

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Bach. Aguirre Cordova, Katty Melissa

Bach. Vidal Rodriguez, Olga Dolores

**ASESOR:**

Dr. Ing. León Bobadilla, Abner Itamar

DNI N° 32942184

Código ORCID: 0000-0003-2949-6591

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

La presente Tesis para Título se revisó y desarrolló en cumplimiento al objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando dentro del área y línea de investigación conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D. N°580-2022-CU-R-UNS), de acuerdo a la denominación siguiente:

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**“Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en  
Nuevo Chimbote 2022”**

**AUTORES:**

Bach. Aguirre Cordova, Katty Melissa

Bach. Vidal Rodriguez, Olga Dolores

---

Dr. Ing. León Bobadilla, Abner Itamar

DNI: 32942184

Código ORCID: 0000-0003-2949-6591

ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

El presente jurado evaluador da la conformidad de la presente Tesis para Título, desarrollado en el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el grado académico de Bachiller y Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D. N°580-2022-CU-R-UNS), titulado:

**“Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022”**

**AUTORES:**

Bach. Aguirre Cordova, Katty Melissa

Bach. Vidal Rodriguez, Olga Dolores

---

Ms Ing. Janet Verónica Saavedra Vera  
DNI: 32964440  
Código ORCID: 0000-0002-4195-982X  
PRESIDENTE

---

Ms. Ing. Luz Esther Álvarez Asto  
DNI: 32968961  
Código ORCID: 0000-0001-9050-7611  
SECRETARIA

---

Dr. Ing. Abner Itamar León Bobadilla  
DNI: 32942184  
Código ORCID: 0000-0003-2949-6591  
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 02 días del mes de mayo del año dos mil veinticuatro, siendo las 15: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 030-2024-UNS-CFI, con fecha 09.01.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 202-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES Y LOSAS PREFABRICADAS EN NUEVO CHIMBOTE 2022", presentado por las Bachilleres: : AGUIRRE CORDOVA KATTY MELISSA con cód. N° 0200913055, y VIDAL RODRIGUEZ OLGA DOLORES con cód. N° 0200613018, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 285-2021-UNS-FI, de fecha 04.06.2021.

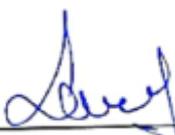
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
AGUIRRE CORDOVA KATTY MELISSA	17	BUENO

Siendo las 16.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de mayo de 2024.

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Presidente

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

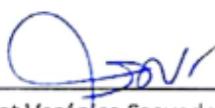
A los 02 días del mes de mayo del año dos mil veinticuatro, siendo las 15: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 030-2024-UNS-CFI, con fecha 09.01.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 202-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES Y LOSAS PREFABRICADAS EN NUEVO CHIMBOTE 2022", presentado por las Bachilleres: : AGUIRRE CORDOVA KATTY MELISSA con cód. N° 0200913055, y VIDAL RODRIGUEZ OLGA DOLORES con cód. N° 0200613018, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 285-2021-UNS-FI, de fecha 04.06.2021.

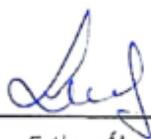
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

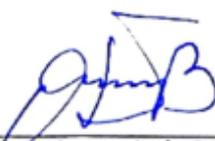
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VIDAL RODRIGUEZ OLGA DOLORES	17	BUENO

Siendo las 16.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de mayo de 2024.

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Presidente

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante

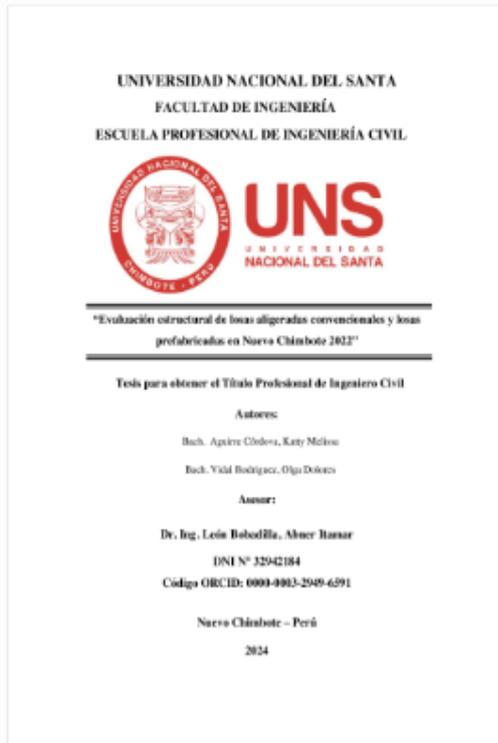


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Katty Melissa Aguirre Córdova
Título del ejercicio:	INFORME DE TESIS
Título de la entrega:	"Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y...
Nombre del archivo:	onvencionales_y_losas_prefabricadas_en_Nuevo_Chimbote_2...
Tamaño del archivo:	30.21M
Total páginas:	221
Total de palabras:	26,643
Total de caracteres:	145,086
Fecha de entrega:	12-jun.-2024 04:03p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2401304437



# “Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

2

[repositorio.uns.edu.pe](https://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Estadual Paulista

Trabajo del estudiante

2%

4

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

2%

5

[repositorio.upla.edu.pe](https://repositorio.upla.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.urp.edu.pe](https://repositorio.urp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[livrosdeamor.com.br](https://livrosdeamor.com.br)

Fuente de Internet

1%

8

[repositorio.ucsp.edu.pe](https://repositorio.ucsp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

## DEDICATORIA

Esta tesis se dedica a **Dios**, agradeciéndole por permitirme experimentar este momento singular en mi existencia. Reconozco a Dios como la guía que ilumina mi trayectoria, le agradezco por brindarme sabiduría y fortaleza necesaria para alcanzar mis metas.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, **Delmi y Nancy**, quienes me brindaron un apoyo incondicional a lo largo de toda mi formación profesional. Sus palabras de aliento, amor y paciencia han sido fundamentales para que pueda hacer realidad otro sueño en mi vida.

A **mi hija Thayra**, quien es la principal motivación para superarme cada día y llegar a ser un ejemplo para ella. Hoy he logrado un sueño de la mano de mi mayor sueño. A **mi esposo Jesus**, por creer en mí y brindarme su amor en todo momento. Por ceder su tiempo para apoyarme en mi carrera, esto no es solo un objetivo personal sino de nuestra familia.

A **mi hermano Martin**, por su apoyo y palabras de aliento que nunca dejaron que baje los brazos, aunque todo se complicara. A **mi abuela Hilda** y a cada una de las personas que de alguna manera contribuyeron a lograr esta meta que me propuse en la vida.

Deseo agradecer a mi asesor, **el Ingeniero Abner**, por brindarme la oportunidad de beneficiarme de su capacidad y conocimiento científico.

**BACH. AGUIRRE CORDOVA, KATTY MELISSA**

## DEDICATORIA

**A mis padres: Clorinda, Maximina y Pedro,** porque ellos se encargaron de mi formación personal, inculcándome valores, fomentando el ímpetu y las ganas de salir adelante, poniendo siempre las metas al cuidado de nuestro Padre Celestial.

**A mi esposo Marvin Rabanal Portella,** por su apoyo incondicional en el cumplimiento de mis labores académicas y profesionales; por ser optimista en cada momento difícil y darme fortaleza para realizar esta tesis.

**A mis hijos: Rafhaella, Vanessa y Omar,** por ser los motivos más importantes para continuar en el proceso de concretar el título profesional; quiero demostrarles que las metas se pueden alcanzar, de esa forma entenderán que con esfuerzo, amor y constancia; todo es posible.

**Al Dr. Ing. Abner León Bobadilla,** por su oportuna y acertada asesoría, siendo sus conocimientos aportes muy importantes en el desarrollo de este trabajo de investigación,

**BACH. VIDAL RODRIGUEZ, OLGA DOLORES**

## Índice general

DEDICATORIA .....	ii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de ecuaciones .....	xii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN:.....	1
1.1. Antecedentes del problema .....	2
1.2. Formulación Del Problema .....	4
1.2.1. Problema General .....	4
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo general .....	5
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. Justificación.....	5
1.5. Limitación .....	7
1.6. Hipótesis de la investigación.....	9
CAPÍTULO II:MARCO TEÓRICO .....	10

2.1.	Antecedentes De La Investigación .....	11
2.2.	Base Teórica.....	13
2.2.1.	Losa aligerada.....	13
2.2.2.	Losa aligerada convencional .....	15
2.2.2.1.	Componentes del sistema de losa aligerada convencional.....	15
2.2.2.2.	Características técnicas estructurales .....	17
2.2.2.3.	Limitaciones por Norma NTE E0.60 .....	27
2.2.3.	Losa prefabricada .....	31
2.2.3.1.	Sistema de Losa aligerada con viguetas prefabricadas pretensadas.....	33
2.2.3.1.1.	Características técnicas estructurales .....	34
2.2.3.1.2.	Proceso Constructivo: .....	40
2.3.	Definición de Términos.....	42
2.4.	Marco Normativo .....	43
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....		46
3.1.	Tipo de investigación .....	47
3.2.	Nivel de investigación.....	47
3.3.	Diseño de la investigación.....	48
3.4.	Unidad de análisis .....	49
3.5.	Ubicación .....	49
3.6.	Población y Muestra.....	49

3.7. Variables.....	50
3.7.1. Variable independiente .....	50
3.7.2. Variable dependiente .....	50
3.7.3. Matriz de consistencia .....	51
3.7.4. Operacionalización de variables .....	52
3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos .....	54
3.9. Procedimientos .....	56
3.9.1. Comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas.....	56
3.9.2. Realizar un cuadro comparativo estableciendo las limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas....	58
3.9.3. Determinar el costo una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. ....	59
3.9.4. Cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. ....	61
3.10. Métodos de análisis de datos .....	62
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>64</b>
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	65
4.1.1. Comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas. ....	65
4.1.2. Cuadro comparativo de las limitaciones de la estructura de cada sistema. ....	71

4.1.3. Determinar el costo una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. ....	74
4.1.4. Cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada.....	82
4.2. Discusión.....	84
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1. Conclusiones .....	88
5.2. Recomendaciones.....	92
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	93
CAPÍTULO VII: ANEXOS.....	97
7.1 Ficha de registro documental.....	98
7.2 Validación de instrumento .....	100
7.3 Cálculo estructural – Losa Aligerada convencional .....	103
7.4 Cálculo estructural – Losa Aligerada prefabricada con viguetas pretensadas.....	109
7.5 Manual de viguetas pretensadas .....	115
7.6 Precios unitarios de losa aligerada convencional .....	180
7.7 Precios unitarios de losa aligerada con viguetas pretensadas.....	185
7.8 Resumen de Metrados de una losa prefabricada .....	191
7.9 Resumen de Metrados de una losa aligerada convencional .....	196
7.10 Cálculo del flete terrestre.....	201
7.11 Costo directo de losa aligerada convencional.....	203

---

7.12	Costo directo de losa aligerada prefabricada .....	204
7.13	Planos .....	205

## Índice de tablas

Tabla 1. Espesor mínimo de una losa.....	18
Tabla 2. Peso propio de losa aligerada en función al espesor. ....	19
Tabla 3. Peso propio de losa aligerada en función al espesor vigas pretensadas. ....	35
Tabla 4. Cortante Resistente.....	37
Tabla 5. Resistencia a Flexión de las viguetas prefabricadas en unidades kgf.m .....	37
Tabla 6. Ficha de Registro documental. ....	55
Tabla 7. Características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada de 17 cm de espesor.....	66
Tabla 8. Limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y una losa aligerada con viguetas pretensadas. ....	71
Tabla 9. Costo directo de una losa aligerada con viguetas pretensadas de un edificio de 3 niveles.....	74
Tabla 10. Costo directo de una losa aligerada convencional de un edificio de 3 niveles. ...	75
Tabla 11. Tiempo de construcción de una losa prefabricada con viguetas pretensadas h=0.17 m.....	82
Tabla 12. Tiempo de construcción de una losa aligerada convencional de h=0.17 m .....	82

## Índice de figuras

Figura 1.Sistema de losa aligerada convencional .....	16
Figura 2. Esquema para el refuerzo positivo .....	21
Figura 3. Esquema para el refuerzo por temperatura.....	21
Figura 4.Momento de fisuración de una losa.....	23
Figura 5.Sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas.....	34
Figura 6. Esquema para el refuerzo positivo .....	38
Figura 7. Esquema para el refuerzo por temperatura.....	38
Figura 8.Planta de una losa aligerada .....	56
Figura 9. Comparación del momento máximo de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada.....	67
Figura 10. Comparación del momento de fisuración de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas.....	68
Figura 11. Comparación de la deflexión instantánea de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada.....	69
Figura 12. Comparación de la deflexión diferida más de 60 meses de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.....	70
Figura 13.Comparación del costo del acero de las estructuras de un edificio de 3 niveles. ....	76
Figura 14.Comparación del costo de encofrado y desencofrado de las estructuras de un edificio de 3 niveles. ....	77
Figura 15.Comparación del costo de las unidades de ladrillo de las estructuras de un edificio de 3 niveles. ....	78
Figura 16.Comparación del costo de la vigueta pretensada de las estructuras de un edificio de 3 niveles.....	79
Figura 17.Comparación del costo del concreto de un edificio de 3 niveles. ....	80

Figura 18.Comparación del costo de curado de las estructuras de un edificio de 3 niveles....80

Figura 19.Comparación del costo directo de las estructuras de un edificio de 3 niveles. ....81

Figura 20.Tiempo de construcción de las estructuras de las losas aligeradas .....83

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1.Peralte mínimo – norma E.060.....	18
Ecuación 2.Espesor de la losa aligerada convencional– Método ACI.....	18
Ecuación 3.Peso de losa aligerada convencional – norma E.060.....	19
Ecuación 4.Peso de acabados de losa aligerada convencional – norma E.060 .....	19
Ecuación 5.Peso de tabiquería de losa aligerada convencional – norma E.060 .....	19
Ecuación 6.Peso de la carga viva de losa aligerada convencional – norma E.060.....	20
Ecuación 7.Carga última de losa aligerada convencional – norma E.0.....	20
Ecuación 8.Cortante resistente de losa aligerada convencional – Norma E.060.....	20
Ecuación 9.Momento en el apoyo en A- Losa aligerada convencional .....	21
Ecuación 10.Momento en el apoyo en B- Losa aligerada convencional .....	21
Ecuación 11.Momento en el apoyo en c- Losa aligerada convencional .....	21
Ecuación 12.Momento en el apoyo en el tramo AB- Losa aligerada convencional.....	21
Ecuación 13.Momento en el apoyo en el tramo BC- Losa aligerada convencional .....	21
Ecuación 14. Área del acero de losa aligerada convencional – Norma E.060 .....	21
Ecuación 15. Área para el acero de temperatura de losa aligerada – norma E.060.....	21
Ecuación 16. Número de barras de losa aligerada convencional – norma E.060.....	21
Ecuación 17. Espaciamiento de las barras de losa aligerada convencional – norma E.060.....	22
Ecuación 18. Espaciamiento máximo de barras de losa aligerada convencional – norma E.060.....	22
Ecuación 19. Inercia sección bruta .....	22
Ecuación 20. Momento de fisuración de losa aligerada convencional .....	22
Ecuación 21. Bloque comprimido del “c” (eje neutro).....	23
Ecuación 22. Inercia de sección fisurada .....	23
Ecuación 23. Relación entre el módulo del Acero y el módulo de Elasticidad del concreto .....	24
Ecuación 24. Inercia efectiva .....	24
Ecuación 25. Deflexión instantánea de losa aligerada convencional.....	25

Ecuación 26. Deflexión en voladizos con carga concentrada en la punta.....	25
Ecuación 27. Deflexión en voladizos con carga uniformemente repartida .....	25
Ecuación 28. Deflexión en vigas continuas.....	25
Ecuación 29. Deflexión Diferida de losa aligerada convencional .....	26
Ecuación 30.Espesor de la losa prefabricada – Método ACI. ....	35
Ecuación 31.Peso de losa prefabricada – norma E.060.....	35
Ecuación 32.Peso de acabados de losa prefabricada – norma E.060.....	36
Ecuación 33.Peso de tabiquería – norma E.060 .....	36
Ecuación 34.Peso de la carga viva de losa prefabricada – norma E.060 .....	36
Ecuación 35.Carga última de losa prefabricada .....	36
Ecuación 36.Momento en el apoyo en A- Losa prefabricada.....	37
Ecuación 37.Momento en el apoyo en B - Losa prefabricada.....	37
Ecuación 38.Momento en el apoyo en c - Losa prefabricada.....	37
Ecuación 39.Momento en el apoyo en el tramo AB - Losa prefabricada .....	37
Ecuación 40.Momento en el apoyo en el tramo BC - Losa prefabricada.....	37
Ecuación 41. Área del acero de losa prefabricada – Norma E.060 .....	37
Ecuación 42. Área para el acero de temperatura de losa prefabricada – Norma E.060 .....	38
Ecuación 43. Número de barras de losa prefabricada – norma E.060 .....	38
Ecuación 44. Espaciamiento de las barras de losa prefabricada – norma E.060 .....	38
Ecuación 45. Espaciamiento máximo de barras de losa prefabricada – norma E.060.....	38
Ecuación 46. Inercia sección bruta .....	38
Ecuación 47. Momento de fisuración de losa prefabricada.....	39
Ecuación 48. Bloque comprimido del “c” (eje neutro).....	39
Ecuación 49. Inercia de sección fisurada .....	39
Ecuación 50. Relación entre el módulo del Acero y el módulo de Elasticidad del concreto .....	39
Ecuación 51. Inercia efectiva .....	39

---

Ecuación 52. Deflexión instantánea en losa prefabricada.....	39
Ecuación 53. Deflexión en voladizos con carga concentrada en la punta.....	39
Ecuación 54. Deflexión en voladizos con carga uniformemente repartida .....	40
Ecuación 55. Deflexión en vigas continuas.....	40
Ecuación 56. Deflexión Diferida de losa prefabricada .....	40

## RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la estructura de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada en la ciudad de Nuevo Chimbote, se ejecutó una investigación Aplicada – Descriptiva con un enfoque mixto, que consistió en la evaluación de las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada, realizando un cuadro comparativo donde se establecieron las limitaciones de cada estructura, analizando y comparando el costo de cada estructura, a la vez se estimó el tiempo de construcción. Se concluyó que la losa prefabricada con viguetas pretensadas presenta múltiples ventajas en comparación con la losa aligerada convencional, siendo un 5.66% más ligera, lo que beneficiaría la carga estructural y la construcción; obtuvo un máximo momento estructural superior de 22.73 %, convirtiéndose en la opción más apta para soportar cargas y tensiones, presentó un momento de fisuración superior en un 25.00 %, lo que contribuyó a su durabilidad y resistencia frente a fisuras , mantuvo su nivel con mayor eficacia bajo cargas, con una deflexión instantánea significativamente menor y a largo plazo, obtuvo una ligera ventaja en términos de deflexión diferida, con una diferencia de 0.053 cm en comparación con la losa aligerada convencional después de más de 60 meses (5 años). La losa prefabricada con viguetas pretensadas demostró notablemente ser más eficiente en términos económicos en comparación con la losa aligerada convencional. Se determinó que la losa aligerada convencional es más costosa que la losa prefabricada con viguetas pretensadas en S/5751.96, traduciéndose en un ahorro considerable del 13.49% con la losa prefabricada. Consideramos que el proceso constructivo de una losa aligerada convencional (12 días) es significativamente más lento en comparación con la losa prefabricada con viguetas pretensadas (10 días). Esta diferencia en el tiempo de construcción resaltó la agilidad y la ventaja temporal para la elección de la losa prefabricada con viguetas pretensadas en un proyecto.

Palabras claves: Losa, aligerada, prefabricada

## ABSTRACT

The main objective of the research was to evaluate the structure of a conventional lightened slab and a prefabricated slab in the city of Nuevo Chimbote, an Applied - Descriptive research was carried out with a mixed approach, which consisted of the evaluation of the structural behavior of a lightened slab conventional and a prefabricated slab, making a comparative table where the limitations of each structure were established, analyzing and comparing the cost of each structure, at the same time the construction time was estimated.

It was concluded that the prefabricated slab with prestressed joists presents multiple advantages compared to the conventional lightened slab, being 5.66% lighter, which would benefit the structural load and construction; obtained a maximum higher structural moment of 22.73%, becoming the most suitable option to support loads and tensions, it presented a cracking moment higher by 25.00%, which contributed to its durability and resistance to cracks, it maintained its level with greater effectiveness under loads, with a significantly lower instantaneous deflection and in the long term, obtained a slight advantage in terms of delayed deflection, with a difference of 0.053 cm compared to the conventional lightened slab after more than 60 months (5 years). The prefabricated slab with prestressed joists proved to be significantly more efficient in economic terms compared to the conventional lightened slab. It was determined that the conventional lightened slab is more expensive than the prefabricated slab with prestressed joists in s/5751.96, translating into a considerable saving of 13.49% with the prefabricated slab. We consider that the construction process of a conventional lightened slab (12 days) is significantly slower compared to the prefabricated slab with prestressed joists (10 days). This difference in construction time highlighted the agility and temporal advantage for choosing the precast slab with prestressed joists in a project.

Keywords: Slab, lightened, prefabricated

# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes del problema

A lo largo de los años, la práctica de la construcción ha experimentado un desarrollo continuo. Su origen se remonta a civilizaciones como los egipcios y los romanos, así como a otras culturas que realizaron grandes proyectos de construcción utilizando diferentes métodos y enfoques. A medida que ha transcurrido el tiempo, los países industrializados han llevado a cabo importantes innovaciones en la forma en que se aborda la construcción.

Las empresas están explorando métodos para optimizar sus procesos y recursos de esa manera garantizan la rentabilidad y maximizan las ganancias. Para lograrlo están innovando e integrando nuevas filosofías y sistemas constructivos. Una opción cada vez más utilizada es la adopción de elementos prefabricados e industrializados, fabricados en condiciones controladas que permiten maximizar el uso de recursos y materiales.

De acuerdo con lo planteado por Sanabria (2017), en los últimos 15 años en Colombia, el progreso en cuanto a la eficiencia del sector de la construcción ha sido escaso. Esto ha sido señalado por el Consejo Privado de Competitividad, que atribuye esta situación a falta de voluntad para realizar inversiones tecnológicas e innovadoras. Como resultado, la percepción que tiene la población colombiana sobre la industria de la construcción es de lenta ejecución y retrasos en la entrega de proyectos.

Para revertir esta tendencia, es imperativo fomentar una mayor competitividad que pueda hacer frente a las demandas globales. Esto implica la incorporación de avances tecnológicos e industrialización en los procesos de construcción, lo que permitirá reducir los plazos establecidos sin sacrificar los estándares de calidad y manteniendo un estricto control sobre los costos. En esta línea, se están explorando nuevas alternativas, como la adopción de sistemas prefabricados en lugar de las técnicas

constructivas tradicionales. Estas soluciones ofrecen la posibilidad de agilizar los procesos constructivos, optimizar los recursos y garantizar la eficiencia en la ejecución de proyectos, lo que resulta fundamental para enfrentar los desafíos actuales del sector de la construcción y mantener la competitividad en el mercado global.

Según Espinoza y Guerra (2018), en Perú, el método tradicional de construcción de losas aligeradas prevalece ampliamente en diversas regiones del país. Este procedimiento implica la utilización de encofrados para la base de la losa, la disposición de tejas de arcilla, el montaje del armazón de acero para las viguetas y, finalmente, el vertido de hormigón en la losa. Sin embargo, este proceso suele presentar complicaciones que resultan en una mayor generación de residuos y en la aparición de errores debido a fallos humanos. En este contexto, se plantea la viabilidad de adoptar nuevas técnicas constructivas de alta calidad que sean más fiables y eficientes. Estas alternativas no solo podrían contribuir a reducir la generación de residuos y minimizar los errores durante el proceso de construcción, sino que también podrían mejorar la calidad y la durabilidad de las estructuras resultantes.

Según Concremax (2019), este método ofrece una serie de beneficios, como una mayor rapidez en la construcción, una gestión más efectiva de los residuos y un entorno más limpio en el lugar de trabajo. Además, confiere a las estructuras una resistencia y durabilidad notables. Este enfoque también permite la integración de sistemas eléctricos y de saneamiento. Sin embargo, existe una discrepancia en los procedimientos constructivos de las losas aligeradas. El enfoque convencional es comúnmente utilizado por familias que pueden no estar familiarizadas con este tipo de proceso y que, además, pertenecen a una condición socioeconómica de ingresos mínimos debido a sus limitados recursos económicos. Esto contrasta con el enfoque más arraigado durante años debido a su continuidad en el uso.

Según Quiroz (2019), durante la construcción de edificios y viviendas, es crucial considerar diversos factores de gran importancia. Uno de estos factores críticos es el tiempo, el cual está estrechamente relacionado tanto con los costos como con la preocupación fundamental por la seguridad inherente a la edificación de estas estructuras. Con el notable aumento de la población en el mundo, la construcción de edificios debe ser rápida, segura y garantizar condiciones adecuadas para la habitabilidad. Cada vez más, se requiere rapidez y practicidad en la realización de las edificaciones. Un problema recurrente en el ámbito de la construcción es la correcta implementación de las losas de entrepiso. Esto se debe, en parte, a la escasez de técnicos especializados en los sistemas tradicionales de construcción. Sin embargo, en la actualidad, gracias al perfeccionamiento de tecnologías en el campo de la construcción, están surgiendo en el mercado alternativas que presentan beneficios notables en términos de calidad de los materiales, uso eficiente de los recursos y tiempos de ejecución en comparación con los métodos convencionales. Esto conduce a costos reducidos y a un uso optimizado de los materiales disponibles.

## **1.2. Formulación Del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuáles son las diferencias en términos de características técnicas estructurales y eficiencia en la construcción entre las losas aligeradas convencionales y las losas prefabricadas en Nuevo Chimbote?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Qué sistema de losa aligerada (Convencional o prefabricada con viguetas pretensadas) presenta mejores características técnicas estructurales?

¿Qué limitaciones presenta la estructura de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas?

¿Cuánto cuesta construir una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas?

¿Qué sistema de losa aligerada (Convencional o prefabricada con viguetas pretensadas) se construye de manera más rápida y eficiente?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Realizar la evaluación estructural de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada en la ciudad de Nuevo Chimbote.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.
- Realizar un cuadro comparativo estableciendo las limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.
- Determinar el costo de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.
- Cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.

