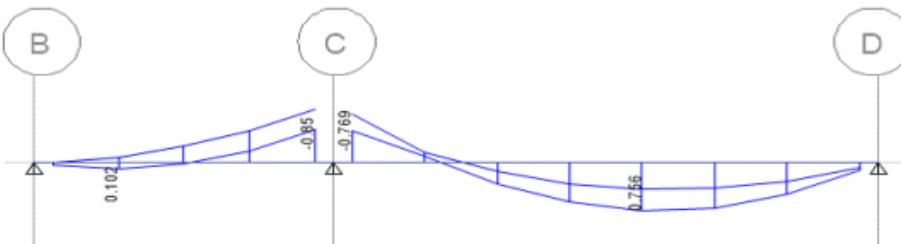
	ALTURA O ESPESOR DE LOSA ALIGERADA (cm)	DISTANCIA ENTRE EJES (cm)	PESO PROPIO (Kg/m <sup>2</sup> )	MOMENTOS ADMISIBLES (Kg-m) = $\phi M_n$ (Tn/m <sup>2</sup> )	
			CASETON DE EPS	VIGACERO losa sin tabiqueria	VIGACERO considerando tabiqueria
PAÑOS CONTINUOS UN PAÑO SIMPLE	16 cm	84	1.35	1.80	2.04
	17cm	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

\* LOSA TIPO "A"



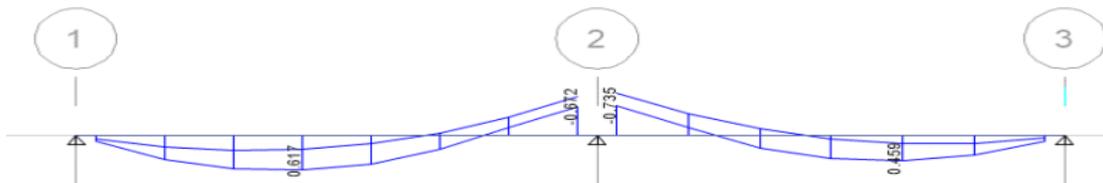
Tipo: Paños continuos  
 $\phi M_n = 1.28 \text{ Tn-m} > M_u = 0.769 \text{ Tn-m}$  (CUMPLE)

\* LOSA TIPO "B"



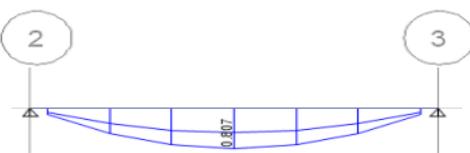
Tipo: Paños continuos  
 $\phi M_n = 1.28 \text{ Tn-m} > M_u = 0.756 \text{ Tn-m}$  (CUMPLE)

\* LOSA TIPO "C"



Tipo: Paños continuos  
 $\phi M_n = 1.28 \text{ Tn-m} > M_u = 0.617 \text{ Tn-m}$  (CUMPLE)

\* LOSA TIPO "D"



Tipo: Paño simple  
 $\phi M_n = 2.04 \text{ Tn-m} > M_u = 0.807 \text{ Tn-m}$  (CUMPLE)

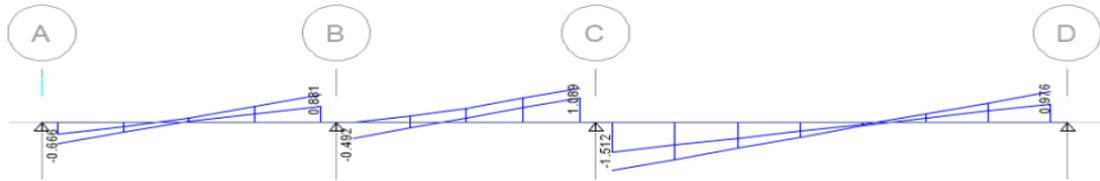
**6- DISEÑO POR CORTE**

$\phi V_c > V_{ud}$

**Cortante resistido por el concreto**

$\phi V_c = \frac{0.85 \cdot 1.10 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 8 \cdot 16}{1000} = 0.92 \text{ Tn}$

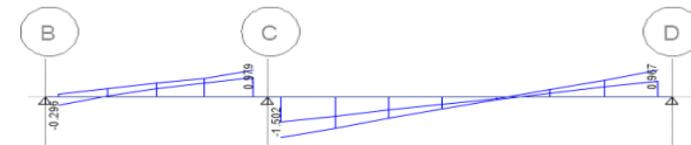
**\* LOSA TIPO "A"**



**Apoyo C (Ambos lados) y Apoyo D**

**Verificación:**  $V_u = 1.512 \text{ Tn} > \phi V_c = 0.92 \text{ Tn}$  (ENSANCHAR VIGUETAS ALTERNADAMENTE)

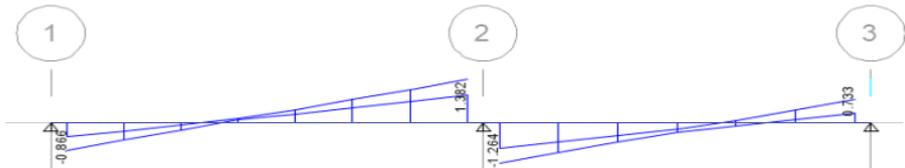
**\* LOSA TIPO "B"**



**Apoyo C (Ambos lados y Apoyo D)**

**Verificación:**  $V_u = 1.502 \text{ Tn} > \phi V_c = 0.92 \text{ Tn}$  (ENSANCHAR VIGUETAS ALTERNADAMENTE)

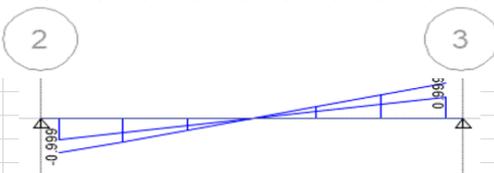
**\* LOSA TIPO "C"**



**Apoyo 2 (Ambos lados)**

**Verificación:**  $V_u = 1.382 \text{ Tn} > \phi V_c = 0.92 \text{ Tn}$  (ENSANCHAR VIGUETAS ALTERNADAMENTE)

**\* LOSA TIPO "D"**



**Apoyo 2 Y Apoyo 3**

**Verificación:**  $V_u = 0.999 \text{ Tn} > \phi V_c = 0.92 \text{ Tn}$  (ENSANCHAR VIGUETAS ALTERNADAMENTE)

**7 - REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA**

$A_s = 0.0018 \cdot 100 \cdot 4 = 0.72 \text{ cm}^2$

Usar:  $\phi \text{ 1/4"} \rightarrow A_s = 0.32 \text{ cm}^2$

$S = \frac{0.32}{0.72} \cdot 100 = 44.0 \text{ cm}$

$S_{max} = 40 \text{ cm}$   
 $= 4 \cdot t = 20 \text{ cm}$

Usar:  $\phi \text{ 1/4"} @ 0.20 \text{ m}$

8 - CORTE DE REFUERZO (ACI 318)

\* LOSA TIPO "A"

- Para momento negativo en el extremo

$$\begin{aligned} d &= 16 \text{ cm} \\ 12db &= 19.1 \text{ cm} \\ Ln/16 &= 20.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Longitud corte

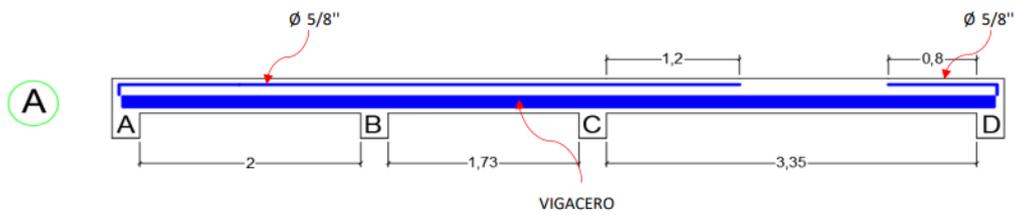
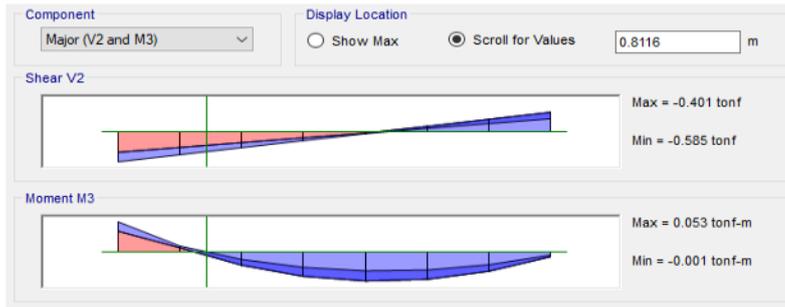
$$Lc = 0.108 * 3.35 + 0.209 = 0.57 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 0.80 \text{ m}$$

- Para momentos en los apoyos internos

Longitud corte

$$Lc = 0.33 * 3.35 = 1.11 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 1.20 \text{ m} \quad (\text{Mayor})$$

$$Lc = 0.81 \text{ m}$$



\* LOSA TIPO "B"

- Para momento negativo en el extremo

$$\begin{aligned} d &= 16 \text{ cm} \\ 12db &= 19.1 \text{ cm} \\ Ln/16 &= 20.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Longitud corte

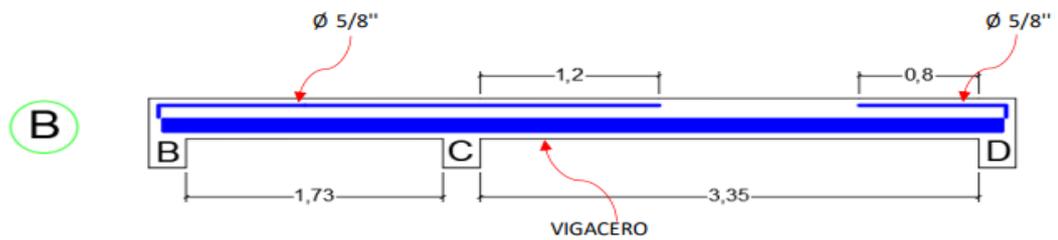
$$Lc = 0.108 * 3.35 + 0.209 = 0.57 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 0.80 \text{ m}$$

- Para momentos en los apoyos internos

Longitud corte

$L_c = 0.33 \times 3.35 = 1.11 \text{ m} \rightarrow L_c = 1.20 \text{ m} \text{ (Mayor)}$

$L_c = 0.83 \text{ m}$



\* LOSA TIPO "C"

- Para momento negativo en el extremo

$d = 16 \text{ cm}$

$12db = 19.1 \text{ cm}$

$L_n/16 = 19.1 \text{ cm}$

Longitud corte

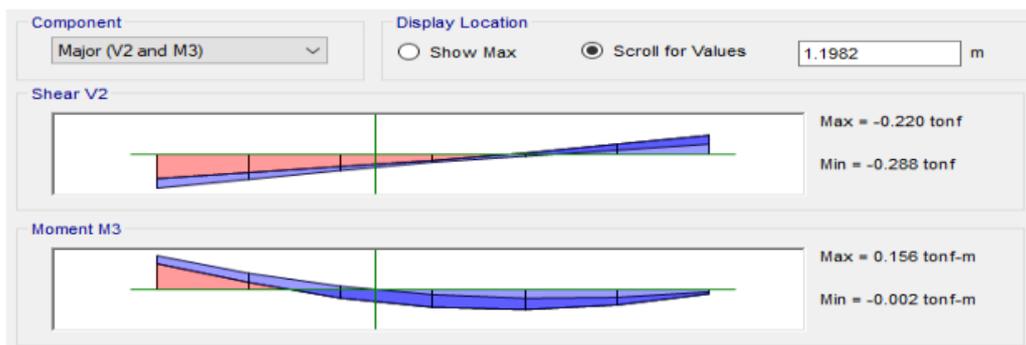
$L_c = 0.108 \times 3.05 + 0.191 = 0.52 \text{ m} \rightarrow L_c = 0.80 \text{ m}$

- Para momentos en los apoyos internos

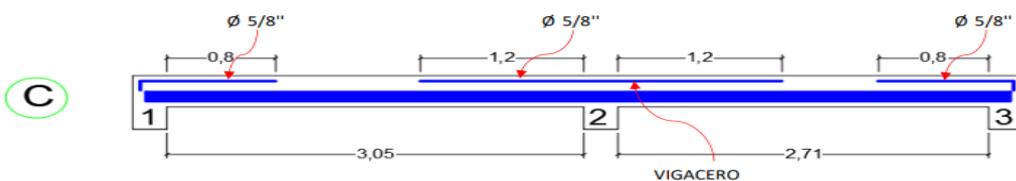
Longitud corte

$L_c = 0.33 \times 3.05 = 1.01 \text{ m} \rightarrow L_c = 1.20 \text{ m} \text{ (Mayor)}$

$L_c = 1.20 \text{ m}$

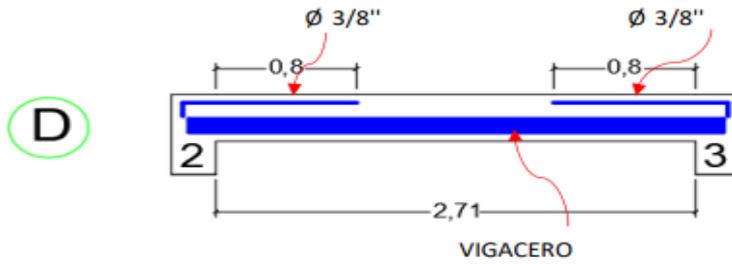


- Detalle de refuerzo



* LOSA TIPO "D"										
- Para momento negativo en el extremo										
-----										
d	=	16	cm							
12db	=	11.4	cm							
Ln/16	=	16.9	cm							
Longitud corte										
Lc	=	0.108*2.71 + 0.169	=	0.46	m	---->	Lc	=	0.80	m

- Detalle de refuerzo



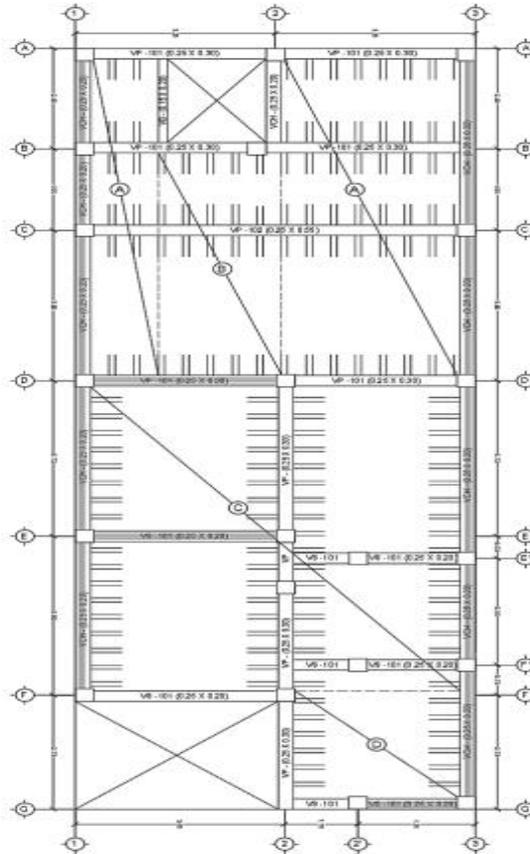
### Anexo 3: Diseño del Sistema convencional