### **1.4. Justificación**

Tiene relevancia social significativa en la comunidad de Nuevo Chimbote y sus alrededores. La seguridad de las edificaciones es una preocupación fundamental para la sociedad. La evaluación de las losas aligeradas convencionales y las losas prefabricadas contribuirá a determinar cuál de estas tecnologías constructivas ofrece un mayor grado de seguridad y estabilidad, lo que directamente afecta la seguridad de las personas. La región de Nuevo Chimbote se halla en una zona sísmica, por lo que la elección de

sistemas de losas adecuados es esencial para minimizar los riesgos y daños en caso de un terremoto. La investigación ayudará a identificar cuál de las dos opciones estructurales es más resistente y segura en condiciones sísmicas. Tiene implicaciones directas en el uso de recursos naturales y en la minoración de la huella de carbono de las construcciones en Nuevo Chimbote, lo que es de interés social debido a la creciente conciencia ambiental.

Tiene una sólida justificación económica por varias razones, la construcción de edificaciones es una inversión significativa tanto para el Estado como el privado. Esta investigación puede ayudar a determinar cuál de las dos tecnologías constructivas (losas aligeradas convencionales o losas prefabricadas) es más eficiente en términos de costos de construcción, lo que permitirá una asignación más eficaz de los recursos financieros disponibles. La elección de la tecnología constructiva adecuada puede tener un impacto sustancial en los gastos de conservación a lo largo de la durabilidad de un edificio. Si se demuestra que una de las opciones es más duradera o requiere menos mantenimiento, esto podría traducirse en ahorros significativos a largo plazo para los propietarios y gestores de edificios. La investigación podría tener un impacto en la elección de tecnologías constructivas en la región de Nuevo Chimbote. Si una de las opciones se demuestra como más rentable, podría impulsar la adopción de esa tecnología en futuros proyectos de construcción en la zona, generando oportunidades económicas locales y empleo en la industria de la construcción. La selección de la tecnología constructiva adecuada también puede influir en los gastos de diseño y planificación de los planes de edificación. Los resultados de la investigación pueden ayudar a los ingenieros y arquitectos a tomar decisiones más informadas sobre cómo diseñar y planificar proyectos con la finalidad de lograr eficiencia desde la perspectiva de la economía. Las empresas de construcción locales que adopten esta tecnología (sistema prefabricado) pueden

volverse más competitivas en el mercado de la construcción, lo que podría fomentar la progresión económica en la región.

Tiene una sólida justificación académica por varias razones: Esta investigación aborda un tema de relevancia en el campo de la ingeniería estructural y la construcción. Al comparar las losas aligeradas convencionales y las losas prefabricadas en un entorno específico como Nuevo Chimbote, puede contribuir al conocimiento académico existente al proporcionar datos empíricos y conclusiones sobre la eficacia de estas tecnologías constructivas en un contexto regional particular. La investigación requerirá la aplicación de teorías y metodologías específicas en el campo de la ingeniería estructural, como el análisis de carga, la evaluación de resistencia y la modelización estructural. Esto fomenta el uso y la aplicación práctica de las instrucciones académicas adquiridos en la educación formal. La investigación puede involucrar a estudiantes de ingeniería, arquitectura u otras disciplinas relacionadas como parte de su conocimiento profesional. Los estudiantes pueden participar en la recopilación de datos, análisis y conclusiones, lo que enriquece su educación y experiencia práctica. Los hallazgos de la investigación pueden ayudar a los especialistas del sector de la construcción y los encargados de la toma de decisiones en la industria de la construcción a tomar decisiones más informadas sobre la elección de tecnologías constructivas en proyectos futuros.

### **1.5. Limitación**

La limitación social en el contexto de esta investigación fue la resistencia al cambio y la escasa adopción de tecnologías avanzadas en la construcción de losas en la ciudad de Nuevo Chimbote. Esta actitud conservadora dificultó la implementación de sistemas más innovadores, como las losas prefabricadas con viguetas pretensadas. Además, la falta de disponibilidad local de estos materiales, dado que la empresa proveedora se encontraba en Lima, representó un obstáculo adicional. Para superar esta limitación, se

requirió un enfoque estratégico que incluyó la colaboración con proveedores regionales y la consideración de la instalación de un punto de venta en Chimbote. Además, fue esencial promover la conciencia y la capacitación entre los actores clave en la industria de la construcción local, con el fin de fomentar la adopción de prácticas más innovadoras y eficientes. Abordar esta limitación social no solo facilitó la investigación y aplicación de sistemas estructurales avanzados, sino que también impulsó el desarrollo económico y tecnológico en la ciudad de Nuevo Chimbote.

Durante la realización de esta investigación, se enfrentaron desafíos económicos significativos, exacerbados por la pandemia de COVID-19. Las restricciones de viaje impuestas debido a la pandemia limitaron en gran medida la capacidad de desplazamiento, lo que dificultó el acceso a los puntos de venta de los sistemas de losa con viguetas pretensadas. Además, las estrictas medidas de seguridad y los protocolos requeridos para viajar añadieron complejidad y costos adicionales a la ejecución del estudio. La operación de la empresa proveedora de estos sistemas de losa con una capacidad reducida del 50% de su plantilla de trabajadores, como resultado de la pandemia, también generó obstáculos significativos. Esto se tradujo en limitaciones en las coordinaciones y en la disponibilidad de información por parte de la empresa, lo que contribuyó al retraso en el progreso de la investigación y, por ende, a un aumento en los costos iniciales planificados.

Una limitación académica importante en este estudio radicaba en la disponibilidad limitada de investigaciones previas y estudios comparativos específicos sobre los sistemas de losas aligeradas convencionales y las losas prefabricadas con viguetas pretensadas en el contexto de Nuevo Chimbote. La falta de datos y análisis exhaustivos en esta área podía haber limitado la capacidad de contextualizar los hallazgos de la investigación y de establecer comparaciones significativas. Además, la ausencia de

literatura académica consolidada podría haber dificultado la validación de los resultados obtenidos y la formulación de conclusiones sólidas. Para abordar esta limitación, se habría requerido un enfoque metodológico cuidadoso, que incluyera la recopilación de datos primarios y la aplicación de métodos de análisis rigurosos, así como una revisión exhaustiva de la literatura existente en áreas relacionadas para informar adecuadamente el marco teórico y el diseño de la investigación.

### **1.6. Hipótesis de la investigación**

Las losas prefabricadas con viguetas pretensadas presentan mejores características técnicas estructurales y eficiencia en la construcción que las losas convencionales.

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes De La Investigación

Almeyda y Saldaña (2021) llevaron a cabo un estudio en la Universidad Cesar Vallejo, titulado: “Comparación Económica y Estructural Entre Losas Convencionales y Prefabricadas en una Vivienda Multifamiliar en Jesús María, Lima.” Este estudio consistió en una investigación aplicada y descriptiva con un enfoque mixto. La población y muestra del estudio incluyeron losas aligeradas convencionales y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. La meta que se propuso alcanzar en la investigación fue delimitar la posibilidad más rentable y fiable entre una losa aligerada tradicional y una losa aligerada con viguetas prefabricadas para viviendas multifamiliares en Jesús María. Los resultados del estudio indicaron que las viguetas pretensadas absorbieron el acero de manera eficiente, lo que resultó en una minoración de la cuantía de acero y, por ende, en un menor costo en comparación con las losas aligeradas convencionales. Desde una perspectiva económica, la utilización de las losas con viguetas pretensadas condujo a un ahorro del 8.9%. En conclusión, el estudio determinó que la alternativa más económica para viviendas multifamiliares en Lima es la losa con viguetas pretensadas.

Torres, F (2021) en su investigación realizado en la Univ. Cesar Vallejo; efectuó una investigación aplicada-descriptiva con el propósito primordial de realizar una evaluación de la calidad, el presupuesto y el periodo de construcción de una vivienda autónoma con una losa de concreto aligerada tradicional y una losa con viguetas pretensadas en Lima Sur durante el año 2020. El estudio empleó como población y muestra, tanto losas aligeradas convencionales como una losa prefabricada con viguetas pretensadas. La losa aligerada con viguetas pretensadas presentó un costo directo de S/.40,622.39 y el sistema de losa aligerada convencional un costo directo de S/.49,084.36. En comparación con el sistema de losa tradicional, se determinó que el sistema de losa de viguetas pretensadas es una opción más rentable. Esto se debe a que requiere menos concreto, menos acero y menos encofrado, lo que resulta en un costo directo significativamente menor. Por lo

tanto, desde una perspectiva económica, la elección del sistema de viguetas pretensadas parece ser la selección más rentable en términos de recursos y gastos.

Betancourt, A (2021), en su estudio en la Univ. Católica de Santiago de Guayaquil en Ecuador llevó a cabo una investigación con un enfoque aplicado y descriptivo, utilizando tanto métodos cuantitativos como cualitativos. La investigación se centró en las losas de hormigón armado y las losas pretensadas prefabricadas como población y muestra. La meta fundamental del estudio fue evaluar y comparar los aspectos de los gastos, tiempo y eficacia entre las losas de hormigón armado con vigas reforzadas y las losas pretensadas prefabricadas. Los resultados obtenidos revelaron que el sistema tradicional de construcción presentaba costos más elevados. Esta disparidad se justificó mediante el mayor empleo de mano de obra, la necesidad de colocación de encofrados y una logística más minuciosa en términos de aprovisionamiento y utilización de materiales.

Casco y Majano (2019) llevaron a cabo la investigación en la Univ. del Salvador en San Salvador. El estudio adoptó un enfoque aplicado y descriptivo, empleando tanto métodos cuantitativos como cualitativos. La población y muestra de la investigación consistieron en losas de concreto armado y losas pretensadas prefabricadas. El objetivo principal de su estudio fue realizar una comparación exhaustiva entre distintos sistemas de entepiso en edificaciones, tomando en consideración tanto la seguridad como los costos asociados. Los resultados revelados se enfocaron en evaluar y cuantificar los aspectos de seguridad y los gastos asociados con cada uno de los sistemas de entepiso en estudio. En su conclusión, se puede inferir que los resultados obtenidos de la investigación permitieron evaluar los sistemas de entepiso desde una perspectiva tanto de seguridad como de costos. Las implicaciones finales de su estudio podrían haber ofrecido una evaluación holística de los diferentes sistemas de entepiso, brindando una base para decisiones más informadas en futuros proyectos de construcción.

Puicón, L. y Vasques, O. (2018), en su estudio de la Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas en Lima, llevaron a cabo una investigación aplicada y descriptiva, utilizando un enfoque cuantitativo. La población y muestra en este estudio consistieron en las losas aligeradas de viviendas unifamiliares ubicadas en los sectores socioeconómicos C y D del área metropolitana de Lima. El propósito fundamental de esta investigación fue sugerir el uso adecuado de viguetas pretensadas para la construcción de losas aligeradas, de manera informal o mediante autoconstrucción, en viviendas unifamiliares ubicadas en los sectores socioeconómicos C y D de Lima. Como método de construcción industrializado, el sistema de viguetas pretensadas es una óptima alternativa para construir losas aligeradas en viviendas unifamiliares, según las conclusiones de la investigación. Esto se evidencia tanto desde una perspectiva técnica (mayor productividad en la construcción) en comparación con los sistemas convencionales y viguetas Tralicho, como en términos de economía (mayor asequibilidad) y calidad del hormigón (adecuada resistencia del material)

## **2.2. Base Teórica**

### **2.2.1. Losa aligerada**

Según Rueda y Jiménez (2021), las losas aligeradas son componentes estructurales ampliamente utilizados en la construcción de edificaciones para crear superficies planas. Estas estructuras consisten en grandes placas, mayormente horizontales, que sirven como entresijos superiores y están dispuestas de manera paralela o casi paralela entre sí. La versatilidad de las losas aligeradas permite diferentes configuraciones de soporte, lo que influye en su comportamiento frente a las fuerzas y deformaciones. Las losas aligeradas se caracterizan por su diseño que incorpora elementos de aligeramiento, como viguetas o nervios, que reducen su peso propio y, por consiguiente, disminuyen la carga sobre los elementos de soporte, como

columnas y muros. Esta característica resulta en una mayor eficiencia estructural y en la optimización de los materiales utilizados en la construcción.

Además, las losas aligeradas ofrecen ventajas adicionales, como una mayor resistencia a la flexión y una mejor distribución de cargas, lo que contribuye a una mayor seguridad estructural de la edificación. Su diseño modular facilita la instalación de sistemas eléctricos y de saneamiento, lo que agiliza el proceso de construcción y reduce los tiempos de ejecución de la obra.

Es importante destacar que las losas aligeradas se adaptan a una amplia gama de aplicaciones, desde viviendas residenciales hasta edificios comerciales e industriales. Su versatilidad, combinada con sus beneficios estructurales y constructivos, las convierte en una opción cada vez más popular en la industria de la construcción moderna.

De acuerdo con lo señalado por Martínez (2020), las losas representan los componentes fundamentales que permiten la formación de los niveles superiores e inferiores en edificios. Las losas de hormigón armado están compuestas por hormigón y refuerzos, ocasionalmente, pueden incluir elementos de relleno. Por lo general, estas losas están diseñadas para resistir cargas distribuidas de manera uniforme sobre su superficie, mientras que cargas concentradas de mayor magnitud requieren el apoyo de vigas adicionales.

Según Almonacid (2018), esta técnica se lleva a cabo al insertar bloques, ladrillos o cajones de madera o metal entre las nervaduras estructurales y el refuerzo, con el propósito de aminorar la carga total de la estructura. Las fuerzas que afectan a la placa actúan principalmente en dirección perpendicular al plano principal de la misma, lo que da lugar a un comportamiento dominado por la flexión.

De acuerdo con lo establecido en la norma E.060 (2022), se consideran elementos estructurales de dimensiones reducidas en comparación con otras dimensiones,

destinados comúnmente a funcionar como cubiertas o forjados, generalmente dispuestos en posición horizontal y fortalecidos en una o dos direcciones, dependiendo del tipo de soporte presente en su perfil. Asimismo, estos elementos se utilizan como diafragmas rígidos para preservar la integridad de la estructura frente a cargas sísmicas horizontales.

### **2.2.2. Losa aligerada convencional**

Siguiendo la investigación de Vásquez (2022), se destaca que el sistema de losa aligerada convencional es ampliamente utilizado en proyectos de construcción. Este sistema se compone principalmente de viguetas de concreto, generalmente con un espesor de diez centímetros, las cuales son reforzadas con barras de acero corrugado de grado 60, tanto en la parte superior como en la inferior. Además, se incorpora una losa adicional de 5 cm de grosor que se encuentra armada con barras de acero de 6 mm de diámetro. Se utilizan ladrillos de arcilla para rellenar el espacio entre las viguetas y ofrecer una carga reducida a la construcción. Un encofrado apuntalado, que puede ser de metal o de madera, sostiene toda la estructura.

#### **2.2.2.1. Componentes del sistema de losa aligerada convencional**

El sistema de losa aligerada convencional, según Vásquez (2022), está compuesto por varios elementos fundamentales que se coordinan para formar una estructura cohesiva y resistente: Las viguetas, preparadas in situ sobre el encofrado, se disponen con una separación estándar de 40 centímetros. Estas viguetas son elementos clave que proporcionan soporte y resistencia a la losa. El encofrado, que puede ser construido con madera o ser metálico, sirve como molde temporal para contener el hormigón durante el proceso de vertido. Sobre este encofrado se colocan los dados de concreto, que tienen la función de separar y centrar adecuadamente el refuerzo de acero dentro del encofrado, asegurando así una distribución uniforme de los materiales. El acero de refuerzo se coloca estratégicamente en las viguetas y en las

áreas indicadas por el plano de estructuras correspondiente. Este refuerzo de acero proporciona resistencia adicional y ayuda a prevenir la formación de grietas en la losa. El complemento consiste en ladrillos de arcilla de dimensiones estándar de 30 x 30 cm. Estos ladrillos se utilizan para complementar la estructura de la losa, ajustándose al espesor requerido y proporcionando un acabado uniforme. La losa es la estructura monolítica que se forma al verter el hormigón sobre el encofrado y los elementos de refuerzo. Esta losa resultante es la parte principal de la estructura, proporcionando la superficie plana sobre la cual se construirá el piso de la edificación. Estos componentes trabajan en conjunto para crear una losa aligerada convencional que cumple con los estándares de resistencia, durabilidad y seguridad requeridos en la construcción de edificaciones.

**Figura 1.** *Sistema de losa aligerada convencional*



### **2.2.2.2. Características técnicas estructurales**

Siguiendo la perspectiva de McCormac y Brown (2011), el sistema convencional implica la integración de una losa y vigas en una única unidad estructural, lo que permite que ambas componentes compartan la carga. Esta combinación resulta en una sección transversal en forma de T que distribuye y soporta los esfuerzos de flexión que la losa experimentará. El diseño y análisis de este sistema se llevan a cabo de manera conjunta con el análisis de las vigas rectangulares, siguiendo un proceso similar. Para calcular el espesor de la losa, se aplican los principios establecidos en la normativa E.060, que define los parámetros y criterios técnicos para el diseño sísmico de estructuras en Perú. Estos principios incluyen consideraciones específicas sobre la resistencia del material, las cargas de diseño, los factores de seguridad y otros aspectos relevantes para garantizar la seguridad y estabilidad estructural de la edificación. El proceso de cálculo del espesor de la losa implica evaluar diversos factores, como la resistencia del hormigón, la distribución de cargas, las condiciones de apoyo y las características del entorno sísmico. Mediante análisis estructurales detallados y el uso de software especializado, se determina el espesor óptimo de la losa para cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad, asegurando así la integridad estructural del edificio frente a las fuerzas externas y los posibles eventos sísmicos.

**Tabla 1**
*Espesor mínimo de una losa.*

Espesor o peralte mínimo				
Elementos	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.				
Losas Macizas en una dirección	1/20	1/24	1/28	1/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	1/16	1/18.5	1/21	1/8

**Fuente:** Adaptado de la norma E.060 (Concreto Armado) (p.56), por Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento (2020).

- Se puede aplicar las siguientes expresiones según la normativa E.060 y el método ACI.

$$E = \frac{L}{21} \dots\dots \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

E: Espesor de la losa

L: Luz libre

$$E = \frac{L}{25} \dots\dots \text{Ecuación 2.}$$

Donde:

E: Espesor de la losa

L: Luz libre

- El peso de una losa aligerada depende de su grosor, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Peso propio de losa aligerada en función al espesor.*

H losa (cm)	H de ladrillo (cm)	WPP (kg/m <sup>2</sup> )
17	12	280
20	15	300
25	20	350
30	25	420

**Fuente:** Adaptado de la norma E.020 (Cargas) (p.28), por Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento (2020).

- La carga muerta se calcula teniendo cuenta el peso propio de la losa aligerada, peso de los acabados y de la tabiquería.
- Peso de losa aligerada se calcula con la siguiente expresión:

$$W_l = C_u \times A_t \quad \dots\dots \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

$W_l$  = Peso de losa aligerada

$C_u$  = Carga unitaria de losa aligerada

$A_t$  = Área tributaria

- Peso de acabados se calcula con la siguiente expresión:

$$W_a = C_u \times A_t \quad \dots\dots \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

$W_l$  = Peso de acabados

$C_u$  = Carga unitaria de acabados

$A_t$  = Área tributaria

- Peso de tabiquería se calcula con la siguiente expresión:

$$W_t = C_u \times A_t \quad \dots\dots \text{Ecuación 5.}$$

Donde:

$W_l$  = Peso de tabiquería

$C_u$  = Carga unitaria de acabados

$A_t$  = Área tributaria

- En la carga viva se tiene en cuenta la sobre carga especificada en la norma E.020 y se calcula de la siguiente forma:

$$W_v = S/C \times A_t \dots\dots \text{Ecuación 6.}$$

Donde:

$W_v$  = Carga viva

$S/C$  = Sobre carga

$A_t$  = Área tributaria

- En la carga última se tiene en cuenta lo estipulado en la norma E.020 y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_u = 1.4 CM + 1.7 CV \dots\dots \text{Ecuación 7.}$$

Donde:

$C_u$ : Carga última

$CM$ : Carga muerta

$CV$ : Carga viva

- La fuerza cortante se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\phi V_c = 0.85 \cdot 0.53x\sqrt{f'c} \cdot b \cdot d * 110 \dots\dots \text{Ecuación 8.}$$

Donde:

$\phi V_c$  = Fuerza Cortante

$f'c$  = Resistencia del concreto

$b$  = Ancho de vigueta

$d$  = Altura de vigueta (sin recubrimiento)

Además, se debe cumplir la siguiente condición:

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

- Los momentos se calculan mediante el método simplificado de los coeficientes ACI expresado en las siguientes ecuaciones:

$$MA = \frac{1}{24} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 9}$$

$$MB = \frac{1}{9} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 10}$$

$$MC = \frac{1}{24} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 11}$$

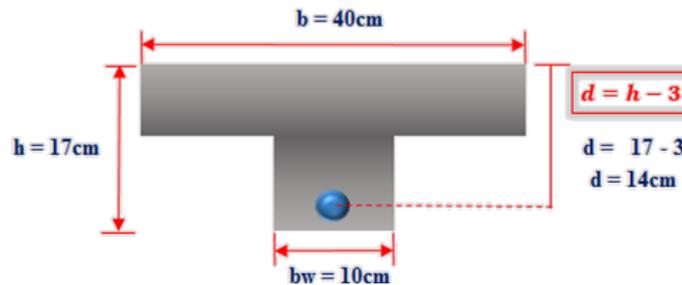
$$MAB = \frac{1}{14} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 12}$$

$$MBC = \frac{1}{14} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 13}$$

- El acero positivo y negativo se determina con la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0.85 * f'c * b * d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 * f'c * b}{f_y^2} * \left( \frac{0.85 * f'c * b * d^2}{2} - \frac{Mu}{\phi} \right)} \dots\dots \text{Ecuación 14.}$$

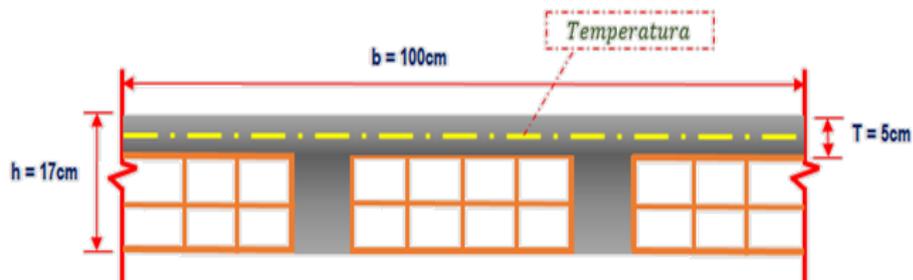
**Figura 2.** Esquema para el refuerzo positivo



- El acero de temperatura se determina mediante la siguiente expresión:

$$A_s = 0.0018 * b * T \dots\dots \text{Ecuación 15.}$$

**Figura 3.** Esquema para el refuerzo por temperatura



- El espaciamiento del acero de temperatura se determina con la siguientes formula:

$$\#Barras = \frac{A_{smin}}{A_{sb}} \dots\dots \text{Ecuación 16.}$$

$$S_{\phi} = \frac{b}{\#Barras} \dots\dots \text{Ecuación 17.}$$

$$S_{max} = S * T \dots\dots \text{Ecuación 18.}$$

Donde:

$A_{Smin}$ = Área de acero mínimo

$S_{\phi}$ =Espaciamiento por diámetro de acero

$S_{min}$ = Espaciamiento de acero mínimo

T= Espesor de losa

- Para calcular las Deflexiones:

La inercia bruta se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_g: \text{Inercia de sección bruta} = \frac{bh^3}{12} \dots\dots \text{Ecuación 19.}$$

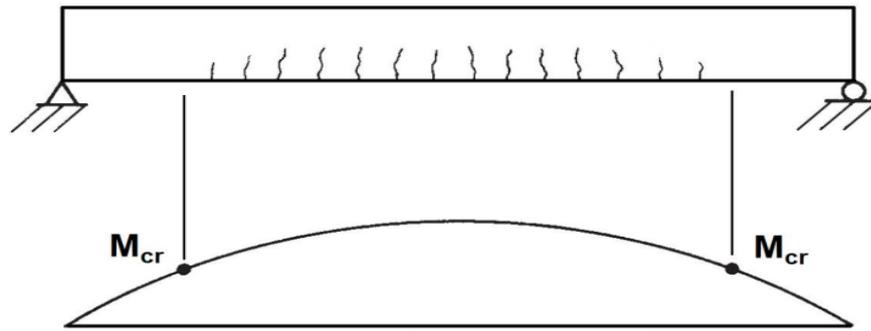
- Momento de fisuración:

Según ACI-318-19(22), también conocido como momento de fisuración, este término se refiere al punto en el que, al aumentar la carga aplicada sobre una viga o losa, los esfuerzos de tensión en la parte inferior de la estructura alcanzan el valor del módulo de ruptura del concreto, lo que provoca la formación de grietas en esa zona. Este concepto es crucial en el diseño estructural, ya que ayuda a determinar cuándo se pueden esperar fisuras en una estructura y es esencial para evaluar su comportamiento bajo carga.

La siguiente ecuación (ACI 318-19) nos permite calcular el valor del momento de agrietamiento en una viga sometida a flexión simple:

$$M_{cr} = \frac{1}{3}bh^3\sqrt{f'c} \dots\dots \text{Ecuación 20.}$$

**Figura 4.** Momento de fisuración de una losa



**Fuente:** Adaptado de “Análisis de Momento de Agrietamiento”, 2020, Universidad de XYZ, p. 01. Recuperado de [https://lf-universitas.com.ar/cursos/certificaciones/documentos/analisis/220504-Momento\\_de\\_agrietamiento.pdf](https://lf-universitas.com.ar/cursos/certificaciones/documentos/analisis/220504-Momento_de_agrietamiento.pdf)

Al determinar la inercia de la sección fisurada ( $I_{cr}$ ) de un elemento rectangular doblemente reforzado, es esencial considerar que el centro de gravedad de la sección transformada coincide con el eje neutro. Esta condición garantiza que, al evaluar los momentos con respecto al eje neutro, la suma de estos momentos sea igual a cero. Esta consideración es fundamental para asegurar la exactitud en el análisis de la sección fisurada y para obtener resultados confiables en el diseño estructural. Además, al tener en cuenta esta coincidencia, se facilita la comprensión del comportamiento estructural del elemento bajo carga, lo cual es vital para evitar errores en el proceso de diseño y para mejorar la seguridad y eficiencia de la estructura final. La inercia de la sección fisurada también influye en la rigidez del elemento, afectando su capacidad para resistir deformaciones y cargas adicionales. Por lo tanto, una evaluación meticulosa y precisa de ( $I_{cr}$ ) contribuye significativamente a la durabilidad y rendimiento del sistema estructural en su conjunto.

$$bc(c/2) + (n - 1)A's(c - d') = nAs(d - c) \dots\dots \text{Ecuación 21.}$$

Esta fórmula se utiliza para calcular la inercia con respecto al eje neutro, o bloque comprimido "c".

$$I_{cr} = bc^3/3 + nAs(d - c)^2 + (n - 1)A's(c - d')^2 \dots\dots \text{Ecuación 22.}$$

Dado que el valor "n" representa la relación entre el módulo de elasticidad del acero y el hormigón, en los cálculos mencionados se utiliza la sección convertida.

$$n = \frac{E_s}{E_c} \dots\dots \text{Ecuación 23.}$$

La inercia Efectiva se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cf} = \left[ \frac{M_{cr}}{M_a} \right]^3 I_g + \left[ 1 - \left[ \frac{M_{cr}}{M_a} \right]^3 \right] I_{cr} \quad I_{cr} \leq I_g \dots\dots \text{Ecuación 24.}$$

Donde:

$M_a$ : Momento Actuante (en servicio)

$M_{cr}$ : Momento de Fisuración

$I_g$ : Inercia de la sección bruta

$I_{cr}$ : Inercia de la sección fisurada

- Deflexión instantánea:

Según la norma E.060 (2022), la deflexión instantánea es un parámetro crucial en el análisis y diseño de estructuras, ya que permite evaluar el comportamiento inmediato del elemento bajo cargas aplicadas. Este desplazamiento instantáneo puede influir en la funcionalidad y seguridad de la estructura, especialmente en situaciones donde se requiere un control preciso de las deformaciones para evitar daños o fallos. En términos prácticos, la deflexión instantánea se puede determinar utilizando fórmulas específicas que consideran la geometría del elemento, las propiedades del material, y la magnitud y distribución de las cargas aplicadas. Por ejemplo, en vigas sometidas a cargas puntuales o distribuidas, se emplean ecuaciones derivadas de la teoría de la elasticidad y la resistencia de materiales para calcular la deflexión en puntos específicos a lo largo de la longitud de la viga.