**DISEÑAR LA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL DE LA PLANTA QUE SE MUESTRA A CONTINUACIÓN**

**DATOS:**

$F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



**SOLUCIÓN**

**1 - PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL**

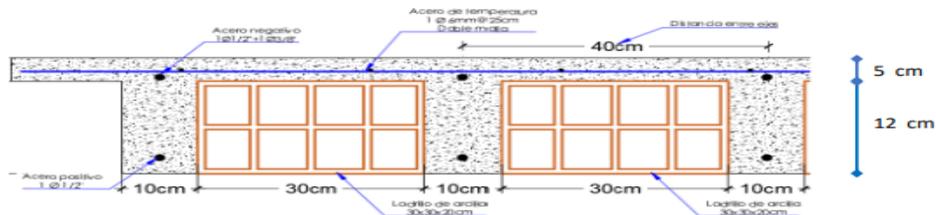
\* Paño "A, B"

$$H = \frac{3.35}{25} = 0.134 \text{ m} \quad \text{--->} \quad h = 0.17 \text{ m}$$

\* Paño "D, C"

$$H = \frac{3.05}{25} = 0.122 \text{ m} \quad \text{--->} \quad h = 0.17 \text{ m}$$

**2 - METRADO DE CARGAS**



\* **Carga Muerta**

P. Losa	0.28	*	0.40	=	0.11 Tn/m
P. Tabiquería	0.15	*	0.40	=	0.06 Tn/m
P. Acabados	0.10	*	0.40	=	0.04 Tn/m
	<b>CM</b>			=	<b>0.21 Tn/m</b>

\* **Carga Viva**

S/C vivienda      0.20 \* 0.40 = 0.08 Tn/m

\* **Carga Ultima**

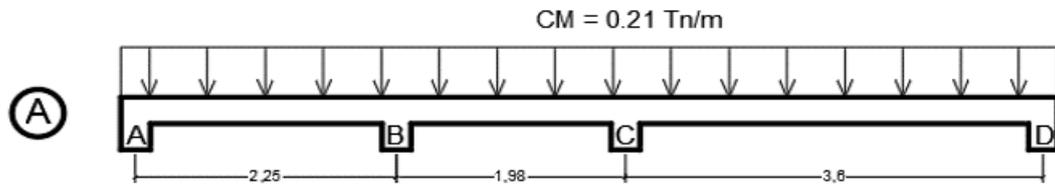
$W_u = 1.40 * 0.21 + 1.70 * 0.08 = 0.433 \text{ Tn/m}$

### 3 - ANALISIS ESTRUCTURAL

#### \* PAÑO TIPO "A"

#### - PESO DE CARGA MUERTA

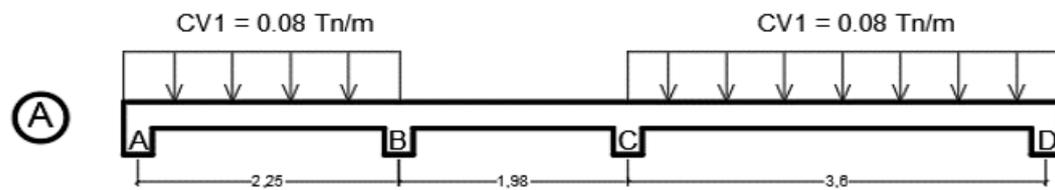
$$CM = 0.21 \text{ Tn/m}$$



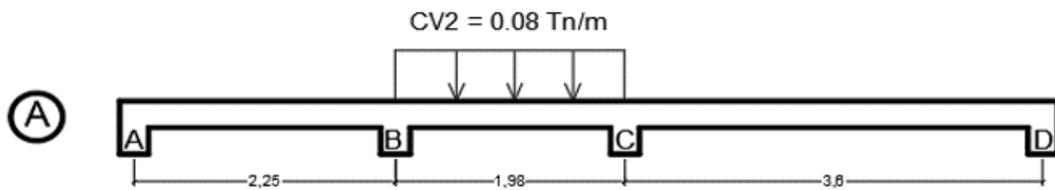
#### - ALTERNANCIA DE CARGA 1

$$CV = 0.08 \text{ Tn/m}$$

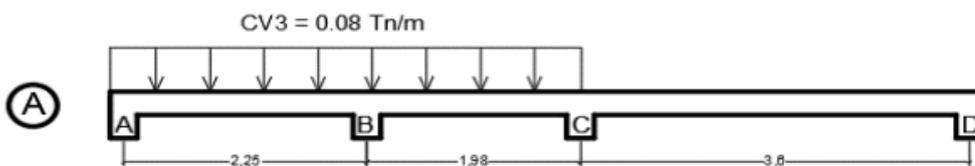
$$\text{Combinación 1} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV1}$$



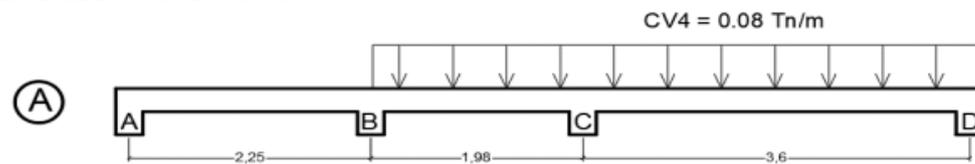
$$\text{Combinación 2} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV2}$$



$$\text{Combinación 3} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV3}$$



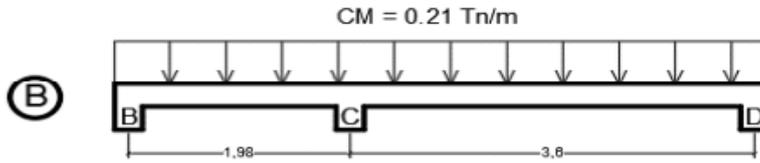
$$\text{Combinación 4} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV4}$$



\* PAÑO TIPO "B"

- PESO DE CARGA MUERTA

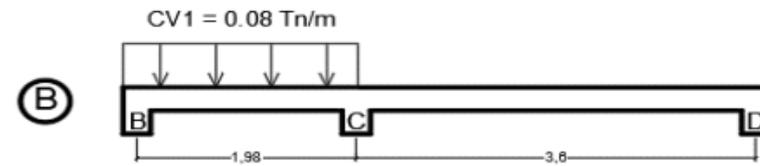
CM = 0.21 Tn/m



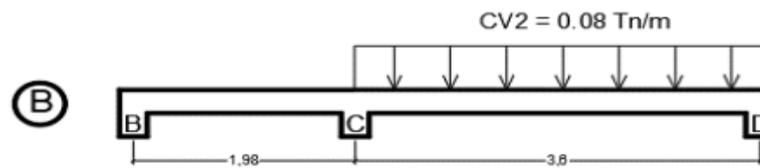
- ALTERNANCIA DE CARGA 1

CV = 0.08 Tn/m

Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1



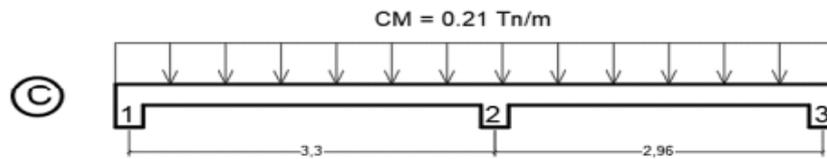
Combinación 2 = 1.4 CM + 1.7 CV2



\* PAÑO TIPO "C"

- PESO DE CARGA MUERTA

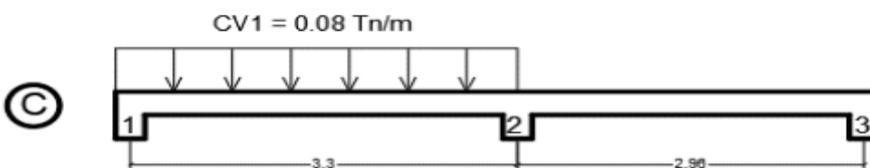
CM = 0.21 Tn/m



- ALTERNANCIA DE CARGA 1

CV = 0.08 Tn/m

Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1



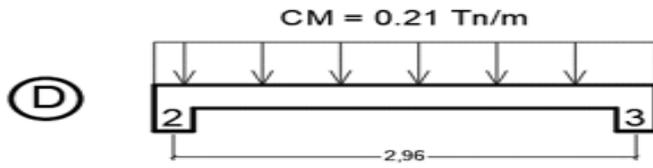
Combinación 2 = 1.4 CM + 1.7 CV2



\* PAÑO TIPO "D"

- PESO DE CARGA MUERTA

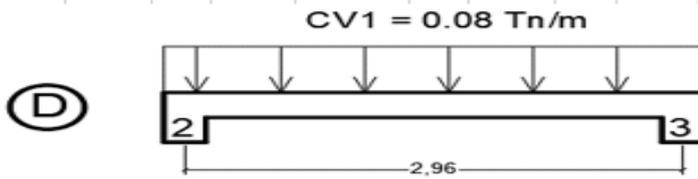
CM = 0.21 Tn/m



- ALTERNANCIA DE CARGA 1

CV = 0.08 Tn/m

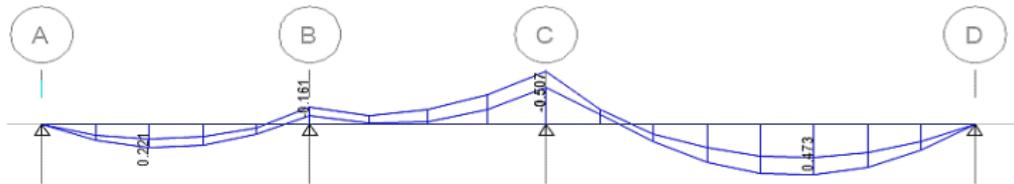
Combinación 1 = 1.4 CM + 1.7 CV1



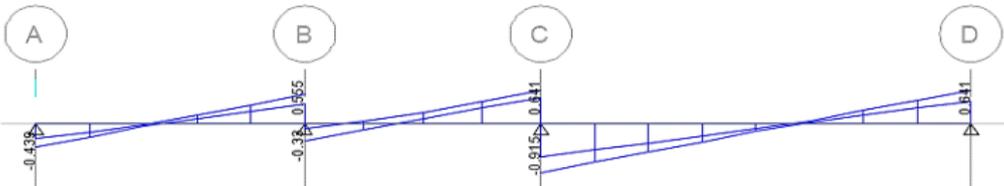
4 - ENVOLVENTES DE COMBINACIONES

\* PAÑO TIPO "A"

- Diagrama de Momento Flector

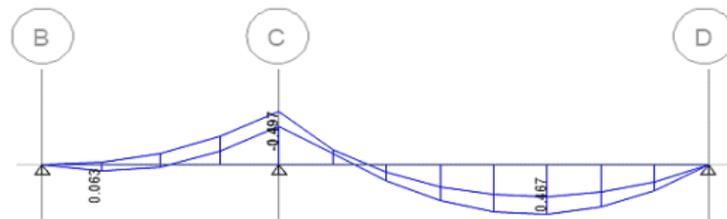


- Diagrama de Fuerza Cortante

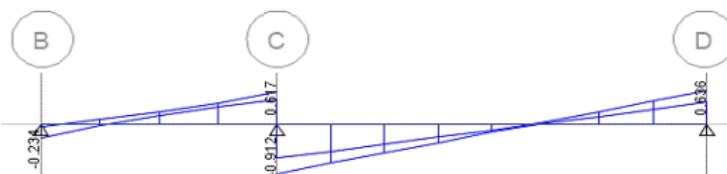


\* PAÑO TIPO "B"

- Diagrama de Momento Flector

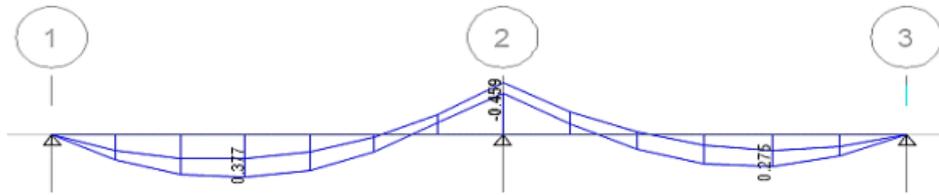


- Diagrama de Fuerza Cortante

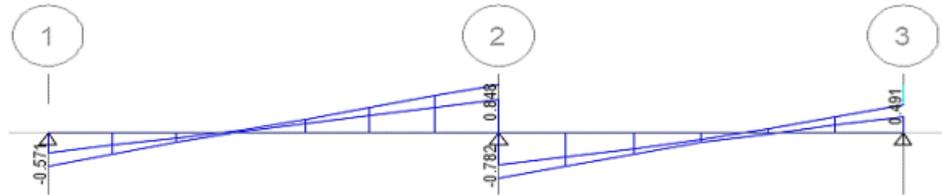


\* PAÑO TIPO "C"

- Diagrama de Momento Flector

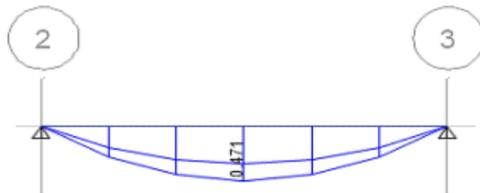


- Diagrama de Fuerza Cortante

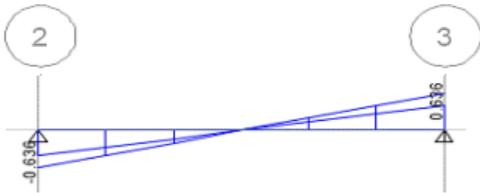


\* PAÑO TIPO "D"

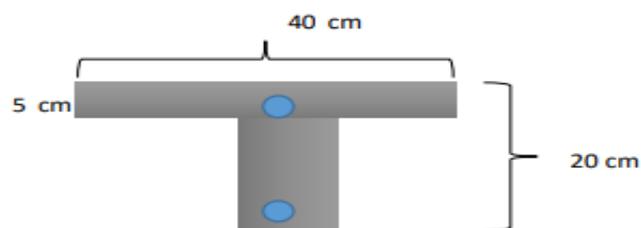
- Diagrama de Momento Flector



- Diagrama de Fuerza Cortante



4 - DISEÑO POR FLEXIÓN

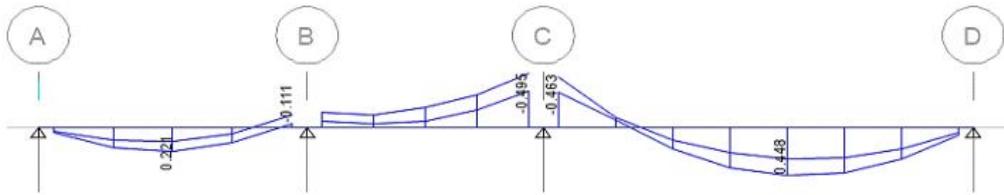


Peralte efectivo

$$d = 20 - 3 = 17 \text{ cm}$$

\* LOSA TIPO "A"