Además, la norma E.060 proporciona directrices detalladas y métodos de cálculo que deben seguirse para asegurar que los valores de deflexión obtenidos sean precisos y confiables. Estos métodos incluyen el uso de factores de corrección para considerar efectos adicionales como la fisuración del concreto, la fluencia del material, y la

interacción entre diferentes elementos estructurales. La comprensión y aplicación adecuada de los conceptos relacionados con la deflexión instantánea son esenciales para los ingenieros estructurales, ya que permiten diseñar elementos que no solo cumplen con los requisitos de resistencia, sino que también garantizan un desempeño adecuado durante su vida útil. Este enfoque integral en el diseño contribuye a la creación de estructuras seguras, eficientes y duraderas.

Según la norma E.060 (2022), la deflexión instantánea se define como el desplazamiento perpendicular al eje neutro de un elemento estructural causado por una carga externa que se genera de manera inmediata. Esta deflexión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$y = \frac{5wl^4}{384EI} \dots\dots \text{Ecuación 25.}$$

Para casos comunes:

- Voladizos con carga concentrada en la punta:

$$y = \frac{pl^3}{3EI} \quad o \quad y = \frac{Ml^2}{3EI} \dots\dots \text{Ecuación 26.}$$

- Voladizos con la carga uniformemente repartida:

$$y = \frac{wl^3}{8EI} \quad o \quad y = \frac{Ml^2}{4EI} \dots\dots \text{Ecuación 27.}$$

- Vigas continuas

$$y = \frac{5}{48} \frac{l^2}{EI} [M_{CL} - (M_1 + M_2)] \dots\dots \text{Ecuación 28.}$$

Donde:

$M_{CL}$  = Momento en el centro de luz

$M_1$  y  $M_2$  = Momentos negativos en los extremos del tramo (sin signo)

- Deflexión diferida:

Según la normativa E.060 (2022), la deflexión diferida se define como el desplazamiento de un elemento estructural que es perpendicular a su eje neutro como resultado de una carga externa que actúa a lo largo del tiempo. Este tipo de deflexión se produce debido al flujo plástico del hormigón y la contracción de los elementos durante la flexión. La deflexión diferida es un fenómeno importante para considerar en el diseño estructural, ya que puede afectar significativamente el comportamiento a largo plazo de las estructuras.

La consideración de la deflexión diferida es esencial en el diseño de elementos de concreto armado, ya que el comportamiento diferido puede influir en la estabilidad y durabilidad de la estructura. Además, la normativa E.060 proporciona directrices detalladas sobre los factores de corrección y los métodos de cálculo que deben utilizarse para obtener valores precisos de deflexión diferida. Estos métodos incluyen la consideración de factores como la humedad relativa, la edad del concreto en el momento de la carga, y las características específicas del material. La comprensión y aplicación adecuada de los conceptos relacionados con la deflexión diferida son fundamentales para los ingenieros estructurales, permitiéndoles diseñar estructuras que no solo cumplan con los requisitos de resistencia inicial, sino que también mantengan un desempeño adecuado durante toda su vida útil. Este enfoque integral en el diseño contribuye a la creación de estructuras seguras, eficientes y sostenibles.

La normativa peruana usa el criterio dado en el ACI para calcular la deflexión diferida, como se muestra en la siguiente expresión:

$$y_{Diferida} = (\tau)y_{Instantanea}$$

Donde:  $\tau = \frac{F}{1+50\rho'} \dots\dots$  **Ecuación 29.**

Siendo:

$F= 1.0$  (3 meses)

$F=1.2$  (6 meses)

$F=1.4$  (12 meses)

$F=2.0$  (5 años o más)

$\rho'$  = Porcentaje de acero en compresión ( $A's/bd$ )

### 2.2.2.3. Limitaciones por Norma NTE E0.60

- Flexión

Cuando se trata de secciones en forma de T sometidas a momentos positivos, es fundamental considerar dos posibles enfoques para el análisis de esfuerzos utilizando la sección transformada. Estos enfoques dependen de la ubicación del bloque de compresión en relación con el espesor del ala.

En el primer caso, cuando el bloque de compresión se encuentra dentro del espesor del ala (es decir, cuando "a" es menor o igual a "hf"), se debe proceder a analizar la sección como si su ancho fuera rectangular. Esto implica que el ancho de la sección ( $b_w$ ) se considera igual al ancho total del ala ( $b$ ). Este enfoque simplifica el análisis al tratar la sección como si fuera completamente rectangular, lo cual es apropiado dado que la compresión se distribuye uniformemente a lo largo del ancho del ala.

Por otro lado, en la segunda situación, cuando el bloque comprimido está ubicado en el alma de la sección (donde "a" es mayor que "hf"), el análisis se realiza como si la sección fuera una viga en forma de T. En este caso, el ala y el alma de la sección deben ser consideradas por separado en el análisis de esfuerzos. El ala superior actúa como una placa ancha en compresión, mientras que el alma proporciona resistencia adicional y se comporta como una viga delgada que soporta la flexión.

Este enfoque es necesario porque la distribución de esfuerzos en una sección en forma de T varía significativamente dependiendo de la ubicación del bloque de compresión. Cuando el bloque de compresión está en el alma, la capacidad de la sección para resistir momentos de flexión se incrementa debido a la contribución adicional del ala superior.

El análisis preciso de secciones en forma de T es crucial para asegurar que las estructuras diseñadas sean capaces de soportar los momentos de flexión aplicados sin comprometer la seguridad ni la integridad estructural. Las consideraciones detalladas en estos enfoques permiten a los ingenieros estructurales evaluar de manera adecuada las capacidades de las secciones en T, optimizando así el diseño para cumplir con los requisitos de resistencia y estabilidad.

Además, estos enfoques son consistentes con las metodologías establecidas en las normas de diseño estructural, como las especificaciones del ACI, que proporcionan directrices claras para el análisis y dimensionamiento de secciones compuestas en concreto armado. La aplicación correcta de estos principios es fundamental para la creación de estructuras duraderas y eficientes, capaces de resistir las cargas y momentos impuestos a lo largo de su vida útil.

- Cortante

La fuerza cortante " $V_u$ " debe ser soportada por la capacidad de corte del concreto, representada como " $V_c$ ". En este caso, no es necesario el uso de estribos, ya que la capacidad de corte se basa exclusivamente en la resistencia del concreto. La fuerza " $V_c$ " se calcula considerando la combinación de cargas que resulta en la carga más elevada. Es crucial que la sección analizada cumpla con la condición " $\phi V_c \geq V_u$ ". Si esta condición no se cumple, se deben tomar medidas correctivas para asegurar que la sección sea capaz de resistir las fuerzas cortantes. Estas medidas pueden incluir el aumento del ancho de la sección, el incremento del peralte, o la mejora de la

resistencia a compresión del concreto ( $f'c$ ). Al aumentar el ancho de la sección, se incrementa la capacidad de corte debido a una mayor área de concreto disponible para resistir las fuerzas aplicadas. El incremento del peralte también contribuye a una mayor capacidad de corte, ya que se incrementa el brazo de palanca efectivo, mejorando así la resistencia global de la sección. Mejorar la resistencia a compresión del concreto ( $f'c$ ) es otra estrategia eficaz para aumentar la capacidad de corte de la sección. Al utilizar un concreto de mayor resistencia, se mejora la capacidad intrínseca del material para resistir esfuerzos cortantes, lo que puede ser una solución viable cuando las dimensiones de la sección no pueden ser modificadas debido a restricciones de diseño. Es importante realizar un análisis detallado para determinar la combinación óptima de estas medidas, asegurando que la sección cumpla con los requisitos de capacidad de corte sin comprometer otros aspectos del diseño estructural. La consideración de factores como la durabilidad, la economía y la constructibilidad es esencial para desarrollar una solución que no solo cumpla con los requisitos técnicos, sino que también sea viable desde un punto de vista práctico y económico. Además, la normativa de diseño estructural proporciona directrices específicas para el cálculo y la verificación de la capacidad de corte del concreto, lo que facilita la implementación de estas medidas de manera efectiva. La adherencia a estas directrices asegura que las estructuras diseñadas sean seguras y confiables, capaces de soportar las fuerzas aplicadas a lo largo de su vida útil.

- Servicio

Debe cumplir con las siguientes condiciones:

$$\rho_{min} \geq \rho > \rho_{max}$$

$$A_s \geq A_{min}$$

$$\rho_{min} \begin{cases} 0.0020; \text{barras corrugadas } f_y < 4200\text{kg/cm}^2 \\ 0.0018; \text{barras corrugadas } f_y \geq 4200\text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

- Momento de Ruptura

Blanco (1994) llama a este momento cuando la fibra externa del concreto en tracción alcanza su esfuerzo máximo resistente.

- Condiciones de servicio para elementos en flexión

Blanco (1994) afirma que para elementos sometidos a flexión, las condiciones de servicio se desarrollan a partir de cargas y momentos amplificados, comúnmente conocidos como los momentos últimos, obtenidos del estudio de la resistencia máxima del elemento. Este enfoque asegura que el diseño estructural contemple las cargas más críticas que el elemento pueda experimentar durante su vida útil, proporcionando un margen de seguridad adecuado.

Las condiciones de servicio tienen como objetivo evaluar el comportamiento de los elementos estructurales bajo las cargas de uso normal, verificando que las deformaciones y las tensiones no excedan los límites permitidos para asegurar el confort y la seguridad de los usuarios. Estas evaluaciones incluyen el análisis de deflexiones, fisuración, y vibraciones, entre otros aspectos, que pueden afectar el desempeño funcional de la estructura.

El análisis de las condiciones de servicio se realiza utilizando factores de carga y resistencia que amplifican las cargas reales y momentos a valores máximos esperados. Estos factores consideran posibles variaciones en las cargas aplicadas y las incertidumbres inherentes a los materiales y procesos constructivos. Por lo tanto, los momentos amplificados reflejan un escenario de carga más severo, asegurando que el elemento sea capaz de soportar condiciones extremas sin sufrir fallos estructurales.

La aplicación correcta de estos principios, tal como lo describe Blanco (1994), es esencial para desarrollar diseños estructurales que cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficiencia, asegurando la integridad y la funcionalidad de las edificaciones y otras estructuras a lo largo de su vida útil.

- Deflexión

El peralte mínimo requerido en las losas depende de varios factores, como la longitud libre entre apoyos, las condiciones de soporte, la resistencia de fluencia del acero utilizado, la orientación de los planos de la losa (unidireccional o bidireccional) y el método de construcción seleccionado. En el proceso de diseño, es esencial considerar los requisitos de uso, que incluyen el control de la deflexión y la prevención de grietas. El control de la deflexión es fundamental para garantizar la funcionalidad y durabilidad de las losas, previniendo problemas como el agrietamiento y la pérdida de servicio. Al adherirse a los principios y directrices del ACI, los ingenieros pueden diseñar losas que no solo cumplan con los requisitos de resistencia y estabilidad, sino que también ofrezcan un rendimiento óptimo bajo las condiciones de uso previstas.

### **2.2.3. Losa prefabricada**

De acuerdo con lo señalado por Almeyda y Saldaña (2021), las losas prefabricadas representan una alternativa viable de construcción para la creación de entresijos y terrazas. Este método implica la utilización de elementos de hormigón que son manufacturados previamente fuera del sitio de construcción. El propósito principal de esta técnica es simplificar el proceso de montaje en la obra, de manera que el usuario final solo tenga que ensamblar estos elementos prefabricados en el lugar de la construcción. Las losas prefabricadas ofrecen varios beneficios en comparación con las losas construidas in situ. Uno de los principales es la eficiencia en el tiempo de construcción. Al fabricar los elementos de hormigón en una planta controlada, se puede reducir significativamente el tiempo de construcción en el sitio, permitiendo que los proyectos se completen más rápidamente y reduciendo los costos asociados con el tiempo de obra. Además, la producción en una planta permite un control de calidad más riguroso, asegurando que los elementos prefabricados cumplan con los

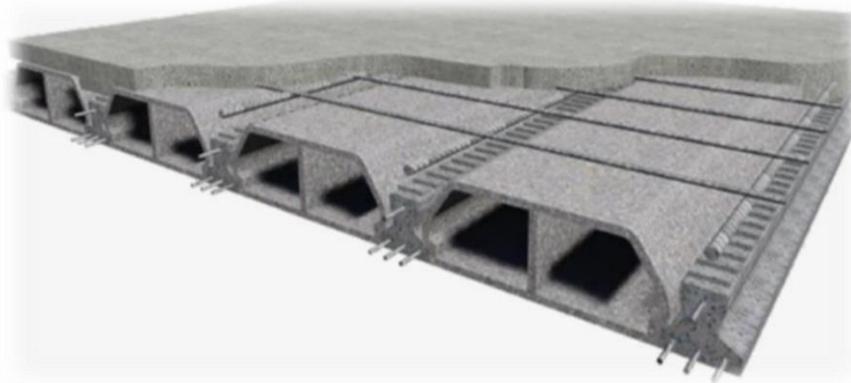
estándares de diseño y especificaciones técnicas, lo que resulta en una mayor uniformidad y fiabilidad de los elementos estructurales. Otro beneficio importante es la reducción de costos laborales. La prefabricación minimiza la necesidad de mano de obra intensiva en el sitio de construcción, ya que el montaje de los elementos prefabricados es más rápido y menos exigente en términos de habilidades específicas. Asimismo, la prefabricación puede contribuir a disminuir el impacto ambiental del proyecto al reducir el tiempo de construcción y optimizar el uso de materiales. La producción en planta permite una mejor gestión de los residuos y el reciclaje de materiales. Además, las losas prefabricadas ofrecen flexibilidad de diseño, ya que pueden ser diseñadas para cumplir con una amplia gama de requisitos arquitectónicos y estructurales, ofreciendo soluciones personalizadas para diferentes tipos de edificaciones. El proceso de ensamblaje de losas prefabricadas en el sitio de construcción implica varios pasos clave. Primero, se debe asegurar que el sitio esté adecuadamente preparado, con los soportes y elementos de apoyo necesarios instalados y listos para recibir las losas prefabricadas. Luego, los elementos de hormigón son transportados desde la planta de fabricación hasta el sitio de construcción. Este transporte debe planificarse cuidadosamente para evitar daños y asegurar una entrega eficiente. Utilizando grúas y otros equipos de levantamiento, los elementos prefabricados se colocan en su posición final. El ensamblaje debe realizarse de acuerdo con los planos de diseño y las especificaciones técnicas, asegurando una correcta alineación y conexión entre los elementos. Una vez ensamblados, se realizan las conexiones necesarias entre los elementos prefabricados y el resto de la estructura, lo que puede incluir la colocación de juntas, el vertido de hormigón en las conexiones y la realización de acabados superficiales para garantizar la continuidad estructural y estética.

### 2.2.3.1. Sistema de Losa aligerada con viguetas prefabricadas pretensadas

De acuerdo con la investigación de Almeyda y Saldaña (2021), las losas prefabricadas representan una alternativa viable para la construcción de entresijos y terrazas, destacándose por la utilización de elementos de hormigón manufacturados previamente fuera del sitio de construcción. Este enfoque tiene como propósito simplificar el proceso de montaje en la obra, de modo que el usuario final solo deba ensamblar estos elementos prefabricados en el lugar de la construcción. Este sistema estructural se compone de viguetas prefabricadas sometidas previamente a pretensado, bóvedas con una cantidad reducida de armadura y losas de compresión que se vierten en el sitio. La ventaja principal de este método es que no se requiere añadir refuerzo en la parte inferior de la losa, lo cual simplifica y acelera el proceso de construcción. Las columnas y las propias losas actúan como elementos de soporte durante el encofrado, eliminando la necesidad de un refuerzo adicional complejo. Las losas prefabricadas ofrecen varios beneficios en comparación con las losas construidas in situ. Uno de los principales es la eficiencia en el tiempo de construcción. Al fabricar los elementos de hormigón en una planta controlada, se puede reducir significativamente el tiempo de construcción en el sitio, permitiendo que los proyectos se completen más rápidamente y reduciendo los costos asociados con el tiempo de obra. Además, la producción en una planta permite un control de calidad más riguroso, asegurando que los elementos prefabricados cumplan con los estándares de diseño y especificaciones técnicas, resultando en una mayor uniformidad y fiabilidad de los elementos estructurales. Otro beneficio importante es la reducción de costos laborales. Según la investigación de Meza y Martell (2019), la prefabricación minimiza la necesidad de mano de obra intensiva en el sitio de construcción, ya que el montaje de los elementos prefabricados es más rápido y menos exigente en términos de habilidades específicas. Asimismo, la prefabricación puede contribuir a disminuir el impacto ambiental del proyecto al reducir el tiempo de construcción y optimizar el uso de materiales. La producción en planta permite

una mejor gestión de los residuos y el reciclaje de materiales.

**Figura 5.** Sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas



#### **2.2.3.1.1. Características técnicas estructurales:**

Según la investigación de Meza y Martell (2019), las losas aligeradas que incorporan viguetas pretensadas poseen la capacidad de contrarrestar las cargas que soportan, incluyendo su propio peso y las cargas externas, gracias al proceso de pretensado. Esta técnica dota al sistema de una mayor resistencia estructural. Gracias a esta particularidad, el elemento puede funcionar eficazmente en toda su sección transversal, a diferencia de tener una zona en tracción (donde el concreto se encuentra bajo la influencia de la armadura de acero) como se mencionó previamente con relación al comportamiento de vigas sin pretensado. En este contexto, el apoyo no se considera como un factor que inflencie la formación de fisuras en estos esfuerzos. El uso de viguetas pretensadas en losas aligeradas ofrece diversas ventajas. Una de ellas es la optimización del uso del concreto, ya que el pretensado permite que toda la sección de la losa participe en la resistencia a las cargas, evitando la formación de zonas en tracción que puedan ser susceptibles a fisuras. Además, al reducir la cantidad de acero de refuerzo necesario, se disminuyen los costos de material y mano de obra,

haciendo que el proceso constructivo sea más eficiente.

- El cálculo de espesor de la losa se ha realizado teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$H=L/25 \dots\dots \text{Ecuación 30.}$$

- El peso de la losa aligerada con viguetas pretensadas se encuentra especificado en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Peso propio de losa aligerada en función al espesor vigas pretensadas.*

H losa (cm)	H bovedilla de concreto (cm)	WPP (kg/m2)
17 a 50 cm	12	265
20 a 50 cm	15	280
25 a 50 cm	20	335
30 a 50 cm	25	400

**Fuente:** Adaptada de "Viguetas Pretensadas" (p. 21), por Concremax (2018), Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Para calcular el peso de la carga muerta se tiene en cuenta el peso propio de la losa aligerada, peso de los acabados y tabiquería.

- El peso de losa aligerada se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$W_l = C_u \times A_t \dots\dots \text{Ecuación 31.}$$

Donde:

$W_l$  = Peso de losa aligerada

$C_u$  = Carga unitaria de losa aligerada

$A_t$  = Área tributaria

- El peso de acabados se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$W_a = C_u \times A_t \dots\dots \text{Ecuación 32.}$$

Donde:

$W_l$  = Peso de acabados

$C_u$  = Carga unitaria de acabados

$A_t$  = Área tributaria

- El peso de la tabiquería se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$W_t = C_u \times A_t \dots\dots \text{Ecuación 33.}$$

Donde:

$W_l$  = Peso de tabiquería

$C_u$  = Carga unitaria de acabados

$A_t$  = Área tributaria

- En la carga viva se tiene en cuenta la sobre carga especificada en la norma E.020 y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W_v = S/C \times A_t \dots\dots \text{Ecuación 34.}$$

Donde:

$W_v$  = Carga viva

$S/C$  = Sobre carga

$A_t$  = Área tributaria

- La carga última se calcula teniendo en cuenta lo estipulado en la norma E.020 y se halla mediante la siguiente expresión:

$$C_u = 1.4 CM + 1.7 CV \dots\dots \text{Ecuación 35.}$$

Donde:

$C_u$ : Carga última

$CM$ : Carga muerta

$CV$ : Carga viva

- Para la cortante resistente se considera la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Cortante Resistente*

H de losa (cm)	ØVc (tonf) para f'c =210 kg/cm2
17	1.25
20	1.50
25	2.00
30	2.40

**Fuente:** Adaptada de “Viguetas Pretensadas” (p. 23), por Concremax (2018), Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- Para determinar el acero positivo se debe considerar la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Resistencia a Flexión de las viguetas prefabricadas en unidades kgf.m*

H losa (cm)	V101	V102	V103	V104	V105
17	807	1099	1338	1648	1989

**Fuente:** Adaptada de “Viguetas Pretensadas” (p. 24), por Concremax (2018), Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- Para determinar el momento en los apoyos y en el tramo se debe considerar las siguientes expresiones:

$$MA = \frac{1}{24} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 36}$$

$$MB = \frac{1}{9} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 37}$$

$$MC = \frac{1}{24} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 38}$$

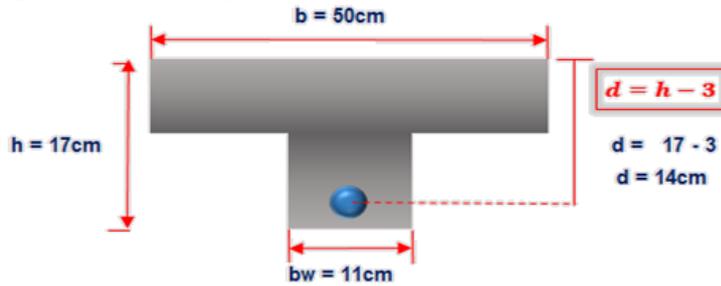
$$MAB = \frac{1}{14} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 39}$$

$$MBC = \frac{1}{14} * WU_V * L^2 \quad \text{Ecuación 40}$$

- El acero positivo se determina con la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0.85 * f'c * b * d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 * f'c * b}{f_y^2} * \left( \frac{0.85 * f'c * b * d^2}{2} - \frac{Mu}{\phi} \right)} \dots\dots \quad \text{Ecuación 41.}$$

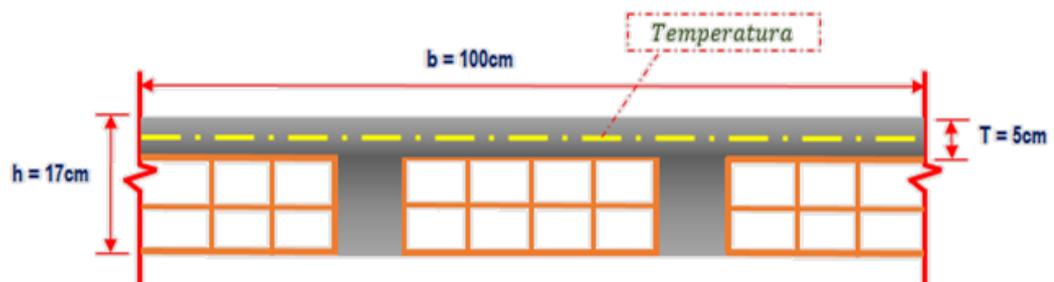
**Figura 6.** Esquema para el refuerzo positivo



- El acero de temperatura se determina con la siguiente formula:

$$A_s = 0.0018 * b * T \dots\dots \text{Ecuación 42.}$$

**Figura 7.** Esquema para el refuerzo por temperatura



- El espaciamiento del acero de temperatura se determina con las siguientes fórmulas:

$$\#Barras = \frac{A_{smin}}{A_{sb}} \dots\dots \text{Ecuación 43.}$$

$$S_{\phi} = \frac{b}{\#Barras} \dots\dots \text{Ecuación 44}$$

$$S_{max} = S * T \dots\dots \text{Ecuación 45.}$$

Donde:

$A_{smin}$ = Área de acero mínimo

$S_{\phi}$ =Espaciamiento por diámetro de acero

$S_{min}$ = Espaciamiento de acero mínimo

T= Espesor de losa

- Para calcular las Deflexiones:

- La inercia bruta se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_g: \text{Inercia de sección bruta} = \frac{bh^3}{12} \dots\dots \text{Ecuación 46.}$$

- Momento de fisuración se calcula mediante la siguiente expresión:

$$M_{cr} = \frac{1}{3}bh^3\sqrt{f'c} \dots\dots \text{Ecuación 47.}$$

- Esto asegura que cuando se calculan los momentos respecto al eje neutro, su suma debe ser cero.

$$bc(c/2) + (n - 1)A's(c - d') = nAs(d - c) \dots\dots \text{Ecuación 48.}$$

- Esta fórmula se utiliza para hallar el bloque comprimido "c", o eje neutro, y calcular la inercia con respecto a él.

$$I_{cr} = bc^3/3 + nAs(d - c)^2 + (n - 1)A's(c - d')^2 \dots\dots \text{Ecuación 49.}$$

- La sección modificada se utiliza en las ecuaciones mencionadas, en las que el número "n" representa la relación entre el módulo de elasticidad del acero y el del hormigón.

$$n = \frac{Es}{Ec} \dots\dots \text{Ecuación 50.}$$

- La inercia Efectiva se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cf} = \left[ \frac{M_{cr}}{M_a} \right]^3 I_g + \left[ 1 - \left[ \frac{M_{cr}}{M_a} \right]^3 \right] I_{cr} \quad I_{cr} \leq I_g \dots\dots \text{Ecuación 51.}$$

Donde:

Ma: Momento actuante (en servicio)

Mcr: Momento de fisuración

Ig: Inercia de la sección bruta

Icr: Inercia de la sección fisurada

- La deflexión instantánea se calcula mediante la siguiente expresión:

$$y = \frac{5wl^4}{384EI} \dots\dots \text{Ecuación 52.}$$

Para casos comunes:

- Voladizos con carga concentrada en la punta:

$$y = \frac{pl^3}{3EI} \quad \text{o} \quad y = \frac{Ml^2}{3EI} \dots\dots \text{Ecuación 53.}$$

- Voladizos con la carga uniformemente repartida:

$$y = \frac{wl^3}{8EI} \quad \text{o} \quad y = \frac{Ml^2}{4EI} \dots\dots \text{Ecuación 54}$$

- Vigas continuas

$$y = \frac{5}{48} \frac{l^2}{4EI} [M_{CL} - (M_1 + M_2)] \dots\dots \text{Ecuación 55.}$$

Donde:

$M_{CL}$  = Momento en el centro de luz

$M_1$  y  $M_2$  = Momentos negativos en los extremos del tramo (sin signo)

- La normativa peruana usa el criterio dado en el ACI para calcular la deflexión diferida, como se muestra en la siguiente expresión:

$$y_{Diferida} = (\tau)y_{Instantanea} \dots\dots$$

$$\text{Donde: } \tau = \frac{F}{1+50\rho'} \dots\dots \text{Ecuación 56.}$$

Siendo:

F= 1.0 (3 meses)

F=1.2 (6 meses)

F=1.4 (12 meses)

F=2.0 (5 años o más)

$\rho'$  = Porcentaje de acero en compresión (A's/bd)

#### 2.2.3.1.2. Proceso Constructivo:

- De acuerdo con la investigación de Meza y Martell (2019), el uso de viguetas pretensadas en losas aligeradas es un método eficaz que proporciona mayor resistencia estructural y durabilidad. Para asegurar un rendimiento óptimo, es fundamental seguir una serie de pasos detallados en el proceso de construcción, desde el almacenamiento hasta el vaciado de concreto.
- En el estudio realizado por Meza y Martell (2019), se enfatiza que las viguetas deben

ser dispuestas sobre una superficie de suelo firme. Estas deben configurarse en múltiples paneles separados mediante el uso de listones de madera, colocados de manera precisa para garantizar una correcta alineación. Este método de almacenamiento previene deformaciones y daños en las viguetas antes de su instalación.

- Según la investigación de Meza y Martell (2019), se recomienda utilizar encofrado de madera, que es útil tanto para el arriostramiento como para la colocación de las soleras. Se sugiere crear una contraflecha en el encofrado de manera que, al realizar el vertido del concreto, esta se alinee con la superficie de la losa. La instalación de las viguetas se lleva a cabo de manera más eficiente utilizando equipos de elevación. Es crucial asegurarse de que las viguetas se inserten en las vigas de soporte de acuerdo con lo establecido en el código y el plano de diseño correspondiente, garantizando la estabilidad y la transferencia adecuada de cargas.
- Una vez que las viguetas están en su lugar, se procede a conformar el acero negativo y las varillas de las vigas de soporte para asegurar una transferencia de carga adecuada. La instalación de las bovedillas se inicia en los extremos, sirviendo como guía para los bloques de relleno que se colocarán posteriormente. Es esencial tener en cuenta que las instalaciones sanitarias y eléctricas deben ubicarse de manera que no interfieran con las bovedillas y, en ningún caso, deben penetrar en la vigueta, garantizando así la integridad y funcionalidad del sistema.
- Antes de verter el concreto en la losa superior, es importante instalar la malla de temperatura. Para mejorar la adherencia entre el concreto y las vigas, se aconseja humedecer las viguetas antes de llevar a cabo el vaciado. Este paso asegura una mejor integración del concreto con los elementos prefabricados, aumentando la durabilidad y resistencia de la estructura final.
- El proceso detallado en la investigación de Meza y Martell (2019) proporciona una guía completa para la construcción de losas aligeradas con viguetas pretensadas. Desde el almacenamiento adecuado hasta el vaciado de concreto, cada etapa es

crucial para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad del sistema estructural.

El cumplimiento de estas prácticas permite aprovechar al máximo las ventajas de las losas prefabricadas, ofreciendo soluciones constructivas robustas y fiables.

### 2.3. Definición de Términos

- Apuntalamiento

Columnas esenciales que proporcionan soporte al encofrado y al concreto fresco en la losa, resistiendo cargas durante el colado para asegurar la estabilidad del proyecto de construcción.

- Bovedilla:

Componentes entre viguetas en el encofrado, crean espacio para relleno de concreto, optimizan peso y fortalecen la losa, mejorando eficiencia y comportamiento estructural del sistema constructivo.

- Casetón:

Material ligero y versátil usado como encofrado en construcción. Reduce peso, ofrece aislamiento y facilita manipulación, optimizando eficiencia y proporcionando beneficios térmicos y acústicos.

- Innovación

La integración inicial de nuevas tecnologías en una empresa, marcando el comienzo de mejoras en eficiencia y competitividad en la industria de la construcción.

- Metrado:

Proceso de asignación de fondos en un presupuesto de obra según unidad de medida establecida, facilitando cálculos y estimaciones de costos por elemento o actividad en construcción.

- Prefabricación

Implementación de métodos industriales en construcción para optimizar el proceso, garantizar calidad y acelerar la velocidad de construcción, maximizando la productividad y calidad del proyecto.

- Puntales

Elementos verticales o inclinados utilizados para sostener el peso de cargas durante la construcción, garantizando estabilidad y seguridad, absorbiendo y distribuyendo cargas para mantener la integridad estructural del proyecto

- Tecnología de construcción

La combinación coordinada de técnicas, recursos, herramientas y mano de obra en la realización de tareas de construcción, definida como "metodología constructiva", garantizando calidad, seguridad y eficiencia en el proceso.

- Módulo de elasticidad

Conexión entre deformación unitaria y tensión en un material, reflejando su rigidez antes de cargas significativas, crucial en ingeniería de materiales y estructuras para comprender su respuesta ante fuerzas externas.

## 2.4. Marco Normativo

- Norma E.020 "Cargas"

La Norma E.020 "Cargas" establece los principios para determinar los valores mínimos de carga que deben considerarse en el diseño de elementos estructurales. Proporciona pautas esenciales para calcular las fuerzas que actúan sobre las estructuras, asegurando un dimensionamiento seguro y eficiente.

- Norma E.030 "Diseño Sismorresistente"

La Norma E.030 "Diseño Sismorresistente" establece los requisitos mínimos para el

diseño de edificaciones, con el objetivo de garantizar una resistencia adecuada frente a eventos sísmicos. Su propósito principal es asegurar que los edificios cumplan con estándares que mitiguen los efectos de los terremotos, promoviendo la seguridad estructural y la protección de vidas y propiedades. Esta normativa proporciona directrices esenciales para construir estructuras capaces de resistir y soportar eficientemente las fuerzas generadas por los movimientos telúricos.

- Norma E.060 “Concreto Armado”

La Norma E.060 "Concreto Armado" establece los requisitos mínimos para la planificación, diseño, construcción, inspección y gestión de estructuras de hormigón armado. Su objetivo es proporcionar lineamientos esenciales en todas las etapas del proceso, desde la concepción del proyecto hasta su ejecución y mantenimiento. Estas normativas aseguran la integridad y durabilidad de las estructuras de hormigón armado, ofreciendo un marco integral que abarca desde el diseño hasta la supervisión y el mantenimiento continuo de las construcciones.

- Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas

Los metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas establecen estándares mínimos actualizados para la cuantificación de proyectos que integran los presupuestos de Obras de Edificación (OE) y Habilitaciones Urbanas (HU). Esto implica definir criterios precisos y actualizados que deben seguirse al cuantificar los recursos necesarios para la ejecución de proyectos en el ámbito de la construcción de edificaciones y desarrollos urbanos. Estos estándares buscan proporcionar un marco normativo claro y actualizado, asegurando la consistencia y precisión en la estimación de costos, lo que contribuye a la transparencia y eficiencia en la gestión de recursos en el sector de la construcción.

- Manual de Viguetas Techomax o FIRTH, certificado por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento con la R.M. N° 331-2005- VIVIENDA, 2005

El Manual de Viguetas Techomax o FIRTH, certificado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con la R.M. N° 331-2005-VIVIENDA, establece las indicaciones técnicas y los detalles constructivos específicos para las viguetas pretensadas utilizadas en la construcción de losas aligeradas. Su objetivo principal es proporcionar pautas detalladas para la fabricación, diseño y colocación de estas viguetas, asegurando así un comportamiento óptimo y la conformidad con los estándares de calidad. Este manual incluye disposiciones técnicas que garantizan la seguridad estructural, eficiencia y durabilidad de las construcciones que incorporan viguetas pretensadas en sus sistemas de losas. Las instrucciones abarcan todas las etapas del proceso, desde la producción en planta hasta la instalación en el sitio de construcción, proporcionando un marco integral para el uso adecuado de estos elementos.



# CAPÍTULO III

# MATERIALES Y MÉTODOS

### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación abordada fue Aplicada, ya que se enfocó en resolver un problema concreto en la construcción de losas en Nuevo Chimbote. El estudio comparó las características técnicas estructurales y la eficiencia constructiva entre losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas con viguetas pretensadas. Adicionalmente, se cuantificaron los costos y el tiempo de construcción para cada tipo de losa, proporcionando información valiosa para futuras decisiones constructivas en la región. El propósito práctico y directo de la investigación realzó su naturaleza aplicada, orientada a mejorar los procesos de construcción locales.

### **3.2. Nivel de investigación**

Esta investigación presentó un nivel o alcance aplicativo debido a que se centró en la evaluación comparativa de dos sistemas de construcción de losas (las aligeradas convencionales y las prefabricadas con viguetas pretensadas) en un contexto específico (Nuevo Chimbote). El objetivo principal fue proporcionar información práctica y utilizable que pudiera influir en la toma de decisiones relacionadas con la construcción de infraestructuras en esa área geográfica. Al examinar las características técnicas, los costos y los tiempos de construcción de ambos sistemas, esta investigación buscó generar conocimientos que pudieran aplicarse directamente en la industria de la construcción local. Además, al identificar limitaciones y proponer posibles soluciones, ofreció recomendaciones concretas para mejorar las prácticas de construcción y promover la adopción de tecnologías más avanzadas.

La investigación adoptó un enfoque mixto, evidenciado por la utilización de métodos cuantitativos y cualitativos para analizar datos y objetivos:

- **Cuantitativo:** Se midió y evaluó cuantitativamente las características técnicas estructurales, el costo y el tiempo de construcción de losas aligeradas convencionales y prefabricadas con viguetas pretensadas. Estas mediciones proporcionaron datos numéricos precisos para comparaciones objetivas.

- Cualitativo: Se realizó un análisis cualitativo al interpretar las limitaciones estructurales dentro de un cuadro comparativo. Este análisis involucró evaluar cómo estas limitaciones influían en la aplicabilidad y efectividad de los tipos de losa en contextos constructivos reales, lo que añadió una dimensión de evaluación práctica y adaptabilidad a las normativas y requerimientos específicos del entorno de construcción.

### **3.3. Diseño de la investigación**

Según Arias (2021), este diseño valora a los sujetos en su hábitat natural, sin modificar ninguna circunstancia, y no aplica estímulos ni condiciones experimentales a las variables de estudio. Además, no se experimenta con las variables de estudio. De este tipo de diseño destacan dos variantes: El diseño transversal y el diseño longitudinal. La principal diferencia entre estos dos tipos de diseño es el momento en que se realizan las evaluaciones.

La investigación descrita presentó un diseño no experimental. Esto se debió a que, en los objetivos planteados, la metodología no implicó la manipulación intencionada de variables para observar los efectos causales en un ambiente controlado, característico de los estudios experimentales. En cambio, se observaron y midieron las características técnicas estructurales, costos, y eficiencia de construcción de losas aligeradas y prefabricadas, sin intervenir o alterar las condiciones bajo las cuales operan estas estructuras.

En los estudios no experimentales, como el mencionado, las condiciones ya existen y el investigador las estudia tal como se presentan en el entorno natural o en el contexto específico de interés, sin intentar modificarlas para propósitos del estudio. Esto se reflejó en los objetivos de comparación y cuantificación, más que en el establecimiento de un ambiente controlado para observar cambios causados por variables manipuladas experimentalmente.

La investigación que se llevó a cabo utilizó un diseño transversal. Este diseño se eligió porque los objetivos de la investigación se centraron en medir y comparar las

características técnicas estructurales, los costos y el tiempo de construcción entre dos tipos de losas en un momento específico, sin seguir estas variables a lo largo del tiempo.

### **3.4. Unidad de análisis**

Losa aligerada.

### **3.5. Ubicación**

Distrito: Nuevo Chimbote

Provincia: Santa

Departamento: Áncash

### **3.6. Población y Muestra**

Según Arias (2021), la población finita, se refiere a una población donde se conoce el número exacto de sujetos que la componen, y población infinita, se utiliza cuando no se dispone de datos precisos sobre la cantidad de individuos en la población. También se puede considerar una población infinita cuando esta contiene un número significativamente grande de sujetos, generalmente más de cien mil individuos.

Según Arias (2021), el muestreo no probabilístico se emplea cuando se busca seleccionar una población considerando sus características compartidas o basándose en un juicio subjetivo por parte del investigador. En este enfoque, no se utiliza un método de muestreo estadístico y no todos los miembros de la población tienen una oportunidad igual de ser elegidos. Además, se recurre a este método cuando la población es reducida, con menos de 100 individuos.

En este estudio, la población incluyó todas las construcciones en Nuevo Chimbote que emplean losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas con viguetas pretensadas. La muestra se compuso de diseños específicos de losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas para una planta de 8m x 20 m. Esta selección fue crucial porque permitió un control riguroso de los parámetros

del estudio y facilitó una comparación directa y precisa entre ambas tecnologías bajo condiciones idénticas. Este enfoque posibilita un análisis estructural más sistemático y minucioso, vital para determinar diferencias en el rendimiento estructural y eficacia en la construcción de manera exacta. Además, este método refleja un interés concreto en aplicar los resultados a contextos reales y específicos en el ámbito de la construcción civil. La elección de la muestra se realizó mediante muestreo por conveniencia, incluyó diseños de losas que cumplieran con las especificaciones del estudio, lo que permitió una evaluación detallada de las características estructurales comparativas de ambos tipos de losas. Se optó por esta técnica debido a las limitaciones prácticas de tiempo y recursos, lo que ayudó a asegurar la recolección de datos relevantes y manejables, garantizando que los casos seleccionados fueran representativos y pertinentes a los objetivos de la investigación.

### **3.7. Variables**

#### **3.7.1. Variable independiente**

- Losa aligerada convencional.
- Losa prefabricada con viguetas pretensadas.

#### **3.7.2. Variable dependiente**

- Evaluación estructural

### 3.7.3. Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022	<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuáles son las diferencias en términos de características técnicas estructurales y eficiencia en la construcción entre las losas aligeradas convencionales y las losas prefabricadas en Nuevo Chimbote?</p>		<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Realizar la evaluación estructural de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada en la ciudad de Nuevo Chimbote.</p>	Losa Aligerada convencional
	<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿Qué sistema de losa aligerada (Convencional o prefabricada con viguetas pretensadas) presenta mejores características técnicas estructurales?</p>	Las losas prefabricadas con viguetas pretensadas presentan mejores características técnicas estructurales y eficiencia en la construcción que las losas convencionales.	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.</p>	INDEPENDIENTE
	<p>¿Qué limitaciones presenta la estructura de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas?</p>		Realizar un cuadro comparativo estableciendo las limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas.	
	<p>¿Cuánto cuesta construir una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas?</p>		Determinar el costo una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.	DEPENDIENTE
	<p>¿Qué sistema de losa aligerada (Convencional o prefabricada con viguetas pretensadas) se construye de manera más rápida y eficiente?</p>		Cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.	

### 3.7.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Independiente	Según Vásquez (2022), es un tipo de estructura de piso que se utiliza comúnmente en la construcción para crear superficies planas y resistentes en edificios y otras estructuras.			Características técnicas estructurales	Ficha de observación	Razón Numérica
Losa Aligerada convencional	Esta técnica combina viguetas prefabricadas de concreto, conocidas como viguetas pretensadas, con bloques o paneles aligerados que se colocan entre las viguetas para formar una losa.	La losa aligerada convencional fue analizada considerando el tiempo de construcción, características técnicas estructurales, el presupuesto destinado y las limitaciones de la estructura	Estructura	Limitaciones	Ficha de observación	Razón Numérica
				Costos	Ficha de observación	Razón Numérica
				Tiempo	Ficha de observación	Nominal
Independiente	Según Meza y Martell (2019), es un tipo de estructura de piso comúnmente utilizada en la construcción para crear superficies planas y resistentes en edificios y otras estructuras.			Características técnicas estructurales	Ficha de observación	Razón Numérica
Losa prefabricada	Esta técnica combina viguetas prefabricadas de concreto, conocidas como viguetas pretensadas, con bloques o paneles aligerados que se colocan entre las viguetas para formar una losa.	La losa prefabricada fue analizada considerando el tiempo de construcción características técnicas estructurales, el presupuesto destinado y las limitaciones de la estructura.	Estructura	Limitaciones	Ficha de observación	Razón Numérica
				Costos	Ficha de observación	Razón Numérica
				Tiempo	Ficha de observación	Nominal

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Evaluación estructural	Según Vásquez (2022), es el análisis de la capacidad de las losas para cumplir con los requerimientos estructurales y de eficiencia en la construcción.	La evaluación estructural abarcó el análisis de las características técnicas estructurales y la eficiencia en la construcción de las losas. En las características técnicas estructurales se midió por el peso propio de las losas, su capacidad para resistir la carga última, el momento máximo soportado, el momento de fisuración, y las deflexiones tanto instantáneas como diferidas, reflejando su integridad, durabilidad y resistencia. La eficiencia en la construcción se evaluó a través del tiempo total invertido en la construcción y el costo total que englobó materiales y mano de obra.	Características técnicas estructurales	Peso propio de la losa	Ficha de observación	Razón Numérica
				Carga última	Ficha de observación	Razón Numérica
				Momento máximo	Ficha de observación	Razón Numérica
				Momento de fisuración	Ficha de observación	Razón Numérica
				Deflexión instantánea	Ficha de observación	Razón Numérica
				Deflexión diferida	Ficha de observación	Razón Numérica
				Tiempo	Ficha de observación	Razón Numérica
Costo	Ficha de observación	Razón Numérica				
		Eficiencia en la construcción				

### **3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos**

En este estudio se aplicó el método de revisión documental y como instrumento se utilizó una ficha de registro documental como se observa en la tabla 06, para recopilar datos vitales sobre las características y cualidades de ambos sistemas, así como información adicional. Estos datos se obtuvieron de manuales técnicos, trabajos de investigación, datos económicos y técnicos de CONCREMAX relativos al sistema de losas de viguetas pretensadas.

Además, se utilizó información estadística generada por la empresa CONCREMAX a lo largo de varios años y basada en sus experiencias en diversos proyectos, incluyendo cotizaciones y datos sobre rendimientos de mano de obra y materiales a emplear.

Por último, se tuvieron en consideración las pautas establecidas en el reglamento nacional de Metrados y se hicieron uso de herramientas de Excel para llevar a cabo el análisis. Se validó la Ficha de Registro Documental para un estudio sobre losas aligeradas convocando a un panel de expertos en ingeniería civil. Estos expertos evaluaron el instrumento proporcionando retroalimentación sobre la relevancia y claridad de cada ítem. Basándonos en las sugerencias recibidas, se ajustó la ficha y se documentaron meticulosamente los cambios. Una revisión posterior confirmó la mejora en la validez y confiabilidad del instrumento, culminando así el proceso de validación.

**Tabla 6**

*Ficha de registro documental*

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL - LIMITACIONES ESTRUCTURALES  
DE LOSAS ALIGERADAS**

**Elaborado:**

**FECHA:**

---

**1. PARÁMETROS COMPARATIVOS:**

- a) Tipo de losa :
- b) Ancho de Viguetas:
- c) Espesor de Losas:
- d) Luces Máximas:

Separación entre Ejes:

**3. MATERIALES CONSTRUCTIVOS:**

- a) Ladrillos:
- b) Pies Derechos:

**4. DETALLES ADICIONALES:**

- a) Soleras:
- b) Tablones:
- c) Frisos:
- d) Desencofrado:

**5. CONCLUSIÓN TÉCNICA:**

**5. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS:**

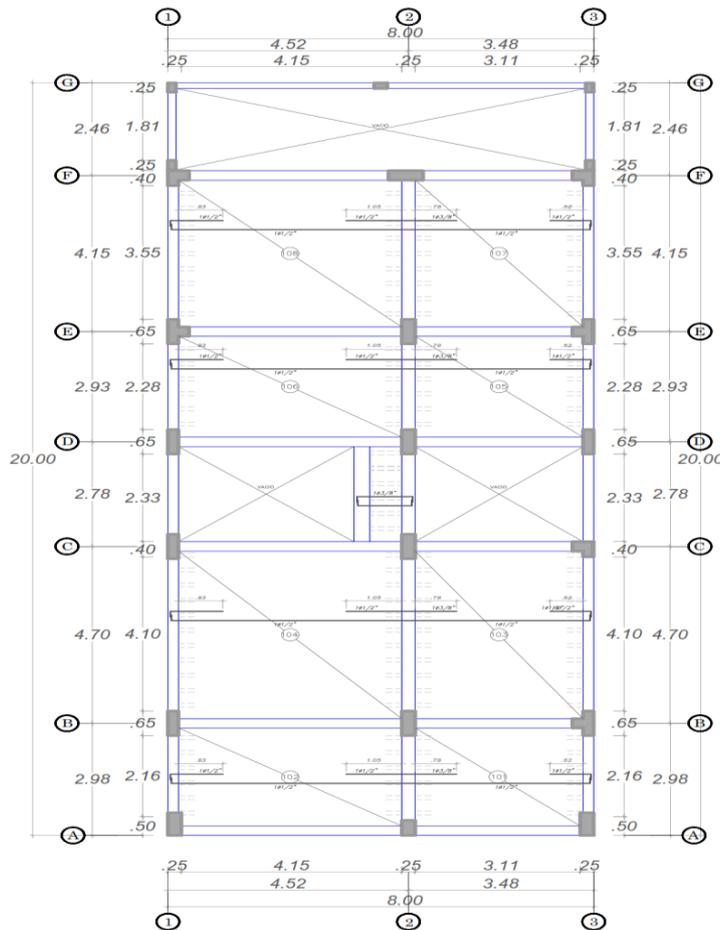
---

### 3.9. Procedimientos

#### 3.9.1. Comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas.

Se determinó el espesor de la losa aligerada y la losa prefabricada con viguetas pretensadas siguiendo los criterios de la norma E.060 y el método ACI. Se consideró la planta típica de la figura 08, donde se muestran las luces para analizar las características estructurales de dos tipos de losas: una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. Estas losas se evaluaron en dos tramos con luces de 4.145 metros y 3.105 metros, respectivamente. Este análisis permitirá evaluar sus características técnicas estructurales bajo estas condiciones específicas.

Figura 8. Planta de una losa aligerada



- Se determinó la altura de la losa utilizando la ecuación 02, basándose en la longitud de los tramos especificados en la imagen 08.
- Para el metrado de cargas, se calculó el peso propio de la losa, los acabados y la tabiquería mediante las ecuaciones 03, 04 y 05.
- El cálculo de la carga viva se consideró de acuerdo con la norma E.020 y la tabla 02, y se halló mediante la ecuación 06.
- Para la carga última amplificada, se empleó un factor de amplificación sobre las cargas muerta y viva combinadas, utilizando la ecuación 07.
- Para calcular los momentos máximos, se aplicaron las ecuaciones 09, 10, 11, 12 y 13 mediante el método simplificado de coeficientes para determinar los momentos en diversos puntos de la losa, ajustándose las constantes según la posición y el tipo de soporte.
- Para el cálculo del refuerzo necesario, se estimaron los momentos en varios puntos críticos de la losa utilizando la ecuación 14 para definir las necesidades de refuerzo estructural.
- Para el cálculo del refuerzo por temperatura, se emplearon las ecuaciones 15, 16, 17 y 18 para calcular el área mínima del refuerzo en relación con cambios de temperatura. Además, se definieron las especificaciones de colocación y dimensionamiento del refuerzo.
- Para el Cálculo de la deflexión, se procedió hallar la Inercia de la sección bruta mediante la ecuación 19 para comprender la rigidez inicial de la losa.
- El Momento de fisuración, se determinó mediante la ecuación 20 para evaluar la resistencia de la losa ante cargas que podrían causar fisuras.
- La Inercia de la sección fisurada y efectiva, se calcularon utilizando las ecuaciones 22 y 24 para prever la respuesta de la losa bajo condiciones de carga reales, incluyendo los efectos de las fisuras desarrolladas bajo carga.

- La Deflexión instantánea y deflexión diferida, se calcularon mediante las ecuaciones 25 y 29, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por las ecuaciones 26, 27 y 28.

### **3.9.2. Realizar un cuadro comparativo estableciendo las limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas.**

- Se identificaron los aspectos específicos a comparar entre la losa aligerada convencional y la losa prefabricada con viguetas pretensadas. Las categorías seleccionadas incluyeron ancho de viguetas, espesor de losas, luces máximas, separación entre ejes, dimensiones de los ladrillos, espaciamiento de los pies derechos, espaciamiento de las soleras, espaciamiento de los tablonos, altura de los frisos y tiempo de desencofrado.
- Se utilizó Excel para elaborar una tabla con dos columnas principales: una para la losa aligerada convencional y otra para la losa prefabricada con viguetas pretensadas. En la primera fila, se enumeraron las categorías de comparación seleccionadas.
- Se investigó y recopiló información relevante sobre las características y limitaciones de cada tipo de losa en relación con las categorías de comparación. Esta información se obtuvo de fuentes confiables como libros, artículos técnicos, sitios web especializados y consultas a expertos en construcción.
- En la columna correspondiente a cada tipo de losa, se anotaron los detalles específicos sobre las limitaciones en cada categoría.
- Se realizó una revisión cuidadosa de la tabla para asegurar que estuviera bien organizada y que la información fuera coherente y precisa.
- Antes de finalizar el cuadro comparativo, se hizo una revisión final para garantizar que toda la información fuera precisa y se presentara de manera clara y coherente.