- Momento flector a la cara de la viga



Acero positivo (+)

$$(+)\text{ Mu} = 0.448 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.448}{0.9 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 17^2} = 0.0205$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0205}}{1.18} = 0.0208$$

$$\rho = \frac{0.0208 \cdot 210}{4200} = 0.0010$$

$$A_s = 0.0010 \cdot 40 \cdot 17 = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \varnothing 1/2'' \text{ ----> } A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

Acero negativo (-)

$$(-)\text{ Mu} = 0.495 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.495}{0.9 \cdot 210 \cdot 10 \cdot 17^2} = 0.0906$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0906}}{1.18} = 0.0961$$

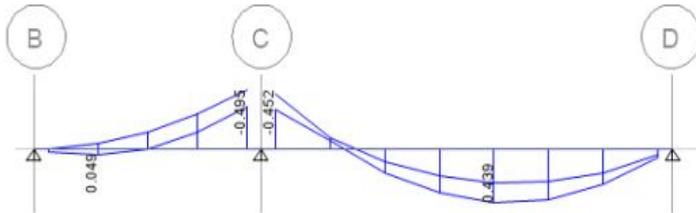
$$\rho = \frac{0.0961 \cdot 210}{4200} = 0.0048$$

$$A_s = 0.0048 \cdot 10 \cdot 17 = 0.82 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \varnothing 1/2'' \text{ ----> } A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

\* LOSA TIPO "B"

- Momento flector a la cara de la viga



Acero positivo (+)

$$(+)\text{ Mu} = 0.439 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.439}{0.9 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 17^2} = 0.0201$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0201}}{1.18} = 0.0203$$

$$\rho = \frac{0.0203 \cdot 210}{4200} = 0.0010$$

$$A_s = 0.0010 \cdot 40 \cdot 17 = 0.69 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \varnothing 1/2'' \text{ ----> } A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

Acero negativo (-)

$$(-)\text{ Mu} = 0.495 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.495}{0.9 \cdot 210 \cdot 10 \cdot 17^2} = 0.0906$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0906}}{1.18} = 0.0961$$

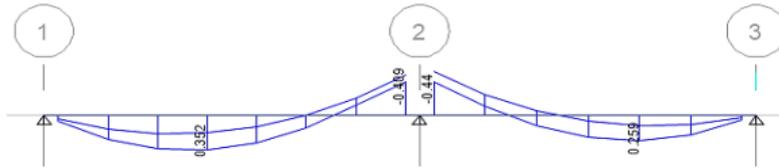
$$\rho = \frac{0.0961 \cdot 210}{4200} = 0.0048$$

$$A_s = 0.0048 \cdot 10 \cdot 17 = 0.82 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \varnothing 1/2'' \text{ ----> } A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

\* LOSA TIPO "C"

- Momento flector a la cara de la viga



Acero positivo (+)

$$(+)\ Mu = 0.352 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.352}{0.9 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 17^2} = 0.0161$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0161}}{1.18} = 0.0163$$

$$\rho = \frac{0.0163 \cdot 210}{4200} = 0.0008$$

$$As = 0.0008 \cdot 40 \cdot 17 = 0.55 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \phi \ 3/8'' \quad \text{---->} \quad As = 0.71 \text{ cm}^2$$

Acero negativo (-)

$$(-)\ Mu = 0.409 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.409}{0.9 \cdot 210 \cdot 10 \cdot 17^2} = 0.0749$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0749}}{1} = 0.0785$$

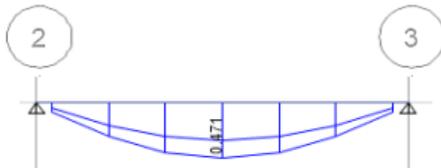
$$\rho = \frac{0.0785 \cdot 21}{4200} = 0.0039$$

$$As = 0.0039 \cdot 10 \cdot 17 = 0.67 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \phi \ 3/8'' \quad \text{---->} \quad As = 0.71 \text{ cm}^2$$

\* LOSA TIPO "D"

- Momento flector a la cara de la viga



Acero positivo (+)

$$(+)\ Mu = 0.471 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.471}{0.9 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 17^2} = 0.0216$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0216}}{1.18} = 0.0218$$

$$\rho = \frac{0.0218 \cdot 210}{4200} = 0.0011$$

$$As = 0.0011 \cdot 40 \cdot 17 = 0.74 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \phi \ 1/2'' \quad \text{---->} \quad As = 1.27 \text{ cm}^2$$

Acero negativo (-)

$$(-)\ Mu = 0.132 \text{ Tn-m}$$

$$K = \frac{0.132}{0.9 \cdot 210 \cdot 10 \cdot 17^2} = 0.0242$$

$$W = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \cdot 0.0242}}{1.18} = 0.0246$$

$$\rho = \frac{0.0246 \cdot 210}{4200} = 0.0012$$

$$As = 0.0012 \cdot 10 \cdot 17 = 0.21 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } \phi \ 3/8'' \quad \text{---->} \quad As = 0.71 \text{ cm}^2$$

\* Acero Minimo

$$As \text{ min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{210}}{4200} \cdot 10 \cdot 17 = 0.41 \text{ cm}^2 < As \text{ diseño}$$

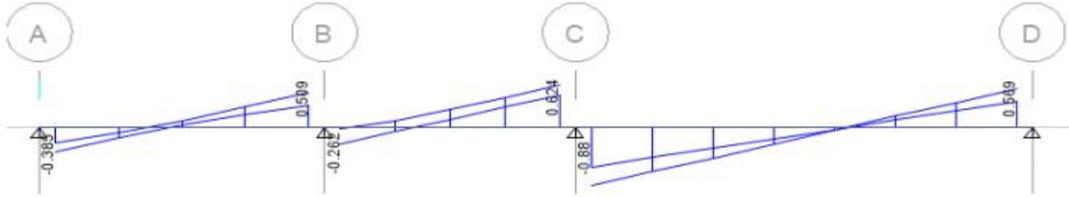
5 - DISEÑO POR CORTE

$$\phi V_c > V_{ud}$$

Cortante resistido por el concreto

$$\phi V_c = \frac{0.85 \cdot 1.10 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 10 \cdot 17}{1000} = 1.22 \text{ Tn}$$

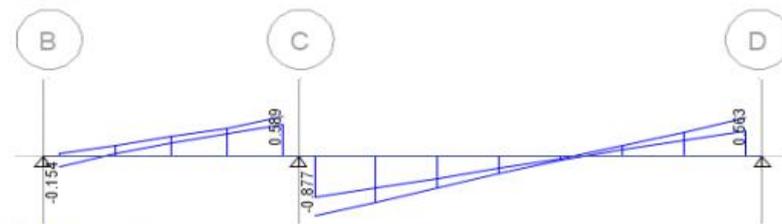
\* LOSA TIPO "A"



Entre tramo C-D

Verificación:  $V_{ud} = 0.88 \text{ Tn} < \phi V_c = 1.22 \text{ Tn}$  (CUMPLE)