### **3.9.3. Determinar el costo una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.**

- Listado y Cálculo de Materiales: Se enumeraron los materiales necesarios para cada tipo de losa y se calculó la cantidad requerida de cada uno. Posteriormente, se recopilaron precios actualizados de diversos proveedores y bases de datos de costos de construcción, incluyendo los costos de transporte y entrega.
- Cálculo del Acero de Refuerzo ( $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>): Se determinó la cantidad necesaria de acero y se aplicó el precio unitario para calcular el costo total de esta partida.
- Apuntalamiento y Desencofrado (305.10 m<sup>2</sup>): Se calculó la cantidad necesaria y se aplicó el precio unitario para obtener el costo total de esta partida.
- Bovedilla de arcilla (25x39x12 cm): Se especificó la cantidad requerida en unidades y se calculó el costo total aplicando el precio unitario.
- Viguetas Pretensadas: Se determinó la cantidad necesaria por metro lineal y se calculó el costo total aplicando el precio unitario.
- Concreto para losa aligerada ( $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>): Se especificó la cantidad necesaria por metro cúbico y se calculó el costo total aplicando el precio unitario.
- Curado de la Estructura: Se determinó la cantidad necesaria por metro cuadrado y se calculó el costo total aplicando el precio unitario.
- Flete Terrestre: Se estimó el costo teniendo en cuenta la distancia de Lima a Chimbote y de Chimbote a Nuevo Chimbote.
- Se utilizaron valores referenciales para calcular la distancia virtual entre el origen y el destino, según el ANEXO II de valores referenciales por kilómetro virtual para el transporte de bienes por carretera en función a las distancias virtuales

desde Lima hacia los principales destinos nacionales.

- Se aplicó el costo por kilómetro según los valores referenciales establecidos para la modalidad de transporte seleccionada. Según el ANEXO II valores referenciales por kilómetro virtual para el transporte de bienes por carretera en función a las distancias virtuales desde Lima hacia los principales destinos nacionales.
- Los precios se ajustaron utilizando una fórmula basada en la comparación de un índice de precios actual con un índice de precios base. Este método permite reflejar los cambios en los costos debido a factores como la inflación o variaciones en el mercado de combustibles.
- Se calculó el peso total de los materiales a ser transportados sumando los pesos individuales de cada tipo de material o mercancía incluida en el envío.
- El costo total del flete se estimó multiplicando el peso total del transporte por el costo ajustado por unidad de peso. Esta estimación proporciona un panorama claro del costo involucrado en el transporte desde el punto de origen hasta el destino.
- Suma de Costos Individuales: Se agregaron todos los costos individuales para calcular el costo directo total de la losa aligerada convencional y prefabricada.
- Revisión de Precios y Cantidades: Se revisaron todos los precios y cantidades para garantizar su actualización y precisión, ajustándolos según las variaciones del mercado o cambios en el alcance del proyecto.

### **3.9.4. Cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.**

- Se establecieron los parámetros de tiempo para cada etapa del proceso constructivo, basándonos en los rendimientos y metrados detallados en los precios unitarios. Este paso fue crucial para alinear el tiempo total de construcción con los estándares de eficiencia previstos.
- Se calculó el número de días necesarios para la instalación del acero de refuerzo, utilizando los metrados específicos y los rendimientos por unidad de medida establecidos en los precios unitarios. Este enfoque aseguró una estimación precisa del tiempo requerido para esta fase.
- Se ejecutó el encofrado y desencofrado de la losa aligerada, aplicando los rendimientos por metro cuadrado especificados en los precios unitarios. Esta metodología permitió un calcular el tiempo necesario para estas actividades.
- Se instalaron las bovedillas de concreto conforme a los metrados y los rendimientos por unidad indicados en los precios unitarios. Este paso facilitó una mejor aproximación del tiempo empleado en la instalación.
- Se posicionaron las viguetas pretensadas siguiendo el diseño estructural y los rendimientos por metro lineal presentes en los precios unitarios, lo que permitió optimizar el cálculo del tiempo de instalación.
- Se vertió el concreto teniendo en cuenta el volumen necesario y el rendimiento por metro cúbico especificado en los precios unitarios. Este proceso ayudó a definir con precisión el tiempo necesario para esta etapa.
- Se ajustó el tiempo de curado del concreto de acuerdo con los tiempos establecidos en los precios unitarios, garantizando la calidad y resistencia del material conforme a las especificaciones técnicas.

- Se sumaron los tiempos calculados para cada una de las etapas del proceso constructivo basados en los rendimientos establecidos. Este total reflejó el tiempo necesario para completar la construcción de la losa aligerada tanto convencional como prefabricada con viguetas pretensadas.

### **3.10. Métodos de análisis de datos**

- Para comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas; se utilizó el análisis de datos descriptivos para describir las observaciones hechas durante el cálculo estructural de las dos variantes de losa. Los resultados de este análisis proporcionaron una base clara para la comparación directa entre las propiedades estructurales medidas de las losas (peso propio, carga última, momento máximo, momento de fisuración, deflexión instantánea y deflexión diferida)
- Para establecer un cuadro comparativo detallado, que destacó las limitaciones de cada tipo de losa, es por ello que se recurrió nuevamente al análisis de datos descriptivos. En este proceso, se condensó la información sobre las limitaciones estructurales de cada tipo de losa, utilizando datos recopilados de normativas y especificaciones técnicas, organizándolos en un formato de cuadro comparativo.
- Se utilizó una combinación de análisis de datos predictivos y descriptivos para estimar los costos asociados con la construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. Esto implicó la estimación de costos futuros basándose en información histórica de costos, precios de materiales y mano de obra, complementada con un análisis descriptivo para ofrecer una visión completa del costo de construcción de cada tipo de losa.

- Para cuantificar el tiempo de construcción de ambos tipos de losas, se empleó el análisis de datos exploratorios. Este método permitió investigar los tiempos de construcción registrados, identificando tendencias y patrones. Asimismo, facilitó la comprensión de las diferencias de tiempo entre los dos métodos de construcción y los factores que podrían influir en ellos.



# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. Análisis e interpretación de resultados.

### 4.1.1. Comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas.

En la Tabla 7 se observó las diferencias en las características técnicas estructurales entre una losa aligerada convencional y una losa prefabricada, ambas de 17 cm de espesor, evaluadas a través de varios parámetros de desempeño estructural. La losa prefabricada presentó un peso propio ligeramente inferior al de la losa convencional, con 265 kgf/m<sup>2</sup> frente a 280 kgf/m<sup>2</sup>. Esto indica que la losa prefabricada podría ofrecer ventajas en términos de carga muerta aplicada a la estructura subyacente, lo que es favorable en términos de diseño estructural y fundaciones. Se observó que la losa prefabricada soportó una mayor carga última por vigueta, alcanzando 0.566 toneladas por metro, comparado con 0.461 toneladas por metro en la losa convencional. Este resultado sugiere que la losa prefabricada tiene una mayor capacidad de carga, lo cual es crítico para aplicaciones donde las cargas impuestas son altas. En todos los puntos de medición (MA, MA-B, MB, MB-C, MC), la losa prefabricada registró momentos últimos más altos, lo que implica una mejor capacidad para resistir momentos inducidos por cargas, incrementando potencialmente su estabilidad y durabilidad en comparación con la losa convencional. Los requerimientos de refuerzo de acero fueron similares en la mayoría de los casos, utilizando barras de Ø 1/2". Sin embargo, en la sección B, la losa convencional requirió un refuerzo adicional de Ø 3/8", lo que no fue necesario para la losa prefabricada. Esto podría interpretarse como una optimización en el uso del refuerzo para la losa prefabricada, reduciendo potencialmente los costos y la mano de obra en su instalación. El momento de fisuración fue mayor en la losa prefabricada, con un valor de 69800.1313 Kg.cm comparado con 55840.11 Kg.cm

en la losa convencional.

Esto demostró que la losa prefabricada posee una mayor resistencia a la formación de fisuras bajo cargas, un aspecto favorable para la durabilidad y mantenimiento a largo plazo. Las deflexiones, tanto instantáneas como diferidas (observadas a los 60 meses), fueron consistentemente menores en la losa prefabricada. La deflexión instantánea fue de solo 0.11 cm en la losa prefabricada, comparada con 0.24 cm en la convencional, y similarmente, la deflexión diferida fue de 0.042 cm frente a 0.095 cm. Estos resultados indican una mejor respuesta de la losa prefabricada bajo cargas dinámicas y estáticas a lo largo del tiempo.

**Tabla 7**

*Características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada de 17 cm de espesor.*

Losa Aligerada		17 cm	
Características		Convencional	Prefabricada
Peso Propio (Kgf/m <sup>2</sup> )		280	265
Carga ultima por vigueta (Tn/m)		0.461	0.566
	MA	0.330	0.405
	MA-B	0.566	0.694
Momentos Últimos (Tn x m)	MB	0.673	0.826
	MB-C	0.317	0.389
	MC	0.185	0.227
	A	Ø 1/2"	Ø 1/2"
	A-B	Ø 1/2"	
Refuerzo necesario de Acero	B	Ø 1/2" + Ø 3/8"	Ø 1/2"+ Ø 3/8"
	B-C	Ø 1/2"	
	C	Ø 1/2"	Ø 1/2"
Momento de Fisuración (Kg .cm)		55840.11	69800.13
Deflexión instantánea (cm)		0.24	0.11
Deflexión diferida - 60 meses (cm)		0.095	0.042

La figura 09 muestra una comparación entre la capacidad estructural máxima de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada. Los resultados revelaron una clara superioridad de la losa prefabricada, con un momento máximo de 22.73% mayor que el de la losa convencional. Este dato se obtuvo contrastando los momentos máximos de ambas losas, siendo 0.673 Tn·m para la convencional y 0.826 Tn·m para la prefabricada. Estos resultados demostraron que, históricamente, las losas prefabricadas tienen una capacidad estructural notablemente superior en términos de resistencia a momentos inducidos por cargas. Este hallazgo es relevante para aplicaciones estructurales que requieran mayor resistencia y rigidez, destacando la eficacia de las mejoras en el diseño y la construcción de las losas prefabricadas.

La comparación gráfica y numérica demostró que las losas prefabricadas no solo son viables, sino más eficientes para proyectos que buscan un rendimiento estructural óptimo. Este resultado impactó no solo en la selección de materiales, sino también en la planificación del diseño estructural, la optimización de recursos y la reducción de costos a largo plazo debido a una mayor durabilidad y menor necesidad de mantenimiento y reparaciones.

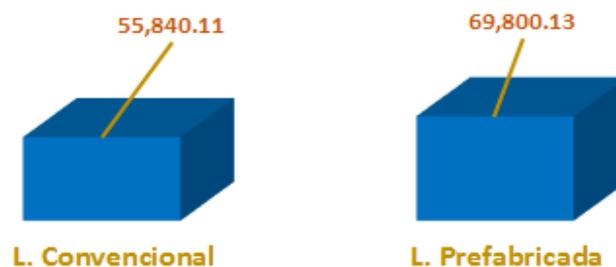
**Figura 9.** Comparación del momento máximo de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada.



En la figura 10, la losa prefabricada alcanzó un momento de fisuración de 69,800.13 kg.cm, en contraste con los 55,840.11 kg.cm de la losa convencional. Este aumento del 25% en el momento de fisuración para la losa prefabricada implicó que su estructura tenga la capacidad de soportar un cuarto más de carga antes de experimentar fisuras en comparación con la losa convencional. La losa prefabricada superó a la losa convencional, proporcionando así una opción más robusta para aplicaciones donde las cargas estructurales y la resistencia a la formación de fisuras eran consideraciones críticas. Este atributo se traduce en una vida útil más larga y menos mantenimiento, lo que resulta ser ventajoso desde una perspectiva económica y de seguridad estructural. Además, la mayor resistencia a la fisuración de la losa prefabricada no solo implicó una reducción en los riesgos de falla estructural, sino también la posibilidad de diseñar losas más delgadas o con menor refuerzo en ciertas condiciones, optimizando el uso de materiales y potencialmente reduciendo los costos de construcción. Por lo tanto, el momento de fisuración superior de la losa prefabricada con viguetas pretensadas la convierte en una opción atractiva para proyectos que exigen altos estándares de rendimiento y seguridad estructural.

**Figura 10.** Comparación del momento de fisuración de una losa aligerada convencional y una losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas.

### Momento de Fisuración (kg.cm)



En la figura 11, se reveló que la losa aligerada convencional experimentó una deflexión instantánea sustancialmente mayor que la losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas. Los datos indicaron que la deflexión instantánea de la losa convencional era un 126.97% superior a la de la losa prefabricada, lo que se traduce en una capacidad de deformación bajo carga mayor para la losa convencional. En términos prácticos, bajo idénticas condiciones de carga, la losa convencional se flexionaba o deformaba en mayor medida en comparación con la losa prefabricada, lo cual era claramente visible en las diferencias entre las deflexiones medidas de 0.24 cm para la convencional frente a solo 0.11 cm para la prefabricada. Esta característica en la respuesta estructural fue crítico al considerar el diseño y la elección de materiales para proyectos específicos. La preferencia por niveles más bajos de deflexión, que es a menudo deseable en la ingeniería estructural para garantizar la integridad y el funcionamiento adecuado de las construcciones, hacía que la losa prefabricada con viguetas pretensadas fuese más atractiva para aplicaciones donde tales características son primordiales.

**Figura 11.** Comparación de la deflexión instantánea de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada.



En la figura 12, se constató que la losa aligerada convencional exhibió una deflexión diferida mayor a lo largo de un periodo de 60 meses en comparación con la losa prefabricada con viguetas pretensadas. La deflexión diferida registrada para la losa convencional fue de 0.095 cm, mientras que la losa prefabricada mostró una deflexión diferida de solo 0.042 cm, lo que representa una diferencia notable de 0.05 cm entre ambas. Este resultado indicó que la losa convencional, con el paso del tiempo, tendió a sufrir una deformación más pronunciada, sugiriendo una menor estabilidad estructural a largo plazo en comparación con la losa prefabricada. En el contexto de proyectos de construcción que pueden verse afectados por cambios a largo plazo en la estructura, como en el caso de edificaciones que requieren mantener precisión dimensional (por ejemplo: Laboratorios, hospitales o edificios industriales), esta diferencia podría ser crítica. La mayor deflexión diferida en la losa convencional podría traducirse en un aumento de los costos de mantenimiento y reparación a lo largo de la vida útil de la estructura, así como en la posibilidad de impactos adversos en la funcionalidad o la estética del edificio.

**Figura 12.** Comparación de la deflexión diferida más de 60 meses de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.

### Deflexión Diferida después de 60 meses (cm)



#### 4.1.2. Cuadro comparativo de las limitaciones de la estructura de cada sistema.

**Tabla 8**

*Limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y una losa aligerada con viguetas pretensadas.*

Limitaciones	Tipos de Losa	
	Losa aligerada convencional	Losa aligerada con viguetas pretensadas
Ancho de viguetas	Según la Norma E.060 (2020), ítem 8.11.2, el ancho de la vigueta debe ser igual o superior a 100 mm para cumplir con las especificaciones requeridas.	De acuerdo con la información de Concremax en 2019, las viguetas se diseñaban con un ancho de 11 cm, lo que muestra que el proveedor establecía esta medida en ese periodo.
Espesor de losas	Según la Norma E.060 (2020), ítem 8.11.5, el espesor de la losa no debe ser inferior a 50 mm ni menor al 1/12 de la distancia libre entre las nervaduras. Estas dimensiones mínimas aseguran que el espesor de la losa cumpla con los requisitos normativos.	Según Concremax en 2019, los espesores disponibles para sus losas eran de 17, 20, 25 y 30 cm, indicando que la empresa ofrecía múltiples opciones de espesor en ese momento.
Luces máximas	Según Blanco (1994), las luces máximas recomendadas para diferentes espesores de losas son: - 17 cm de espesor: luz máxima de 4 metros. - 20 cm de espesor: luz máxima de 4 a 5.5 metros. - 25 cm de espesor: luz máxima de 5 a 6.5 metros. - 30 cm de espesor: luz máxima de 6 a 7.5 metros.  Estas recomendaciones indican las distancias máximas seguras para cada espesor de losa, considerando la carga y otros factores de diseño.	De acuerdo con la información proporcionada por Concremax en 2019, las luces máximas permitidas pueden variar según el tipo de vigueta utilizado en el diseño de la losa. Las luces máximas recomendadas para cada tipo de vigueta son las siguientes:  - Para la vigueta V101, la luz máxima permitida es de 4.5 metros. - Para la vigueta V102, la luz máxima permitida es de 6.5 metros. - Para la vigueta V103, la luz máxima permitida es de 7.5 metros. - Para la vigueta V104, la luz máxima permitida es de 7.5 metros. - Y para la vigueta V105, la luz máxima permitida es de 8.5 metros.
Separación entre ejes	Según la Norma E.060 (2020), ítem 8.11.3, la separación entre elementos de soporte en una losa no debe exceder los 750 mm. Es esencial respetar esta distancia para cumplir con las especificaciones normativas.	Según Concremax en 2019, el espaciamiento entre los elementos de soporte en sus losas estaba en el rango de 50 a 60 cm. Esto significa que la empresa recomendaba mantener esta distancia en sus diseños o especificaciones.

Ladrillos	<p>La NTP 331.017 (2015) indica que el ladrillo de arcilla de Hueco 15 debe tener las siguientes características</p> <p>Largo: 30 cm                      Ancho: 30 Alto :12 cm</p>	<p>Concremax (2019), indica las siguientes características de los ladrillos de bovedilla</p> <p>Largo: 25 cm                      Ancho: 39 cm Alto :12 cm                      Apoyo: 1,74 cm</p>
Pies derechos	<p>Según el Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa (2022), el espaciamiento máximo permitido para los pies derechos es de 90 cm. Este límite asegura la estabilidad y resistencia de la estructura, por lo que es esencial respetarlo al diseñar y construir con estos elementos de soporte vertical.</p>	<p>Según Concremax (2019), el espaciamiento máximo permitido para los pies derechos (o soportes verticales) es de 1.5 metros. Esto indica que la empresa recomendaba mantener esta distancia para garantizar la estabilidad y resistencia de la estructura. Es importante seguir las especificaciones del proveedor y las normativas locales para cada proyecto.</p>
Soleras	<p>Según el Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa (2022), el espaciamiento máximo permitido para las soleras es de 90 cm. Este espaciamiento asegura la estabilidad y resistencia adecuadas de la estructura, por lo que es importante seguir estas directrices al diseñar y construir con estructuras de acero.</p>	<p>Según Concremax (2019), el espaciamiento máximo permitido para las soleras es de 2.0 metros. Esto sugiere que la distancia entre las soleras puede ser de hasta 2.0 metros sin comprometer la estabilidad y resistencia de la estructura. Es crucial seguir las recomendaciones del proveedor y las normativas locales al diseñar y construir estructuras que incluyan soleras.</p>
Tablones	<p>El Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa (2022) recomienda un espaciamiento de 40 cm entre los tablones. Este espaciamiento es crucial para la estabilidad y resistencia de las estructuras, por lo que es importante seguir estas directrices en el diseño y la construcción.</p>	<p>Según Concremax (2019), no es necesario utilizar tablones en el contexto específico al que se refiere. Esto sugiere que, en ciertas circunstancias o tipos de construcción, no se requiere el uso de tablones como parte del proceso constructivo. Es fundamental seguir las recomendaciones del proveedor y las normativas locales para determinar cuándo es necesario o apropiado el uso de tablones en una obra.</p>
Frisos	<p>Según el Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa (2022), la altura de los frisos debe ser igual al espesor de la losa. Esto asegura que los frisos proporcionen el soporte adecuado durante la construcción, contribuyendo a una construcción eficiente y consistente en el diseño de la losa.</p>	<p>Según Concremax (2019), se recomienda que la altura del friso termine en la viga durante la construcción de una losa. Esto implica diseñar los frisos de manera que se integren y terminen en la estructura de la viga, asegurando la continuidad y la integridad estructural entre la losa y la viga. Esta práctica contribuye a una adecuada distribución de las cargas y a una resistencia efectiva del sistema global.</p>

---

Desencofrado	Según el Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa (2022), se recomienda un curado mínimo de 7 días para el concreto, evitando dañar los refuerzos. Un curado adecuado es esencial para la resistencia y durabilidad del concreto. Esta recomendación puede variar según las prácticas y especificaciones locales.	Según la recomendación de Concremax (2019), el periodo de curado de una losa aligerada debe ser de 5 a 15 días, dependiendo de las dimensiones o luces del paño de la losa. Un curado adecuado es crucial para asegurar la resistencia y durabilidad del concreto, y la duración específica puede variar según las condiciones ambientales y las especificaciones del proyecto.
--------------	--	---

---

Nota: Se enfatiza que la losa prefabricada con viguetas pretensadas demostró tener mejores características técnicas estructurales y eficacia en la construcción en comparación con una losa aligerada convencional. Esta información es valiosa para la elección entre estos dos tipos de losas en un determinado proyecto, ya que sugerimos que la losa prefabricada es una opción más sólida desde el punto de vista técnico.

#### 4.1.3. Determinar el costo una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas.

**Tabla 9**

*Costo directo de una losa aligerada con viguetas pretensadas de un edificio de 3 niveles.*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio s/	Parcial s/
1.00	Losa prefabricada con viguetas pretensadas h=0.17 m				
1.01	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	Kg	765.00	5.53	S/4,230.45
1.02	Apuntalamiento y desencofrado de losa aligerada	m <sup>2</sup>	305.10	13.96	S/4,259.20
1.03	Bovedilla de arcilla 25x39x12 cm	und	2281	3.46	S/7,892.26
1.04	Vigueta pretensada	ml	610.0	15.49	S/9,448.90
1.05	Concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada	m <sup>3</sup>	18.79	302.75	S/5,688.67
1.06	Curado de estructura	m <sup>2</sup>	305.10	1.54	S/ 469.85
1.07	Flete terrestre	Glb	1	4882.19	S/4,882.19
<b>Costo directo</b>					<b>S/ 36,871.52</b>

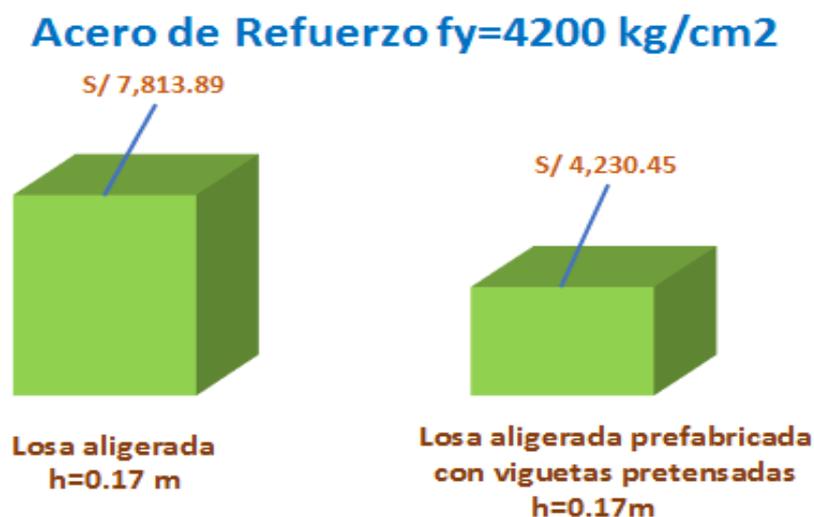
**Tabla 10**

*Costo directo de una losa aligerada convencional de un edificio de 3 niveles.*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio s/	Parcial s/
1.00	Losa aligerada h=0.17 m				
1.01	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	KG	1413.00	5.53	S/ 7,813.89
1.02	Encofrado y desencofrado de losa aligerada	m <sup>2</sup>	305.10	69.34	S/21,155.63
1.03	Ladrillos de arcilla 30x30x12 cm	und	2541.48	2.28	S/ 5,794.58
1.04	Concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada	m <sup>3</sup>	24.41	302.75	S/ 7,389.52
1.05	Curado de estructura	m <sup>2</sup>	305.10	1.54	S/ 469.85
<b>Costo directo</b>					<b>S/42,623.48</b>

En la figura 13, se mostró que la losa prefabricada con viguetas pretensadas resultó ser significativamente más económica en comparación con la losa convencional. El ahorro fue de S/ 3,583.44, lo que equivalió al 45.86% del costo del acero utilizado en la losa convencional. Este ahorro sustancial implicó que el costo del acero de la losa prefabricada con viguetas pretensadas demandó solo el 54.14% del costo total del acero necesario para la losa convencional. Este análisis resaltó la eficiencia económica de utilizar viguetas pretensadas en la construcción de losas prefabricadas. La reducción en el costo del acero no solo contribuyó a un menor gasto total en materiales, sino que también tuvo un impacto positivo en los tiempos de construcción y la facilidad de instalación, debido a la naturaleza prefabricada de las viguetas.

**Figura 13.** Comparación del costo del acero de las estructuras de un edificio de 3 niveles.



En la figura 14, se mostró que la losa prefabricada con viguetas pretensadas demostró ser más económica en comparación con la losa convencional, con un ahorro de S/16,896.44. Esto representó el 79.87% del costo del encofrado y desencofrado de la losa convencional. En otras palabras, la losa prefabricada con viguetas pretensadas incurrió en solo el 20.13% del costo total de encofrado y desencofrado de la losa aligerada convencional. Este análisis destacó la considerable eficiencia económica del uso de viguetas pretensadas en losas prefabricadas. La notable reducción en los costos de encofrado y desencofrado no solo disminuyó el gasto total en estos procesos, sino que también reflejó una mayor facilidad y rapidez en la instalación de las losas prefabricadas, debido a la menor necesidad de encofrado complejo.

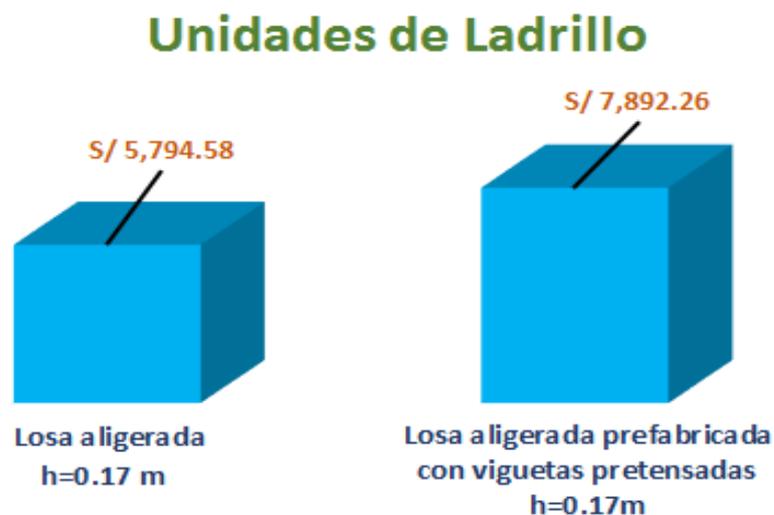
**Figura 14.** Comparación del costo de encofrado y desencofrado de las estructuras de un edificio de 3 niveles.

### Encofrado y Desencofrado de Losa Aligerada



En la figura 15, se mostró que la losa prefabricada con viguetas pretensadas resultó ser más costosa, con un valor superior de S/ 2,097.68. Esto representó un incremento del 36.20% del costo total de unidades de ladrillos en comparación con la losa convencional. Este análisis destacó que, aunque la losa prefabricada con viguetas pretensadas ofreció ventajas económicas en otros aspectos, como el encofrado y desencofrado, presentó un costo más elevado en términos de unidades de ladrillos. Este incremento se debió al precio adicional asociado con los materiales y la tecnología utilizada en las viguetas pretensadas.

**Figura 15.** Comparación del costo de las unidades de ladrillo de las estructuras de un edificio de 3 niveles.



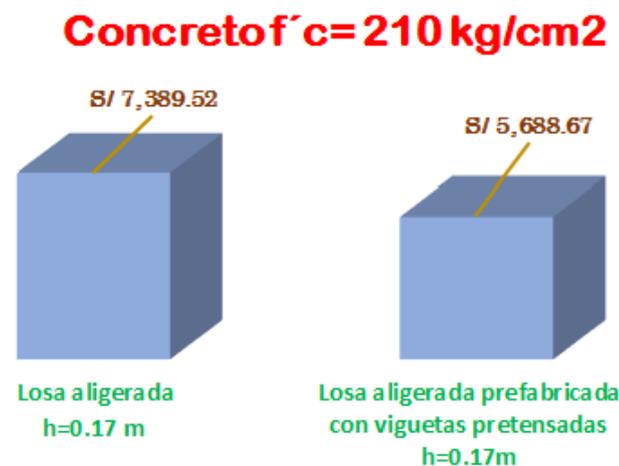
En la figura 16, se observó que el costo de las viguetas pretensadas para la losa prefabricada fue de S/ 9,448.90, mientras que la losa aligerada convencional no incurrió en ningún costo asociado a esta partida. Este análisis resaltó una diferencia clave en los costos entre ambos tipos de losas. La inversión en viguetas pretensadas es un componente del costo total de la losa prefabricada. Sin embargo, esta inversión puede ser justificada por las ventajas estructurales y de eficiencia que ofrecen las viguetas pretensadas, como la mejora en la durabilidad y la reducción del tiempo de construcción. En contraste, la losa aligerada convencional no incurre en este costo adicional, lo que puede hacerla más económica en términos de materiales específicos. No obstante, es importante considerar todos los aspectos del costo y el desempeño a lo largo del ciclo de vida de la estructura al elegir el tipo de losa más adecuado para un proyecto.

**Figura 16.** Comparación del costo de la vigueta pretensada de las estructuras de un edificio de 3 niveles.



En la figura 17, se mostró que la losa prefabricada con viguetas pretensadas resultó ser más económica, con un ahorro de S/ 1,700.85, lo que representó un 23.02% menos en comparación con el costo del concreto de la losa convencional. En términos porcentuales, la losa prefabricada con viguetas requirió solo el 76.98% del costo de concreto de la losa aligerada convencional. Este análisis destacó la eficiencia en el uso de concreto al optar por losas prefabricadas con viguetas pretensadas. La reducción en el costo del concreto puede ser atribuida a un diseño más optimizado y a la capacidad de las viguetas pretensadas de mejorar la distribución de las cargas, permitiendo un uso más eficiente del material.

Figura 17. Comparación del costo del concreto de un edificio de 3 niveles.



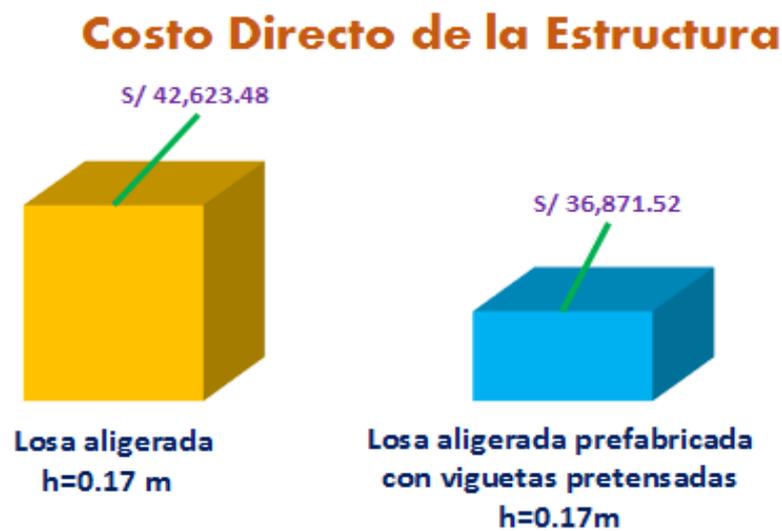
En la figura 18, Ambas estructuras presentaron el mismo costo de curado.

Figura 18. Comparación del costo de curado de las estructuras de un edificio de 3 niveles.



En la figura 19, se mostró que la losa prefabricada con viguetas pretensadas resultó ser más económica, con un ahorro de S/ 5,751.96, lo que representó un 13.49% menos en comparación con el costo total de la losa convencional. En términos porcentuales, la losa prefabricada con viguetas requirió solo el 86.51% del costo de la losa aligerada convencional. Este análisis destacó la ventaja económica global de utilizar losas prefabricadas con viguetas pretensadas, demostrando que esta opción puede reducir significativamente los costos totales de construcción. La eficiencia de las viguetas pretensadas no solo optimiza el uso de materiales, sino que también contribuye a menores costos en términos de mano de obra y tiempos de construcción.

**Figura 19.** Comparación del costo directo de las estructuras de un edificio de 3 niveles.



#### 4.1.4. Cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada.

**Tabla 11**

*Tiempo de construcción de una losa prefabricada con viguetas pretensadas  $h=0.17$  m*

<b>Descripción</b>	<b>Días</b>
Losa prefabricada con viguetas pretensadas $h=0.17$ m	
Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	1.00
Encofrado y desencofrado de losa aligerada	5.00
Bovedilla de arcilla 25x39x12 cm	1.00
Vigueta pretensada	1.00
Concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada	1.00
Curado de estructura	1.00
<b>Tiempo de construcción - días</b>	<b>10.00</b>

Nota: La losa prefabricada con viguetas pretensadas  $h=0.17$  m presenta un tiempo de construcción de 10 días para un nivel.

**Tabla 12**

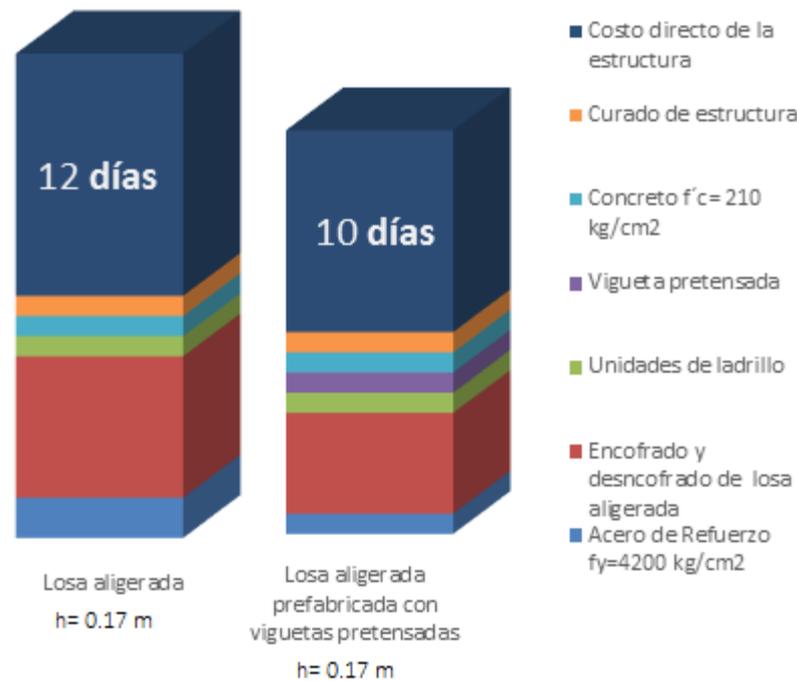
*Tiempo de construcción de una losa aligerada convencional de  $h=0.17$  m*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Días</b>
Losa aligerada	
Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	2.00
Encofrado y desencofrado de losa aligerada	7.00
Ladrillos de arcilla 30x30x12 cm	1.00
Concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada	1.00
Curado de estructura	1.00
<b>TIEMPO DE construcción - días</b>	<b>12.00</b>

Nota: La losa aligerada convencional presenta un tiempo de construcción de 12 días para un nivel.

En la figura 20, se observó que el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional fue 2 días más largo que el de una losa prefabricada con viguetas pretensadas. Esta diferencia se debió a la mayor cantidad de acero requerida por la losa aligerada convencional y a un menor rendimiento en las actividades de encofrado y desencofrado en comparación con la losa prefabricada con viguetas pretensadas. El menor tiempo de construcción de la losa prefabricada con viguetas pretensadas resalta su eficiencia en términos de instalación y manejo de materiales. La reducción en el tiempo no solo disminuye los costos de mano de obra, sino que también acelera el avance del proyecto, permitiendo una entrega más rápida.

**Figura 20.** Tiempo de construcción de las estructuras de las losas aligeradas



## 4.2. Discusión

Los resultados obtenidos confirmaron la hipótesis inicial: "Las losas prefabricadas con viguetas pretensadas presentan mejores características técnicas estructurales y eficiencia en la construcción que las losas convencionales". Esta conclusión se respaldó en los datos presentados en la tabla 7, tabla 8, y tabla 11, así como en las figuras 19 y 20. Al examinar estos resultados con detenimiento, se observó claramente que el sistema de losas prefabricadas con viguetas pretensadas sobresalió en términos de rendimiento estructural y eficiencia constructiva en contraposición al sistema de losas aligeradas convencionales. Esta afirmación se derivó de una comparación exhaustiva entre ambos sistemas, evidenciando de manera concluyente que el sistema de losas prefabricadas con viguetas pretensadas supera al convencional en múltiples aspectos. Entre las ventajas observadas se incluyen mejoras en la eficiencia técnica, reducción de costos y una mayor resistencia estructural. Estos beneficios sugieren que la adopción del sistema de losas prefabricadas con viguetas pretensadas representa una opción más favorable para proyectos futuros, ofreciendo un desempeño superior y optimizando los recursos disponibles.

Almeyda y Saldaña (2021) llevaron a cabo una evaluación estructural y económica comparativa entre una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. Se observó que la losa aligerada convencional requería barras de acero de  $\frac{1}{2}$ "', mientras que la losa prefabricada con viguetas pretensadas absorbía mayores momentos gracias al acero presente en las viguetas, garantizando mayor durabilidad y resistencia. Económicamente, la losa aligerada convencional tuvo un costo directo de S/ 33,159.60, mientras que la losa prefabricada con viguetas pretensadas presentó un costo directo de S/ 30,206.94, implicando un ahorro del 8.9%. Esto confirmó que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas no solo

ofrecía mejor rendimiento estructural, sino también mayor eficiencia económica durante la construcción. En la presente investigación, se analizó que la losa aligerada convencional tenía un costo de S/ 42,623.48, mientras que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas se reducía a S/ 36,871.52. Estos hallazgos corroboraron que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas no solo es más económico, sino que también demostró mejores características técnicas estructurales y eficiencia constructiva en comparación con la losa aligerada convencional. Ambos estudios respaldan la superioridad del sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas sobre el sistema de losa convencional, confirmando la afirmación inicial de Almeyda y Saldaña (2021).

Torres (2021) realizó una evaluación económica y técnica comparativa entre una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. Se observó que la losa prefabricada con viguetas pretensadas tuvo un costo directo de S/ 40,622.39, mientras que el sistema de losa aligerada convencional alcanzó los S/ 49,084.36, generando un ahorro del 17.24%. Además, el proceso constructivo de la losa aligerada convencional demandó 22 días, en contraste con los 13 días requeridos para el proceso con viguetas pretensadas, indicando mayor rapidez y productividad en la construcción con viguetas pretensadas, con posibles ahorros adicionales en términos de costos laborales y plazos de entrega. En esta investigación, se encontró que el sistema de losa aligerada convencional presentó un costo directo de S/ 42,623.48, mientras que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas obtuvo un valor de S/ 36,871.52. Estos resultados demostraron que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas era más económico, generando un ahorro de S/ 5,751.96, equivalente al 13.49%. Además, el sistema de losa aligerada convencional obtuvo un tiempo de construcción de 12 días, mientras que el sistema de losa prefabricada con

viguetas pretensadas solo necesitó 10 días. Un tiempo de construcción más corto, como el del sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas, ofreció ventajas adicionales, como la reducción de costos laborales y la posibilidad de completar el proyecto más rápidamente. Ambos estudios corroboraron las mejores características técnicas estructurales y eficiencia constructiva del sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas en comparación con el sistema de losa convencional, respaldando así la afirmación hecha por Torres (2021).

Puicón y Vasques (2018) realizaron un estudio donde llevaron a cabo estimaciones presupuestarias para una losa aligerada convencional y una losa prefabricada con viguetas pretensadas. El costo directo resultante fue de S/ 24,798.74 y S/ 17,037.79, respectivamente. Su investigación concluyó que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas es más económico en comparación con el sistema de losa aligerada convencional, con un ahorro del 31.3%. En la presente investigación, se observó que el sistema de losa aligerada convencional tuvo un costo directo de S/ 42,623.48, mientras que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas alcanzó un costo de S/ 36,871.52. Esto demostró que el sistema de losa prefabricada con viguetas pretensadas es más económico que el sistema de losa aligerada convencional, con un ahorro de S/ 5,791.96 o un 13.49%. Ambos estudios reflejaron una tendencia de ahorro al optar por el sistema de losa prefabricada en lugar del sistema de losa aligerada convencional, respaldando así la afirmación de Puicón y Vasques (2018).



# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. Conclusiones

Habiendo expuesto el estudio se acepta la hipótesis “El sistema de losa con viguetas pretensadas exhibe ventaja técnica, económica y estructural en comparación con el sistema de losa aligerada convencional”

- Al comparar las características técnicas estructurales de una losa aligerada convencional y losa prefabricada con viguetas pretensadas, se concluye lo siguiente:

Aspecto	Losa Convencional	Losa Prefabricada	Diferencia	Favor (✓) / Contra (x)
Peso Propio (Kgf/m <sup>2</sup> )	280	265	Losa prefabricada más ligera.	✓
Carga última por viga (Tn/m)	0.461	0.566	Losa prefabricada resiste mayor carga.	✓
MA	0.33	0.405	Losa prefabricada resiste mayor momento en el apoyo A	✓
MA-B	0.566	0.694	Losa prefabricada resiste mayor momento entre el centro del Tramo A B	✓
Momentos Últimos (Tn x m)				
MB	0.673	0.826	Losa prefabricada resiste mayor momento en el apoyo B	✓
MB-C	0.317	0.389	Losa prefabricada resiste mayor momento entre el centro del Tramo B C	✓
MC	0.185	0.227	Losa prefabricada resiste mayor momento en el apoyo A	✓
A	Ø 1/2"	Ø 1/2"	Presentan el mismo acero negativo.	x
A-B	Ø 1/2"		La losa prefabricada no presenta acero positivo.	✓
Refuerzo necesario de Acero				
B	Ø 1/2" + Ø 3/8"	Ø 1/2" + Ø 3/8"	Presentan el mismo acero negativo.	x
B-C	Ø 1/2"		La losa prefabricada no presenta acero positivo.	✓
C	Ø 1/2"	Ø 1/2"	Presentan el mismo acero negativo.	x
Momento de Fisuración (Kg .cm)	55840.11	69800.13	La losa prefabricada presenta mayor resistencia al momento de fisuración.	✓
Deflexión instantánea (cm)	0.24	0.11	La losa prefabricada presenta menor deflexión instantánea	✓
Deflexión diferida - 60 meses (cm)	0.095	0.042	La losa prefabricada presenta menor deflexión diferida	✓

- Al realizar un cuadro comparativo estableciendo las limitaciones de la estructura de una losa aligerada convencional y losa prefabricada, se concluye lo siguiente:

Aspecto	Losa Convencional	Losa Prefabricada
Ancho de Viguetas (m) : A	$A \geq 0.10$	$A = 0.11$
Espesor de la losa (m): E	1/2 distancia entre nervadura $\geq 0.05$	0.17, 0.20, 0.25 y 0.30
Luces máximas (m) :L	$E = 0.17 \rightarrow L: 4$	V-101 $\rightarrow 4.5$
	$E = 0.20 \rightarrow L: 4 -5.5$	V-102 $\rightarrow 6.5$
	$E = 0.25 \rightarrow L: 5-6.5$	V-103 $\rightarrow 7.5$
	$E = 0.30 \rightarrow L: 6-7.5$	V-104 $\rightarrow 7.5$ V-105 $\rightarrow 8.5$
Separación entre ejes(m): S	$0.75 \geq S$	$0.50 \leq S \leq 0.60$
Ladrillos(m) : LA	Forma Regular	Forma Irregular
	Largo : 0.30	Largo : 0.25
	Ancho : 0.30	Ancho : 0.39
	Altura = E- 0.05	Altura = E- 0.05
Separación entre Pie Derecho (m) : PI	$0.9 \geq PI$	$1.5 \geq PI$
Separación entre Solera (m) : SO	$0.9 \geq SO$	$2 \geq PI$
Separación entre Tablón (m) : TA	$TA = 0.4$	No presenta
Friso : FR	$FR = E$	FR= Espesor de la viga
Desencofrado ( días ) : DE	$DE \geq 7$	$15 \geq DE \geq 5$

- Al determinar el costo una losa aligerada convencional y una losa prefabricada, se concluye lo siguiente:

Aspecto	Losa Prefabricada			Losa Convencional			Ahorro
	Precio unitario	Metrado	Costo	Precio unitario	Metrado	Costo	
<b>Acero de Refuerzo</b>							
fy=4200 kg/cm2 (kg)	S/5.53	765	S/4,230.45	S/5.53	1413.00	S/7,813.89	S/3,583.44
<b>Encofrado y desencofrado de losa aligerada (m2)</b>							
	S/13.96	305.1	S/4,259.20	S/69.34	305.10	S/21,155.63	S/16,896.44
<b>Ladrillo o Bovedilla (und)</b>							
	S/3.46	2281	S/7,892.26	S/2.28	2541.48	S/5,794.58	-S/2,097.68
<b>Vigueta pretensada (ml)</b>							
	S/15.49	610	S/9,448.90				-S/9,448.90
<b>Concreto f'c= 210 kg/cm2 losa aligerada (m3)</b>							
	S/302.75	18.79	S/5,688.67	S/302.75	24.41	S/7,389.52	S/1,700.85
<b>Curado de estructura (m2)</b>							
	S/1.54	305.1	S/469.85	S/1.54	305.10	S/469.85	S/0.00
<b>Flete Terrestre</b>							
	4882.19	1	S/4882.19				S/4882.19
<b>Costo Directo</b>		<b>S/36,871.52</b>			<b>S/42,623.48</b>		<b>S/5751.96</b>

- Al cuantificar el tiempo de construcción de una losa aligerada convencional y una losa prefabricada, se concluye lo siguiente:

		LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL								
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	CA	OP	OF	PE	RENDIMIENTO	DÍAS	
1.01	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	101.7	0.1	1	1	0.25	350.00	kg/día	2
1.02	Encofrado y desencofrado de losa aligerada	m2	847.2		1	1	0.5	16	m2/día	7
1.03	Ladrillos de arcilla 30x30x12 cm	und	8	0.1	1	1	1	1300.00	und/día	1
1.04	Concreto f'c= 210 kg/cm2 losa aligerada	m3	101.7	0.1	2	1	4	60	m3/día	1
1.05	Curado de estructura	m2	0.0	0.1			1	200.00	m2/día	1
<b>TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN - DÍAS</b>										<b>12.00</b>

#### LOSA PREFABRICADA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	CA	OP	OF	PE	RENDIMIENTO	DÍAS	
1.01	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	255.0	0.1	1	1	0.25	350.00	kg/día	1
1.02	Encofrado y desencofrado de losa aligerada	m2	101.7	0	1	1	0.5	20.00	m2/día	5
1.03	Bovedilla de arcilla 25x39x12 cm	und	760.3	0.1	1	1	1	1600.00	und/día	1
1.04	Vigueta pretensada	und	203.3	0.1	2	1	4	130.00	ml/día	1
1.05	Concreto f'c= 210 kg/cm2 losa aligerada	m3	6.3	0.1	0	0	1	60.00	m3/día	1
1.06	Curado de estructura	m2	101.7	0.1			1	200.00	m2/día	1
<b>TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN - DÍAS</b>										<b>10.00</b>

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las empresas constructoras considerar la implementación de losas prefabricadas con viguetas pretensadas en proyectos de construcción, debido a su menor peso propio, mayor capacidad para resistir cargas y momentos elevados, así como su menor deflexión y mayor resistencia al momento de fisuración en comparación con las losas aligeradas convencionales.
- Se recomienda a los ingenieros evaluar detenidamente las especificaciones y limitaciones de cada tipo de losa al momento de seleccionar el sistema estructural más apropiado para un proyecto determinado. Es crucial considerar aspectos como el ancho de viguetas, espesor de la losa, luces máximas, separación entre ejes, entre otros, para garantizar la eficiencia y seguridad en la construcción. Además, es importante tener en cuenta las diferencias entre los sistemas de losa aligerada convencional y losa prefabricada, y seleccionar el que mejor se ajuste a las necesidades y requerimientos del proyecto en términos de resistencia, durabilidad, costo y tiempo de construcción.
- Para contratistas y desarrolladores en el sector de la construcción: Se sugiere la elección de losas prefabricadas por sobre las convencionales, destacando un ahorro de S/ 5,751.96 en costos directos. Esta elección no solo reduce el gasto en materiales y mano de obra, sino que también acelera el cronograma del proyecto.
- Se recomienda a los profesionales del sector de la construcción considerar las losas prefabricadas por su eficiencia temporal, resultando en una reducción del 17% en el tiempo de construcción comparado con las losas aligeradas convencionales. Esta opción es ventajosa para proyectos con cronogramas ajustados, ofreciendo también potenciales ahorros en costos y una ejecución más rápida. Es esencial evaluar la viabilidad técnica y logística para cada proyecto específico antes de su implementación.



# CAPÍTULO VI

## **REFERENCIAS**

## **BIBLIOGRÁFICAS**

- Aceros Arequipa. (2022). *Manual del maestro constructor*. Recuperado de <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>
- Almeyda, L. y Saldaña ,F. (2021). *Comparación Económica y Estructural Entre Losas Convencionales y Prefabricadas de una Vivienda Multifamiliar en Lima- Lima- Jesús María* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Almonacid, L. (2018). *Uso del poliestireno expandido e innovado para losas aligeradas en el distrito de Huancayo 2018* [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana Los Andes
- Betancourt, A (2021, febrero 15). *Análisis comparativo de costos y tiempo entre losas de hormigón armado y losas pretensadas prefabricadas sobre pórticos de hormigón armado*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Blanco, A. [Ed.] (1994), *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*, Lima: Colegio de Ingenieros del Perú
- Casco, J y Majano, D. (2019) *Análisis comparativo de los diferentes sistemas de entrepiso en edificios basado en aspectos de seguridad y costo*. [Tesis de pregrado]. Universidad del Salvador.
- CÓDIGO ACI-318-19 (22). Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural y Comentarios (Re aprobado en 2022) [archivo PDF] Recuperado de [https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U19&Language=English&Units=US\\_Units](https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U19&Language=English&Units=US_Units)
- Concremax (2019). *Sistema de losa aligeradas con viguetas pretensadas*. Recuperado de <https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/concreto-armado-1/manual-viguetas-2019-ct/36321094>
- Costos y presupuestos en edificación. 13° ed. Lima: Fondo Editorial CAPECO.

- Espinoza, I. & Guerra, F. (2018). *Análisis comparativo de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares*. Repositorio Académico Universidad San Martín de Porres. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4251>
- Martinez, L. (2020). *Propuestas técnicas para el diseño y construcción de losas en dos sentidos* [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Meza, C. y Martell, L.(2019).*Evaluación técnica y económica, entre los sistemas prefabricados de losa con viguetas vigacero y losa con viguetas pretensadas en un edificio multifamiliar en el distrito de Surquillo* [Tesis de pregrado]. Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Norma E.020 (2020). *Cargas* Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Norma E.030 (2020) *Diseño Sismorresistente*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Norma E.060 (2020) *Concreto Armado*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Puicon, L. y Vasquez, O. (2018, noviembre 29). *Uso de viguetas pretensadas para optimizar tiempo, calidad y costos en la autoconstrucción de losas aligeradas de los sectores C y D de Lima*. [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Quiroz, C. (2019). *Estudio comparativo del comportamiento estructural, económico y a nivel de tiempo para sistemas de entrepiso actualmente en uso para oficinas* [Tesis de pregrado].Universidad Católica San Pablo, Perú.
- Rueda, Y. y Jimenez.J. (2021). *Análisis y diseño estructural comparativo de una edificación de concreto armado de cuatro pisos utilizando losas Bubble Deck y losa aligerada en la ciudad de Tacna 2021* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada de Tacna, Perú.