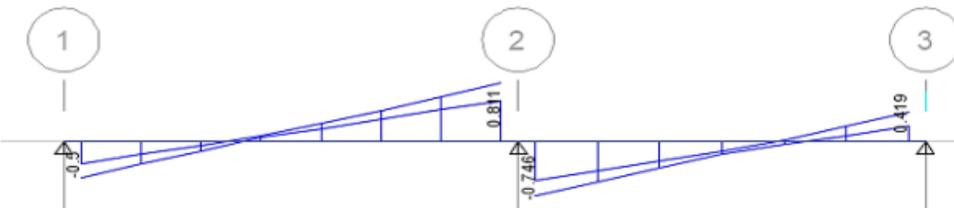
\* LOSA TIPO "B"



Entre tramo C-D

Verificación:  $V_{ud} = 0.877 \text{ Tn} < \phi V_c = 1.22 \text{ Tn}$  (CUMPLE)

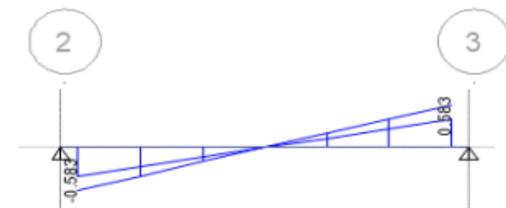
\* LOSA TIPO "C"



Entre tramo C-D

Verificación:  $V_{ud} = 0.811 \text{ Tn} < \phi V_c = 1.22 \text{ Tn}$  (CUMPLE)

\* LOSA TIPO "D"



Entre tramo C-D

Verificación:  $V_{ud} = 0.583 \text{ Tn} < \phi V_c = 1.22 \text{ Tn}$  (CUMPLE)

## 6 - REFUERZO POR CONTRATACCIÓN Y TEMPERATURA

$$A_s = 0.0018 * 100 * 5 = 0.90 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar : } \phi 1/4'' \text{ ----> } A_s = 0.32 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0.32}{0.90} * 100 = 35.2 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &= 40 \text{ cm} \\ &= 5 * t = 25 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Usar : } \phi 1/4'' @ 0.25 \text{ m}$$

## 7 - CORTE DE REFUERZO (ACI 318)

### \* LOSA TIPO "A"

- Para momento negativo en el extremo

$$d = 17 \text{ cm}$$

$$12db = 15.2 \text{ cm}$$

$$L_n/16 = 20.9 \text{ cm}$$

Longitud corte

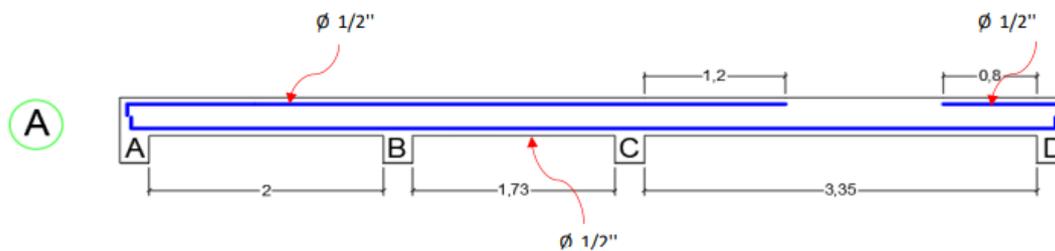
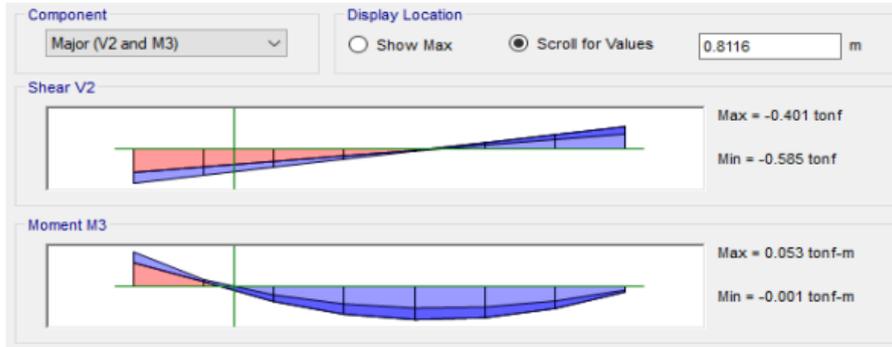
$$L_c = 0.108 * 3.35 + 0.209 = 0.57 \text{ m} \text{ ----> } L_c = 0.80 \text{ m}$$

- Para momentos en los apoyos internos

Longitud corte

$$L_c = 0.33 * 3.35 = 1.11 \text{ m} \text{ ----> } L_c = 1.20 \text{ m} \text{ (Mayor)}$$

$$L_c = 0.81 \text{ m}$$



\* LOSA TIPO "B"

- Para momento negativo en el extremo

$$\begin{aligned} d &= 17 \text{ cm} \\ 12db &= 15.2 \text{ cm} \\ Ln/16 &= 20.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

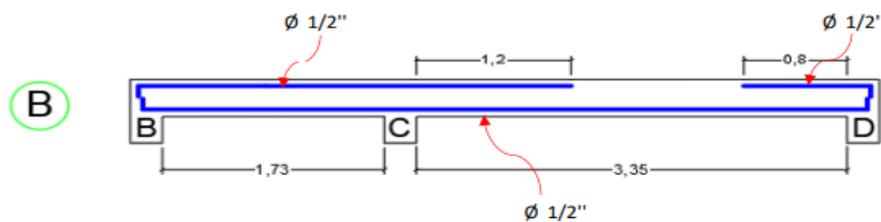
Longitud corte

$$Lc = 0.108 \cdot 3.35 + 0.209 = 0.57 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 0.80 \text{ m}$$

- Para momentos en los apoyos internos

Longitud corte

$$\begin{aligned} Lc &= 0.33 \cdot 3.35 = 1.11 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 1.20 \text{ m} \quad (\text{Mayor}) \\ Lc &= 0.83 \text{ m} \end{aligned}$$



\* LOSA TIPO "C"

- Para momento negativo en el extremo

$$\begin{aligned} d &= 17 \text{ cm} \\ 12db &= 15.2 \text{ cm} \\ Ln/16 &= 19.1 \text{ cm} \end{aligned}$$

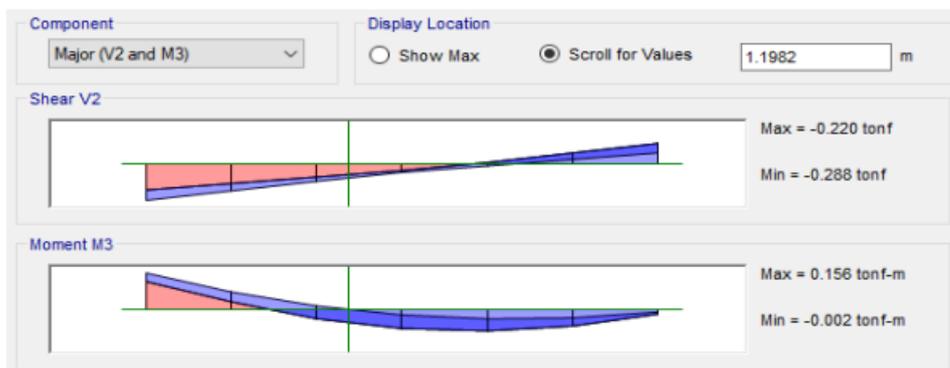
Longitud corte

$$Lc = 0.108 \cdot 3.05 + 0.191 = 0.52 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 0.80 \text{ m}$$