- Sanabria Riaño, B. (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*. Repositorio Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10983/15493>
- Supermix. (s.f.). Productos. Recuperado de <https://www.supermix.com.pe/>
- Tensolite. (s.f.). Manual para la construcción de losas alivianadas de viguetas pretensadas. Recuperado de <http://www.tensolite.com.ar/Sis/Contenidos/29.pdf>
- Torres, F (2021). *Análisis comparativo de una losa aligerada convencional y viguetas pretensadas en las viviendas de autoconstrucción en Lima Sur 2020* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo
- Vásquez, I. (2022). *Análisis comparativo entre sistema de losa aligerada tradicional y prefabricada vigacero en una vivienda unifamiliar de 4 pisos, Trujillo 2022* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Viguetas pretensadas S.A.C. & Avall contratistas (2011). Techos aligerados con viguetas pretensadas VIPRET. Recuperado de [https://issuu.com/viguetaspretensadasvipret/docs/boletin\\_tecnico\\_de\\_techos\\_aligerado](https://issuu.com/viguetaspretensadasvipret/docs/boletin_tecnico_de_techos_aligerado)
- Vipret. (s.f.). Proceso Constructivo. Recuperado de <https://www.vipret.org/colocacionde-viguetas>



# CAPÍTULO VII

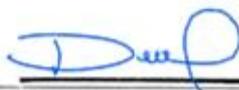
# ANEXOS

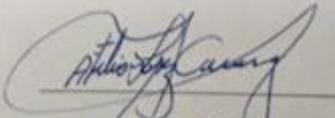
## 7.1 Ficha de registro documental

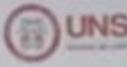
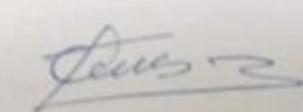
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL - LIMITACIONES ESTRUCTURALES DE LOSAS ALIGERADAS</b>			
<b>Elaborado:</b>	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa	<b>FECHA:</b>	1/09/2023
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores		
<b>1. PARÁMETROS COMPARATIVOS:</b>			
a) Tipo de losa :	Losa aligerada convencional		
b) Ancho de Viguetas:	De acuerdo con la Norma E 060 (2020), el mínimo requerido es de 100 mm.		
c) Espesor de Losas:	Conforme a la Norma E 060 (2020), el mínimo requerido es de 50 mm o 1/12 de la distancia entre nervaduras.		
d) Luces Máximas:	De acuerdo con Blanco (1994), las luces máximas recomendadas varían según el espesor: Para un espesor de 17 cm, la luz máxima recomendada es de 4 metros. Para un espesor de 20 cm, la luz máxima recomendada está en el rango de 4 a 5.5 metros. Para un espesor de 25 cm, la luz máxima recomendada se encuentra entre 5 y 6.5 metros. Para un espesor de 30 cm, la luz máxima recomendada varía de 6 a 7.5 metros		
Separación entre Ejes:	De acuerdo con la Norma E 060 (2020), no se debe exceder los 750 mm.		
<b>3. MATERIALES CONSTRUCTIVOS:</b>			
a) Ladrillos:	Según la NTP 331.017 (2015), el ladrillo de arcilla Hueco 15 debe poseer las siguientes dimensiones: largo de 30 cm, ancho de 30 cm y alto de 12 cm.		
b) Pies Derechos:	El manual del maestro constructor de Aceros Arequipa establece que el espaciamiento máximo permitido para los pies derechos (soportes verticales) es de 90 cm.		
<b>4. DETALLES ADICIONALES:</b>			
a) Soleras:	El manual del maestro constructor de Aceros Arequipa indica que el espaciamiento máximo permitido para las soleras es de 90 cm.		
b) Tablones:	El manual del maestro constructor de Aceros Arequipa especifica que el espaciamiento entre las tablas (o tablones) debe ser de 40 cm.		
c) Frisos:	El manual del maestro constructor de Aceros Arequipa recomienda que la altura de los frisos sea igual al espesor de la losa.		
d) Desencofrado:	El Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa recomienda un periodo mínimo de curado del concreto de 7 días, enfatizando la importancia de evitar perturbar o dañar los refuerzos durante este proceso.		
<b>5. CONCLUSION TÉCNICA:</b>			
La losa aligerada convencional cumple con normativas esenciales, pero sus restricciones en dimensiones y separación entre soportes limitan su versatilidad y eficiencia estructural comparada con opciones más modernas como las losas con viguetas pretensadas.			
<b>5. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS:</b>			
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). <i>Norma E.060 Concreto Armado</i> . Lima.			
Blanco, A. (Ed.). (1994). <i>Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado</i> . Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.			
Aceros Arequipa. (2022). <i>Manual del maestro constructor</i> . Recuperado de <a href="https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf">https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf</a>			

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL - LIMITACIONES ESTRUCTURALES DE LOSAS ALIGERADAS</b>			
<b>Elaborado:</b>	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	<b>FECHA:</b>	1/09/2023
<b>1. PARAMETROS COMPARATIVOS:</b>			
<b>e) Tipo de losa :</b>	Losa aligerada prefabricada con viguetas pretensadas		
<b>f) Ancho de Viguetas:</b>	Concremax(2019) diseñaba las viguetas con un ancho de 11 cm, según la información proporcionada por el proveedor.		
<b>g) Espesor de Losas:</b>	Concremax(2019) ofrecía losas con espesores de 17, 20, 25 y 30 cm, según la información proporcionada por la empresa.		
<b>h) Luces Máximas:</b>	Según Concremax (2019), las luces máximas permitidas varían según el tipo de vigueta usada en el diseño de la losa, como sigue: - Vigueta V101: luz máxima de 4.5 metros. - Vigueta V102: luz máxima de 6.5 metros. - Vigueta V103 y V104: luz máxima de 7.5 metros. - Vigueta V105: luz máxima de 8.5 metros.		
<b>Separación entre Ejes:</b>	Concremax(2019) recomendaba que el espaciamiento entre los elementos de soporte en sus losas estuviera entre 50 y 60 cm, según la información proporcionada por la empresa.		
<b>3. MATERIALES CONSTRUCTIVOS:</b>			
<b>c) Ladrillos:</b>	Concremax (2019) especifica las siguientes dimensiones para los ladrillos de bovedilla: largo de 25 cm, ancho de 39 cm, alto de 12 cm, y un apoyo de 1.74 cm.		
<b>d) Pies Derechos:</b>	Según Concremax(2019), el espaciamiento máximo permitido para los pies derechos (o soportes verticales) es de 1.5 metros.		
<b>4. DETALLES ADICIONALES:</b>			
<b>e) Soleras:</b>	Según Concremax(2019) , se establece que el espaciamiento máximo permitido para las soleras es de 2.0 metros.		
<b>f) Tablones:</b>	Concremax(2019), se indica que no es necesario utilizar tablones en el contexto específico al que se refiere.		
<b>g) Frisos:</b>	Según Concremax(2019), se sugiere que la altura del friso termine en la viga durante la construcción de una losa.		
<b>h) Desencofrado:</b>	Según la recomendación de Concremax(2019), el período de curado de una losa aligerada debe ser de 5 a 15 días, y este tiempo puede variar según las dimensiones o luces del paño de la losa.		
<b>5. CONCLUSION TÉCNICA:</b>	Las losas prefabricadas con viguetas pretensadas ofrecen un rendimiento estructural superior y una mayor eficiencia en construcción comparadas con las losas aligeradas convencionales. Este tipo de losa permite mayores luces y espaciamientos entre soportes, lo cual optimiza el uso del espacio y reduce el material necesario, haciendo el proceso más económico y ecológico. Estas ventajas hacen que las losas prefabricadas con viguetas pretensadas sean una opción más efectiva y técnica para proyectos que demandan alta durabilidad y resistencia.		
<b>5. FUENTES BIBLIOGRAFICAS:</b>			
Concremax (2019). <i>Sistema de losa aligeradas con viguetas pretensadas</i> . Recuperado de <a href="https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/concreto-armado-1/manual-viguetas-2019-ct/36321094">https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/concreto-armado-1/manual-viguetas-2019-ct/36321094</a>			

## 7.2 Validación de instrumento

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
ANEXO : VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN														
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES Y LOSAS PREFABRICADAS EN NUEVO CHIMBOTE 2022														
Autores:		Bach. Aguirre Cordova, Katty Melissa Bach. Vidal Rodriguez, Olga Dolores												
Instrumento de investigación. Se recolectó información sobre las limitaciones estructurales de una losa aligerada convencional y de una losa prefabricada con viguetas pretensadas.														
I. DATOS GENERALES														
Nombres y Apellidos:		Ing. Edgar Ricardo Bermúdez Mejía												
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN														
Criterios	Indicadores	Inaceptable					Mínimamente aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible.													X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.													X
3. Organización	Existe organización lógica.											X		
4. Actualidad	Está acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio.										X			
5. Suficiencia	Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad.											X		
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la investigación.												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. Metodología	Se relaciona con el método planteado en la investigación.										X			
10. Aplicabilidad	El instrumento es de fácil aplicación.										X			
<b>III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD</b> Se recomienda considerar criterios sismorresistentes.														
PROMEDIO DE VALORACIÓN: <span style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">94</span>														
 Ing. Edgar Ricardo Bermúdez Mejía ING. CIVIL - CIP N° 211556 Especialista en Estructura														

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
ANEXO : VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN														
EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES Y LOSAS PREFABRICADAS EN NUEVO CHIMBOTE 2022														
Autores:		Bach. Aguirre Cordova, Katty Melissa Bach. Vidal Rodriguez, Olga Dolores												
Instrumento de investigación		Se recolectó información sobre las limitaciones estructurales de una losa aligerada convencional y de una losa prefabricada con viguetas pretensadas.												
I. DATOS GENERALES														
Nombre y Apellidos		ATILIO RUBEN LOPEZ CARRANZA												
Cargo o Institución donde labora:														
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN														
Criterios	Indicadores	Inaceptable						Minimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.													X
3. Organizacion	Existe organización lógica.												X	
4. Actualidad	Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio.												X	
5. Suficiencia	Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad.											X		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la investigación.													X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. Metodología	Se relaciona con el método planteado en la investigación.													X
10. Aplicabilidad	El instrumento es de fácil aplicación											X		
III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD		TIENE VIABILIDAD TÉCNICA Y LOGÍSTICA   CIP: 80650												
PROMEDIO DE VALORACIÓN:		95												

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
ANEXO : VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN														
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES Y LOSAS PREFABRICADAS EN NUEVO CHIMBOTE 2022														
Autores:		Bach. Aguirre Cordova, Katty Melissa												
		Bach. Vidal Rodriguez, Olga Dolores												
Instrumento de investigación. Se recolectó información sobre las limitaciones estructurales de una losa aligerada convencional y de una losa prefabricada con viguetas pretensadas.														
I. DATOS GENERALES														
Nombre y Apellidos:		Javier César Torres Vasquez												
Cargo o Institución donde labora:														
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN														
Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente aceptable				Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.													X
3. Organización	Existe organización lógica.													X
4. Actualidad	Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio.													X
5. Suficiencia	Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad.												X	
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la investigación.											X		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. Metodología	Se relaciona con el método planteado en la investigación.													X
10. Aplicabilidad	El instrumento es de fácil aplicación.												X	
III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD		sirve como antecedente para una investigación mas detallada estructuralmente.												
PROMEDIO DE VALORACIÓN:		 CIP: 80569												
		96												

### 7.3 Cálculo estructural – Losa Aligerada convencional

<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA</b>			 <b>UNS</b> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small>
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	FECHA:	1/09/2023
			<b>CELA-EELACYLP-01</b>

<b>DATOS:</b>		
$f'c =$	210	Kg/cm <sup>2</sup>
$Fy =$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>SOBRE CARGA S/C =</b>	200	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P. Acabados =</b>	100	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P. Tabiquería =</b>	200	Kg/cm <sup>2</sup>

**1) CÁLCULO DE LA ALTURA DE LOSA.**

$$h = \frac{L}{25}$$

$$\frac{4.15m}{25} = 0.1658 \quad \boxed{h = 0.17m}$$

**2) METRADO DE CARGAS.**

**a) Carga muerta o permanente.**

<b>Peso propio de la Losa:</b>	280.00 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Peso de Acabado:</b>	100.00 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Peso de Tabiquería:</b>	200.00 Kg/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL =</b>	<b>WD = 580.00 Kg/m<sup>2</sup></b>

**b) Carga Viva.**

**WL = 200.00 Kg/m<sup>2</sup>**

**c) Cálculo de la Carga Última Amplificada.**

$$WU = 1.4 * WD + 1.7 * WL$$

<b>WU = 1152 Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>WU = 1.152 Tn/m<sup>2</sup></b>

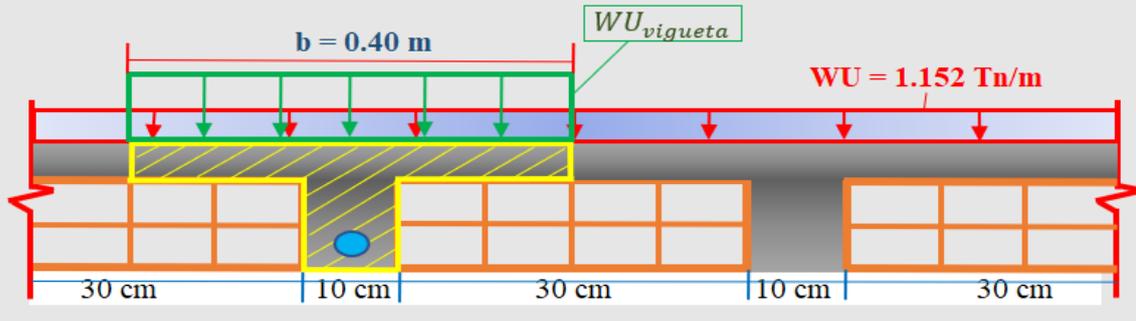
## CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA



Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
Melissa  
Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga  
Dolores

FECHA: 1/09/2023

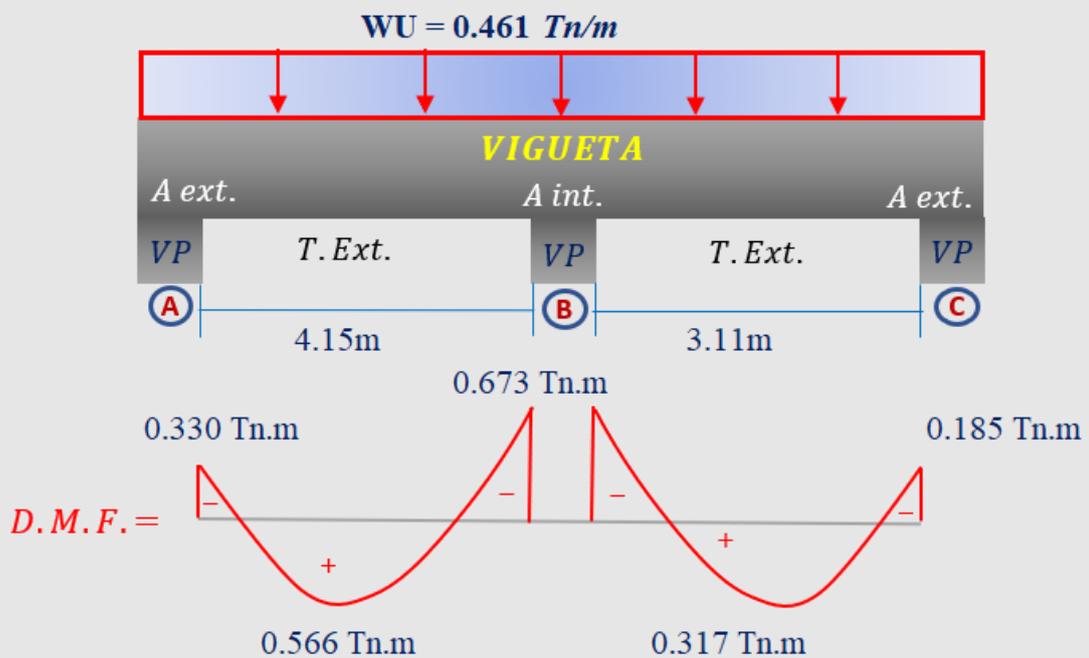
CELA-EELACYLP-02



$$WU_{vigueta} = WU * b$$

$$1152 \text{ Kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 460.8 \text{ Kg/m} \quad WU_{vigueta} = 0.461 \text{ Tn/m}$$

### 3) CÁLCULO DE LOS MOMENTOS MÁXIMOS USANDO MÉTODO SIMPLIFICADO DE LOS COEFICIENTES



**CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA**

 Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
 Melissa  
 Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga  
 Dolores

FECHA: 1/09/2023

**CELA-EELACYLP-03**

$$MA = \frac{1}{24} * WU_V * L^2$$

$$MB = \frac{1}{9} * WU_V * L^2$$

$$MC = \frac{1}{24} * WU_V * L^2$$

$$MAB = \frac{1}{14} * WU_V * L^2$$

$$MBC = \frac{1}{14} * WU_V * L^2$$

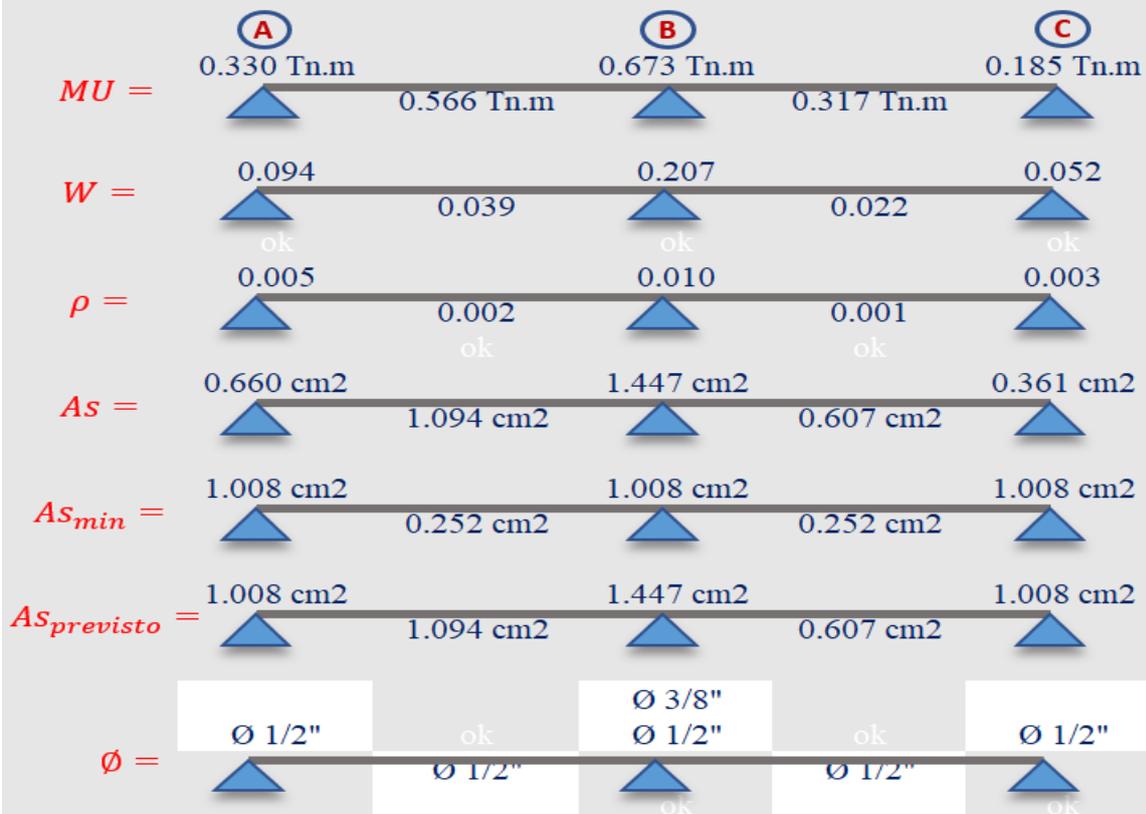
$$\frac{1}{24} * 0.461 * 4.15^2 = \mathbf{0.330 \text{ Tn.m}}$$

$$\frac{1}{9} * 0.461 * 3.63^2 = \mathbf{0.673 \text{ Tn.m}}$$

$$\frac{1}{24} * 0.461 * 3.11^2 = \mathbf{0.185 \text{ Tn.m}}$$

$$\frac{1}{14} * 0.461 * 4.15^2 = \mathbf{0.566 \text{ Tn.m}}$$

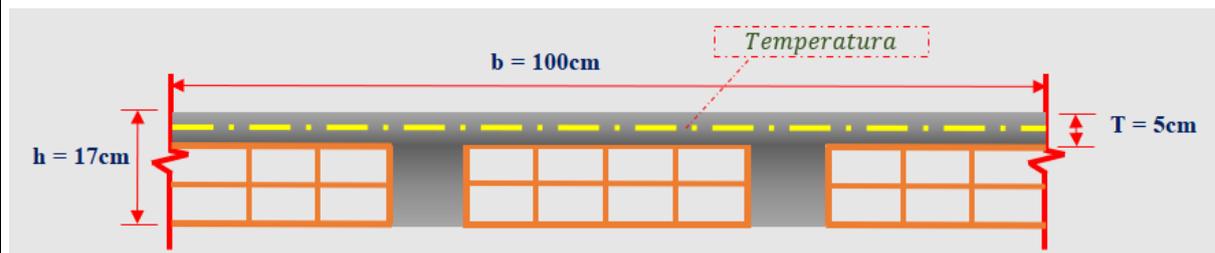
$$\frac{1}{14} * 0.461 * 3.11^2 = \mathbf{0.317 \text{ Tn.m}}$$

**4) CÁLCULO DEL REFUERZO NECESARIO.**


**CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA**

 Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
 Melissa  
 Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga  
 Dolores

FECHA: 1/09/2023

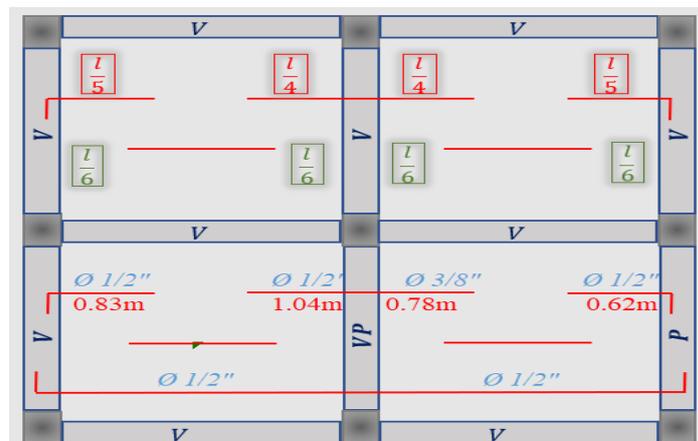
**CELA-EELACYLP-04**
**5) CÁLCULO DEL REFUERZO POR TEMPERATURA.**


$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * T \quad 0.0018 * 100 * 5 = \quad 0.90\text{cm}^2$$

$$\#Barras = \frac{A_{s_{min}}}{A_{s_b}} \quad \frac{0.90\text{cm}^2}{0.32\text{cm}^2} = 3 \text{ } \varnothing 1/4$$

$$S_{\varnothing} = \frac{b}{\#Barras} \quad \frac{100 \text{ cm}}{3} = 33 \text{ cm}$$

$$S_{max} = S * T \quad 5 * 5 = \quad 25 \text{ cm}$$

 → usaremos:  $\varnothing 1/4'' @ 25\text{cm}$ 


**CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA**


Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa	FECHA:	1/09/2023	<b>CELA-EELACYLP-05</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores			

**6) CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN**
**a) Inercia de sección bruta**

<b>Ig:</b>	16376.6667	
<b>Fr:</b>	28.9827535	kg/cm <sup>2</sup>
<b>V:</b>	8.5	cm

**b) Momento de fisuración**

<b>Mcr</b>	55840.10506	kg.cm
------------	-------------	-------

**c) Inercia de sección fisurada**

<b>Es</b>	2000000	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ec</b>	217370.651	kg/cm <sup>2</sup>
<b>n</b>	9.20087412	
<b>As'As-</b>	0	cm <sup>2</sup>
<b>As As+</b>	1.29	cm <sup>2</sup>
<b>d</b>	14	cm
<b>d'</b>	3	cm
<b>c</b>	2.60093241	cm
<b>Icr</b>	1776.85839	cm <sup>4</sup>

**d) Inercia efectiva**

<b>Ma</b>	0.566	Tn.m
<b>Ie</b>	15833.6213	cm <sup>4</sup>

<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA</b>																																										
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	FECHA:	1/09/2023																																							
			<b>CELA-EELACYLP-05</b>																																							
<p><b>6) CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN</b></p> <p>e) Deflexión instantánea</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><b>I</b></td> <td>414.5</td> <td><i>cm</i></td> </tr> <tr> <td><b>I<sub>ef</sub>/I<sub>g</sub></b></td> <td>0.9668403</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>M1</b></td> <td>0.330</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>M2</b></td> <td>0.673 Tn.m</td> <td>Tn.m</td> </tr> <tr> <td><b>y</b></td> <td>0.24191776</td> <td><i>cm</i></td> </tr> </table> <p>f) Deflexión norma ACI</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">1/480</td> <td style="text-align: center;">0.86354167</td> <td style="text-align: center;"><i>cm</i></td> </tr> </table> <p>g) Deflexión diferida más de 60 meses</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><b>F</b></td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>p</b></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>t</b></td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Ma *50%</b></td> <td>28275.0583</td> <td><i>kg.cm</i></td> </tr> <tr> <td><b>M1*100%</b></td> <td>32987.568</td> <td><i>kg.cm</i></td> </tr> <tr> <td><b>M2*100%</b></td> <td>67280</td> <td><i>kg.cm</i></td> </tr> <tr> <td><b>y</b></td> <td>0.09488971</td> <td><i>cm</i></td> </tr> </table>				<b>I</b>	414.5	<i>cm</i>	<b>I<sub>ef</sub>/I<sub>g</sub></b>	0.9668403		<b>M1</b>	0.330		<b>M2</b>	0.673 Tn.m	Tn.m	<b>y</b>	0.24191776	<i>cm</i>	1/480	0.86354167	<i>cm</i>	<b>F</b>	2		<b>p</b>	0		<b>t</b>	2		<b>Ma *50%</b>	28275.0583	<i>kg.cm</i>	<b>M1*100%</b>	32987.568	<i>kg.cm</i>	<b>M2*100%</b>	67280	<i>kg.cm</i>	<b>y</b>	0.09488971	<i>cm</i>
<b>I</b>	414.5	<i>cm</i>																																								
<b>I<sub>ef</sub>/I<sub>g</sub></b>	0.9668403																																									
<b>M1</b>	0.330																																									
<b>M2</b>	0.673 Tn.m	Tn.m																																								
<b>y</b>	0.24191776	<i>cm</i>																																								
1/480	0.86354167	<i>cm</i>																																								
<b>F</b>	2																																									
<b>p</b>	0																																									
<b>t</b>	2																																									
<b>Ma *50%</b>	28275.0583	<i>kg.cm</i>																																								
<b>M1*100%</b>	32987.568	<i>kg.cm</i>																																								
<b>M2*100%</b>	67280	<i>kg.cm</i>																																								
<b>y</b>	0.09488971	<i>cm</i>																																								

## 7.4 Cálculo estructural – Losa Aligerada prefabricada con viguetas pretensadas

<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA PREFABRICADA</b>			 <b>UNS</b> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small>	
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	FECHA:	1/09/2023	<b>CELAP-EELACYLP- 01</b>

<b>DATOS:</b>		
$f'c =$	210	Kg/cm <sup>2</sup>
$Fy =$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>SOBRE CARGA S/C =</b>	200	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P. Acabados =</b>	100	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P. Tabiquería =</b>	200	Kg/cm <sup>2</sup>