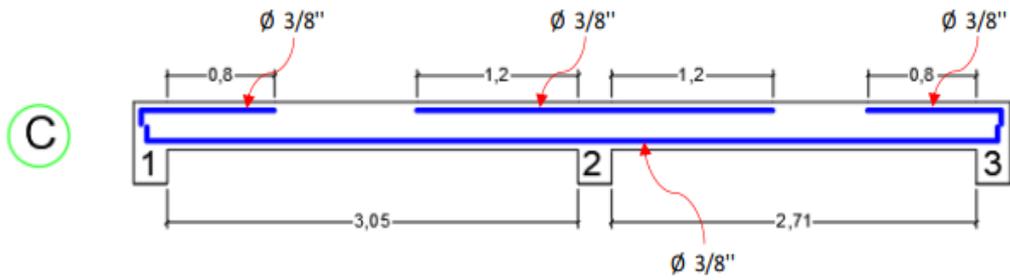
- Para momentos en los apoyos internos

Longitud corte

$$\begin{aligned} Lc &= 0.33 \cdot 3.05 = 1.01 \text{ m} \quad \text{---->} \quad Lc = 1.20 \text{ m} \quad (\text{Mayor}) \\ Lc &= 1.20 \text{ m} \end{aligned}$$



- Detalle de refuerzo



\* LOSA TIPO "D"

- Para momento negativo en el extremo

$d = 17 \text{ cm}$

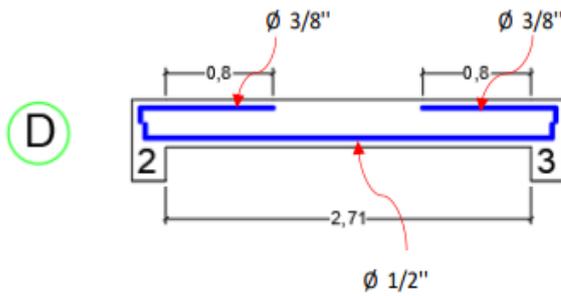
$12db = 11.4 \text{ cm}$

$Ln/16 = 16.9 \text{ cm}$

Longitud corte

$Lc = 0.108 \cdot 2.71 + 0.169 = 0.46 \text{ m} \rightarrow Lc = 0.80 \text{ m}$

- Detalle de refuerzo

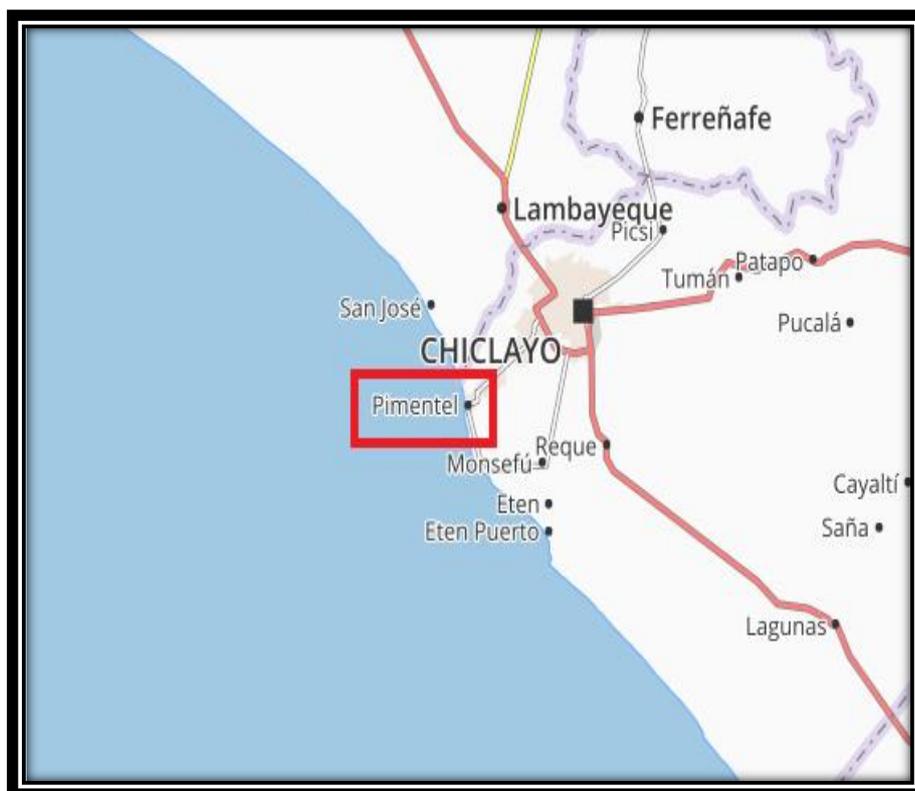


Anexo 4: Plano de Ubicación del Proyecto



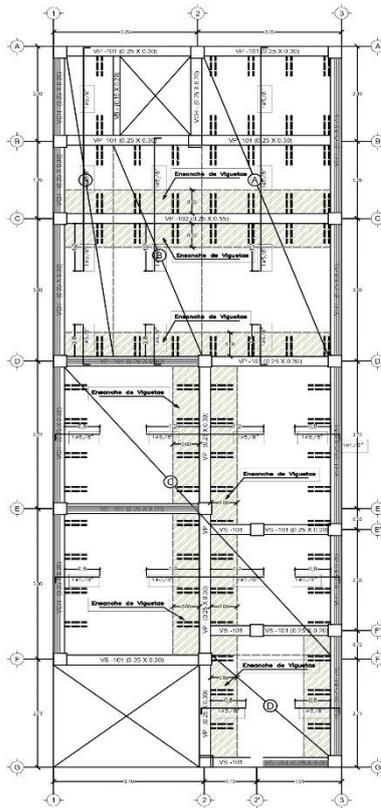
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5: Mapa del Lugar del Proyecto

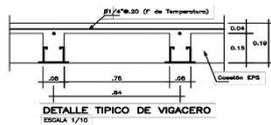


Fuente: Mapa Pimentel

# Anexo 6: Plano de la Losa Vigacero



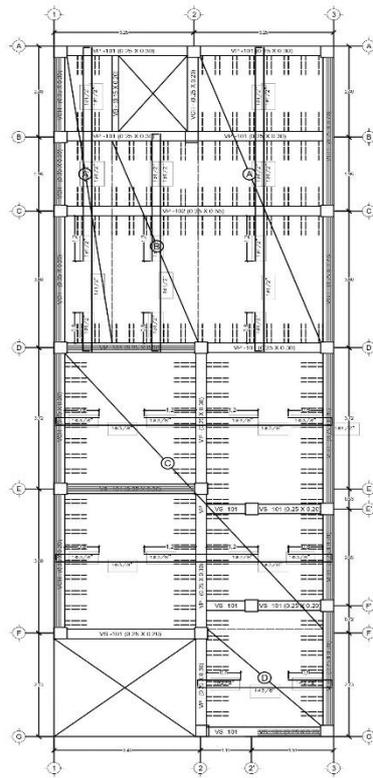
● ALIGERADO 1er NIVEL  
ESC: 1/50



DETALLE TÍPICO DE VIGACERO  
ESCALA 1/10

PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ARCHIVO: NOMBRE	LAM. No: E.02
LAMINA: LOSA ALIGERADA VIGACERO	ESCALA: 1: 50	
PROFESIONAL: 1	FECHA: AGOSTO 2021	DESARROLLO

# Plano de la Losa Aligerada



● ALIGERADO 1er NIVEL  
Esc: 1/100



PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ARCHIVO: NOMBRE:	LAM. No: E. 01
LAMINA: LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL	ESCALA: 1: 50	
PROFESIONAL:	FECHA: AGOSTO 2021	DESARROLLO:

## Anexo 8: Metrado de Losa Vigacero

### PLANILLA DE METRADOS

PLANILLA DE METRADOS											
PROYECTO	DISEÑO DE LOSA ALIGERADA VIGACERO										
UBICACION	DISTRITO: PIMENTEL PROVINCIA: CHICLAYO DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE										
FECHA	OCTUBRE DEL 2021										
ITEM	DESCRIPCION	UND.	N° VECES	DIMENSIONES			ÁREA	VOLUMEN	OTROS	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO					
<b>1</b>	<b>LOSA VIGACERO</b>										
<b>1.1</b>	<b>ENCOFRADO</b>										<b>85,47</b>
1.1.1	Paño 1	m2	1	1.15	2.00		2.30			2.30	
1.1.2	Paño 2	m2	1	2.90	2.00		5.80			5.80	
1.1.3	Paño 3	m2	1	6.00	1.73		10.35			10.35	
1.1.4	Paño 4	m2	1	6.00	3.35		20.10			20.10	
1.1.5	Paño 5	m2	1	3.05	3.47		10.58			10.58	
1.1.6	Paño 6	m2	1	2.71	4.00		10.84			10.84	
1.1.7	Paño 7	m2	1	3.05	3.58		10.92			10.92	
1.1.8	Paño 8	m2	1	2.71	2.30		6.23			6.23	
1.1.9	Paño 9	m2	1	2.71	3.08		8.35			8.35	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	N° VECES	DIMENSIONES			ÁREA	VOLUMEN	OTROS	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO					
<b>1.3</b>	<b>CONCRETO</b>										<b>4,60</b>
1.3.1	A 1	m3	1				2.30	0.054		0.124	
1.3.2	A 2	m3	1				5.80	0.054		0.312	
1.3.3	A 3	m3	1				10.35	0.054		0.558	
1.3.4	A 4	m3	1				20.10	0.054		1.083	
1.3.5	A 5	m3	1				10.58	0.054		0.570	
1.3.6	A 6	m3	1				10.84	0.054		0.584	
1.3.7	A 7	m3	1				10.92	0.054		0.588	
1.3.8	A 8	m3	1				6.23	0.054		0.336	
1.3.9	A 9	m3	1				8.35	0.054		0.450	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	N° VECES	DIMENSIONES			ÁREA	VOLUMEN	OTROS	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO					
<b>1.2</b>	<b>CANTIDAD DE LADRILLOS</b>										<b>103</b>
		Und.							1.21	85.47	
<b>1.3</b>	<b>VIGUETAS</b>										<b>31</b>
1.3.1	A 1	Und.	1		1.15				0.476	0.48	
1.3.2	A 2	Und.	1		2.90				2.560	2.56	
1.3.3	A 3	Und.	1		6.00				6.250	6.25	
1.3.4	A 4	Und.	1		6.00				6.250	6.25	
1.3.5	A 5	Und.	1		3.47				3.238	3.24	
1.3.6	A 6	Und.	1		4.00				3.869	3.87	
1.3.7	A 7	Und.	1		3.58				3.369	3.37	
1.3.8	A 8	Und.	1		2.30				1.845	1.85	
1.3.9	A 9	Und.	1		3.08				2.774	2.77	

METRADO DE ACERO					
REFUERZO DE FLEXIÓN					
	Por bastones		Ø	Long.	veces
			1 Ø 5/8"	6.92	1
			1 Ø 5/8"	4.67	1
			1 Ø 5/8"	6.92	1
			1 Ø 5/8"	4.97	1
			1 Ø 5/8"	4.97	1
			1 Ø 5/8"	2.32	1
ACERO DE TEMPERATURA					
			Cantidad	Long.	Long. Total
	Paño 1				
			10	1.45	14.5
	Paño 2				
			10	3.35	33.5
	Paño 3				
			9	6.45	58.05
	Paño 4				
			17	6.45	109.65
	Paño 5,7				
			16	7.75	124
	Paño 6,8,9				
			14	10.33	144.62
	<b>TOTAL</b>		<b>76</b>		<b>484.32</b>

Acero (ml.)	Forma	veces	Cantidad	Long.	Ø	1/4	1/2	5/8
	BASTONES	1	31	30.77	5/8"			953.87
	ACERO DE TEMPERATURA	1	76	484.32	1/4"	36,808.32		
						-		
						-		
						-		
						36,808.32	-	953.87
	Peso por ml.					0.25		1.55
	sub total en Kg.					9,202.08		1,478.50
	<b>Total Acero (Kg).</b>					<b>10,680.6</b>		

## Anexo 9: Metrado de Losa Aligerada

PLANILLA DE METRADOS											
PROYECTO	DISEÑO DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL										
UBICACION	DISTRITO: PIMENTEL PROVINCIA: CHICLAYO DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE										
FECHA	OCTUBRE DEL 2021										
ITEM	DESCRIPCION	UND.	N° VECES	DIMENSIONES			ÁREA	VOLUMEN	OTROS	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO					
1	LOSA ALIGERADA TRADICIONAL										
1.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO										85.47
1.1.1	Paño 1	m2	1	1.15	2.00		2.30			2.30	
1.1.2	Paño 2	m2	1	2.90	2.00		5.80			5.80	
1.1.3	Paño 3	m2	1	6.00	1.73		10.35			10.35	
1.1.4	Paño 4	m2	1	6.00	3.35		20.10			20.10	
1.1.5	Paño 5	m2	1	3.05	3.47		10.58			10.58	
1.1.6	Paño 6	m2	1	2.71	4.00		10.84			10.84	
1.1.7	Paño 7	m2	1	3.05	3.58		10.92			10.92	
1.1.8	Paño 8	m2	1	2.71	2.30		6.23			6.23	
1.1.9	Paño 9	m2	1	2.71	3.08		8.35			8.35	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	N° VECES	DIMENSIONES			ÁREA	VOLUMEN	OTROS	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO					
1.2	CANTIDAD DE LADRILLOS										712
		Und.							8.33	85.47	
1.3	VIGUETAS										74
1.3.1	A 1	Und.	1		1.15				2.125	2.13	
1.3.2	A 2	Und.	1		2.90				6.5	6.50	
1.3.3	A 3	Und.	1		6.00				14.25	14.25	
1.3.4	A 4	Und.	1		6.00				14.25	14.25	
1.3.5	A 5	Und.	1		3.47				7.93	7.93	
1.3.6	A 6	Und.	1		4.00				9.25	9.25	
1.3.7	A 7	Und.	1		3.58				8.20	8.20	
1.3.8	A 8	Und.	1		2.30				5.00	5.00	
1.3.9	A 9	Und.	1		3.08				6.95	6.95	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	N° VECES	DIMENSIONES			ÁREA	VOLUMEN	OTROS	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO					
1.3	CONCRETO										6.84
1.3.1	A 1	m3	1				2.30	0.080		0.184	
1.3.2	A 2	m3	1				5.80	0.080		0.464	
1.3.3	A 3	m3	1				10.35	0.080		0.828	
1.3.4	A 4	m3	1				20.10	0.080		1.609	
1.3.5	A 5	m3	1				10.58	0.080		0.847	
1.3.6	A 6	m3	1				10.84	0.080		0.868	
1.3.7	A 7	m3	1				10.92	0.080		0.874	
1.3.8	A 8	m3	1				6.23	0.080		0.499	
1.3.9	A 9	m3	1				8.35	0.080		0.668	