**1) CÁLCULO DE LA ALTURA DE LOSA.**

$$h = \frac{L}{25}$$

$$\frac{4.15m}{25} = 0.1658 \quad \boxed{h = 0.17m}$$

**2) METRADO DE CARGAS.**

**a) Carga muerta o permanente.**

<b>Peso propio de la Losa:</b>	265.00 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Peso de Acabado:</b>	100.00 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Peso de Tabiquería:</b>	200.00 Kg/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL =</b>	<b>WD = 565.00 Kg/m<sup>2</sup></b>

**b) Carga Viva.**

**WL = 200.00 Kg/m<sup>2</sup>**

**c) Calculo de la Carga Última Amplificada.**

$$WU = 1.4 * WD + 1.7 * WL$$

<b>WU = 1131 Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>WU = 1.131 Tn/m<sup>2</sup></b>

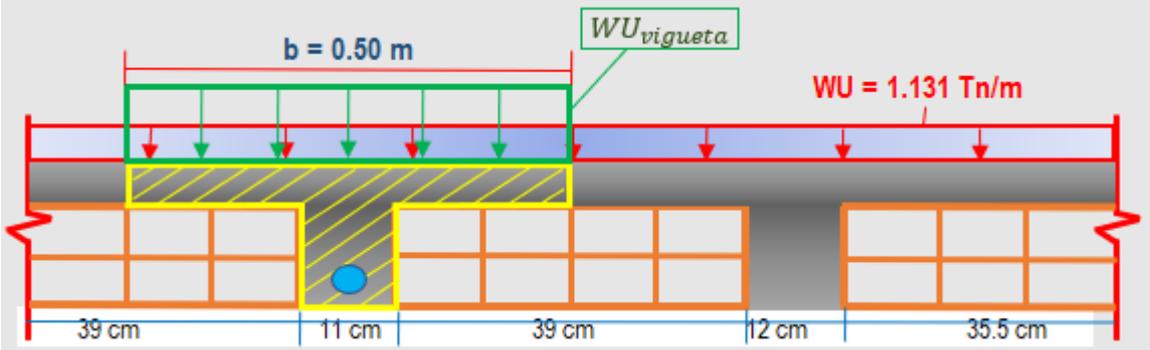
**CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA  
PREFABRICADA**



Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
Melissa  
Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga  
Dolores

FECHA: 1/09/2023

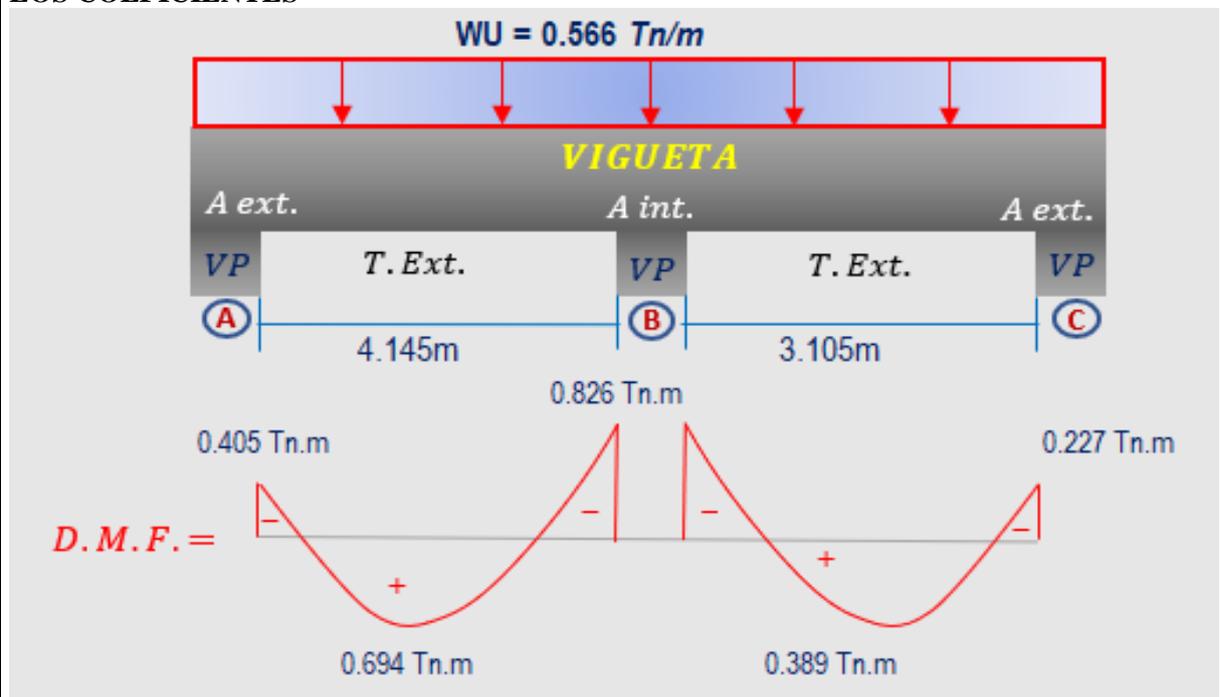
**CELAP -EELACYLP-  
02**



$$WU_{vigueta} = WU * b$$

$$1131 \text{ Kg/m}^2 * 0.50 \text{ m} = 565.5 \text{ Kg/m} \quad WU_{vigueta} = 0.566 \text{ Tn/m}$$

**3) CÁLCULO DE LOS MOMENTOS MÁXIMOS USANDO MÉTODO SIMPLIFICADO DE  
LOS COEFICIENTES**



## CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA PREFABRICADA



Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
Melissa  
Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga  
Dolores

FECHA: 1/09/2023

**CELAP -EELACYLP-  
03**

$$MA = \frac{1}{24} * WU_v * L^2$$

$$MB = \frac{1}{9} * WU_v * L^2$$

$$MC = \frac{1}{24} * WU_v * L^2$$

$$MAB = \frac{1}{14} * WU_v * L^2$$

$$MBC = \frac{1}{14} * WU_v * L^2$$

$$\frac{1}{24} * 0.566 * 4.15^2 = \mathbf{0.405 \text{ Tn.m}}$$

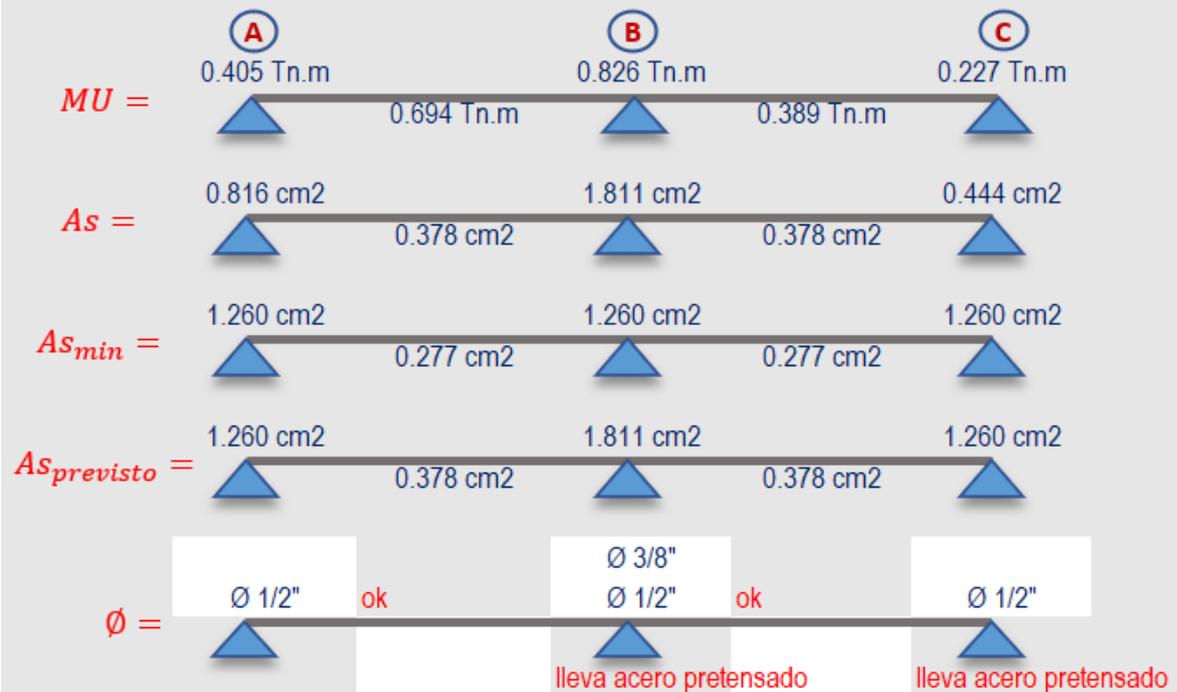
$$\frac{1}{9} * 0.566 * 3.63^2 = \mathbf{0.826 \text{ Tn.m}}$$

$$\frac{1}{24} * 0.566 * 3.11^2 = \mathbf{0.227 \text{ Tn.m}}$$

$$\frac{1}{14} * 0.566 * 4.15^2 = \mathbf{0.694 \text{ Tn.m}}$$

$$\frac{1}{14} * 0.566 * 3.11^2 = \mathbf{0.389 \text{ Tn.m}}$$

### 4) CÁLCULO DEL REFUERZO NECESARIO.



## CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA PREFABRICADA

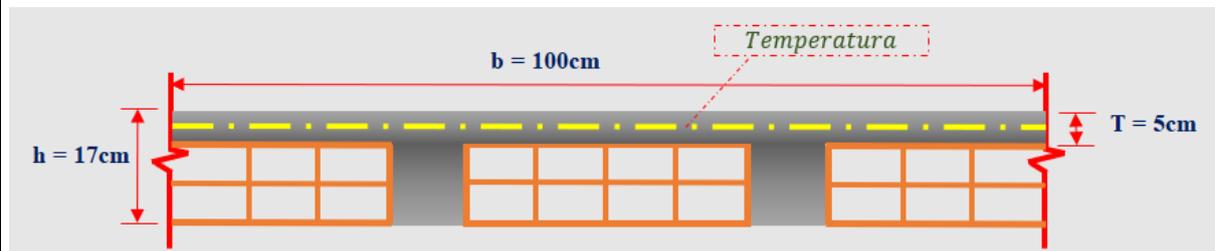


Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
Melissa  
Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga  
Dolores

FECHA: 1/09/2023

CELAP -EELACYLP-  
04

### 5) CÁLCULO DEL REFUERZO POR TEMPERATURA.



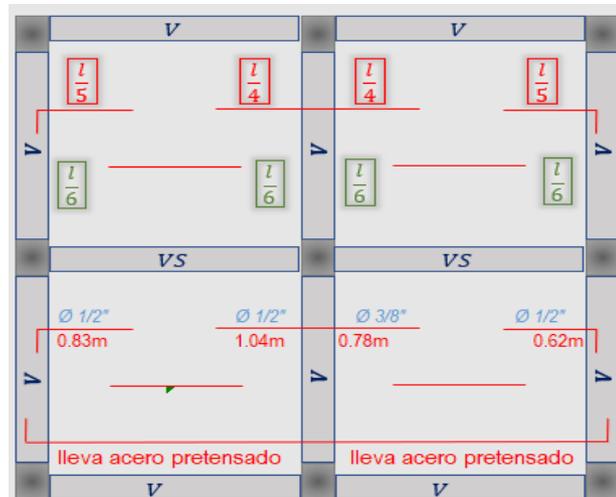
$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * T \quad 0.0018 * 100 * 5 = 0.90\text{cm}^2$$

$$\#Barras = \frac{A_{s_{min}}}{A_{s_b}} \quad \frac{0.90\text{cm}^2}{0.32\text{cm}^2} = 3 \text{ } \varnothing 1/4$$

$$S_{\varnothing} = \frac{b}{\#Barras} \quad \frac{100 \text{ cm}}{3} = 33 \text{ cm}$$

$$S_{max} = S * T \quad 5 * 5 = 25 \text{ cm}$$

→ usaremos:  $\varnothing 1/4'' @ 25\text{cm}$



## CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA PREFABRICADA



Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	FECHA:	1/09/2023	<b>CELAP -EELACYLP- 05</b>
------------	---	--------	-----------	--------------------------------

### 6) CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN

#### a) Inercia de sección bruta

<b>Ig:</b>	20470.83333	
<b>Fr:</b>	37.41657387	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>
<b>V:</b>	8.5	<i>cm</i>

#### b) Momento de fisuración

<b><i>Mcr</i></b>	55840.10506	<i>kg.cm</i>
-------------------	-------------	--------------

#### c) Inercia de sección fisurada

<b>Es</b>	2000000	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>
<b>Ec</b>	217370.6512	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>
<b>n</b>	9.200874125	
<b>As'As-</b>	0	<i>cm<sup>2</sup></i>
<b>As As+</b>	0.378 cm <sup>2</sup>	<i>cm<sup>2</sup></i>
<b>d</b>	14	<i>cm</i>
<b>d'</b>	3	<i>cm</i>
<b>c</b>	1.327752894	<i>cm</i>
<b>Icr</b>	597.5186081	<i>cm<sup>4</sup></i>

#### d) Inercia efectiva

<b><i>Ma</i></b>	0.694	<i>Tn.m</i>
<b><i>Ie</i></b>	44103.72581	<i>cm<sup>4</sup></i>

## CÁLCULO ESTRUCTURAL – LOSA ALIGERADA PREFABRICADA



Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty  
Melissa  
Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores

FECHA: 1/09/2023

**CELAP -EELACYLP-  
06**

### 6) CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN

#### e) Deflexión instantánea

<b>I</b>	414.5	<i>cm</i>
<b>I<sub>ef</sub>/I<sub>g</sub></b>	2.154466557	
<b>M1</b>	0.405 Tn.m	
<b>M2</b>	0.826 Tn.m	Tn.m
<b>y</b>	0.106584207	<i>cm</i>

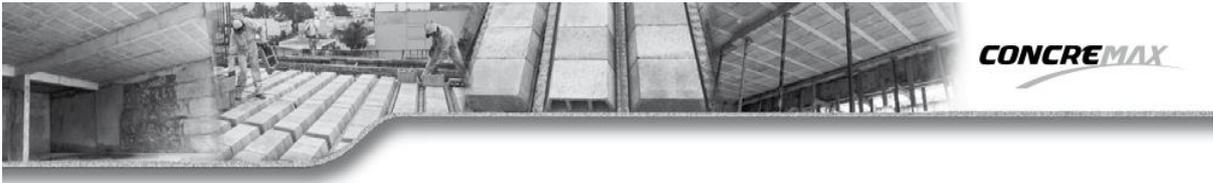
#### f) Deflexión norma ACI

1/480	0.86354167	<i>cm</i>
-------	------------	-----------

#### g) Deflexión diferida más de 60 meses

<b>F</b>	2	
<b>p</b>	0	
<b>t</b>	2	
<b>Ma *50%</b>	34699.53442	<i>kg.cm</i>
<b>M1*100%</b>	40482.79016	<i>kg.cm</i>
<b>M2*100%</b>	82566.92708	<i>kg.cm</i>
<b>y</b>	0.041806541	<i>cm</i>

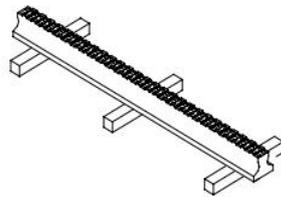
## 7.5 Manual de viguetas pretensadas



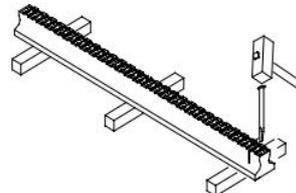
### PROCEDIMIENTOS PARA OBTENER CABLES VISTOS EN LA VIGUETA

#### OBTENCION DE LOS CABLES VISTOS DE UNA VIGUETA

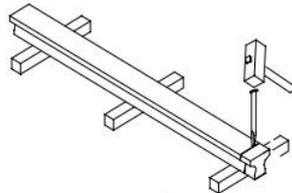
PASOS A SEGUIR:



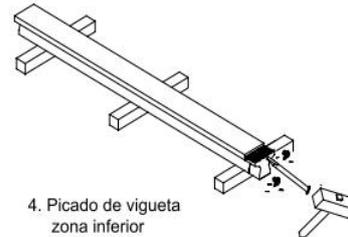
1. Viga sobre listones



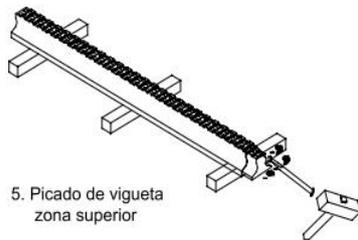
2. Huella de vigueta (con amoladora o cincel) zona superior



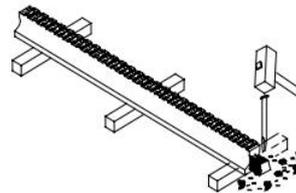
3. Huella de vigueta (con amoladora o cincel) zona inferior



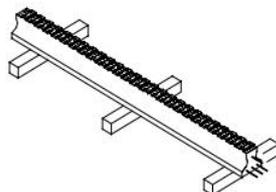
4. Picado de vigueta zona inferior



5. Picado de vigueta zona superior

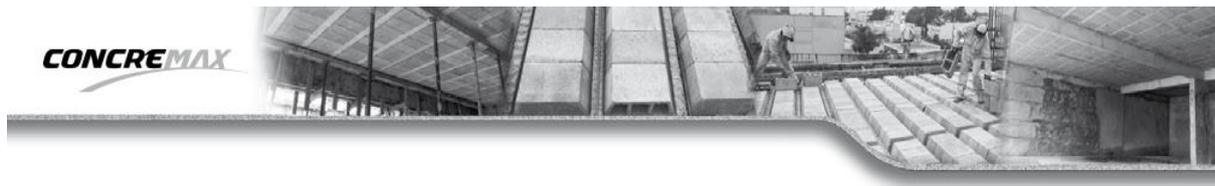


6. Picar hasta tener los cables vistos

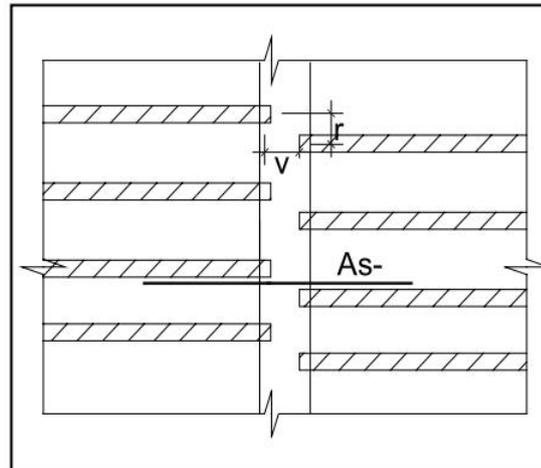


7. Cables vistos

El cincel es de  $\text{Ø}3/8''$   
La comba pesa 3 libras



## TRASLAPE



### ***Detalle 29.:***

Los traslapes de viguetas se realizarán considerando:

$$r \leq v$$

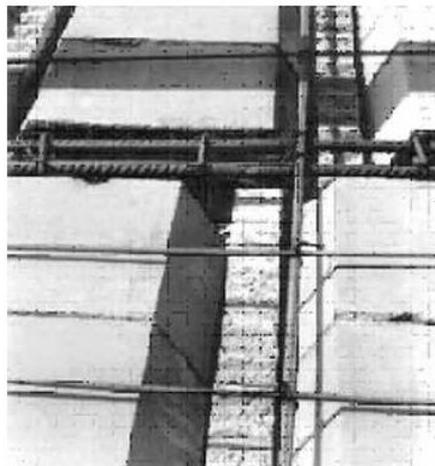
En donde:

r es la distancia entre ejes de viguetas

v es la distancia entre caras de concreto de las viguetas.

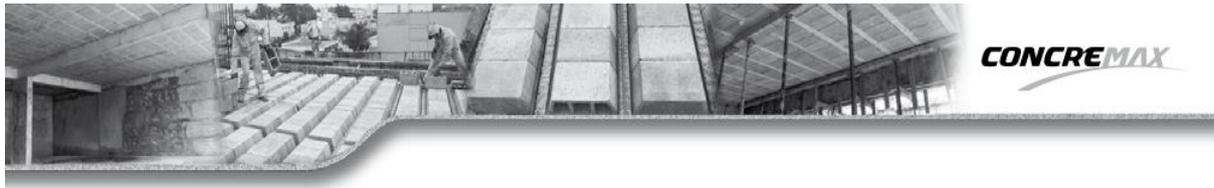
Nota:

Se sugiere usar viguetas continuas.

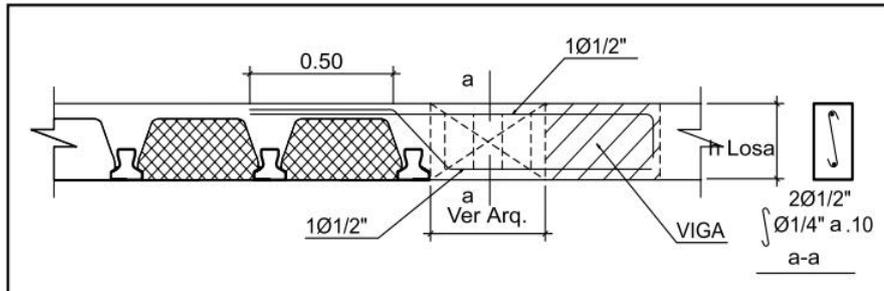


### ***Detalle 30.:***

Traslape de viguetas. En conexiones con vigas chatas, placas o en voladizos, es mejor que las viguetas conserven la continuidad y no se traslapan.

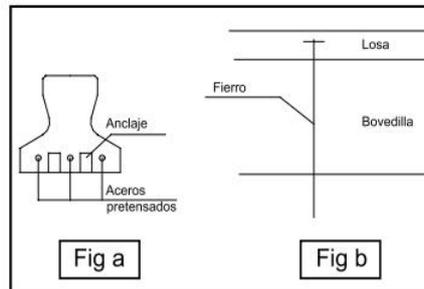


**DETALLE EN ZONA DE DUCTOS**

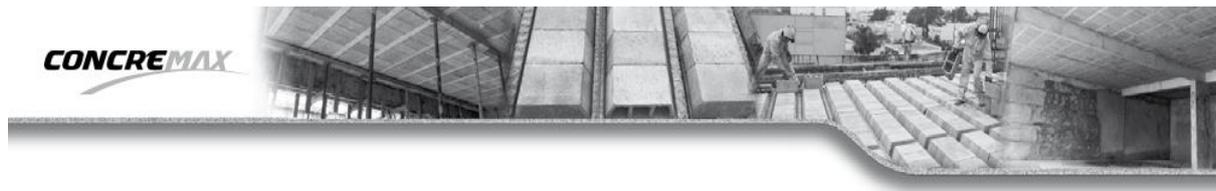


**Detalle 27.:** Este detalle es para ductos de hasta 60 cm, ductos de mayor dimensión deberían estar confinados por vigas o dobles viguetas, que quedan a decisión del ingeniero proyectista.

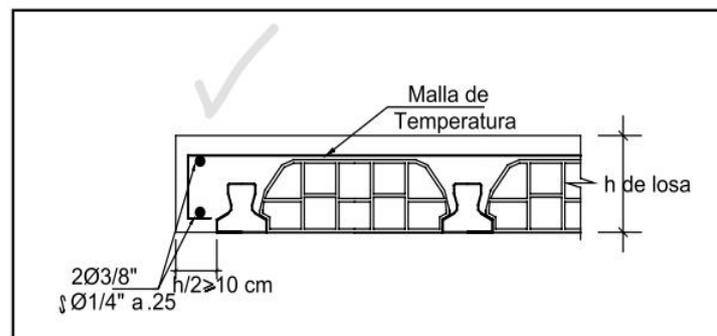
**FIJACION DE TUBOS DE VENTILACION**



**Detalle 28.:** Para fijar sistemas de ventilación, contraincendio, bandejas eléctricas, tuberías de gas, etc. se sugiere usar anclajes de expansión para elementos pretensados. Los agujeros se harán en los dos tercios de las viguetas (aproximadamente a 4 cm de los extremos) como se ve en la fig. a. También las tuberías pueden quedar fijadas a la losa sin necesidad de tocar la vigueta tal como se ve en la fig.b.utilizando un fierro de 3/8" o de 1/2".



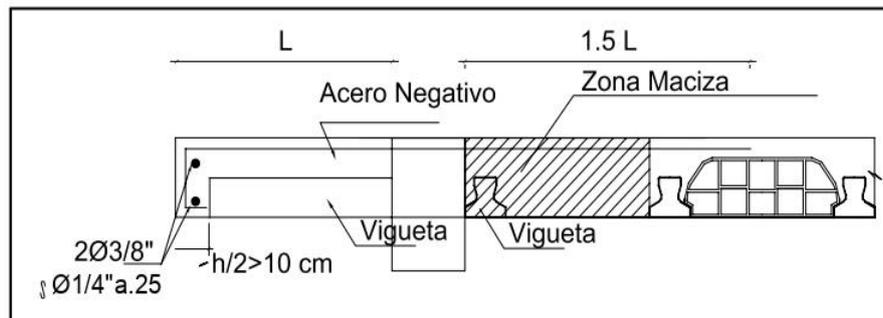
### BORDE DE LOSA



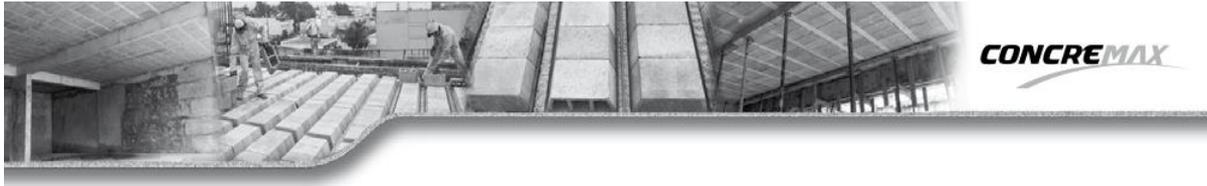
**Detalle 25.:**

Los bordes deben estar confinados con vigas para evitar posibles fisuramientos.

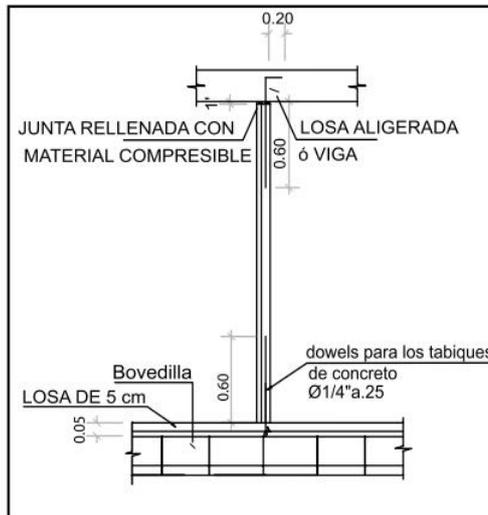
### VOLADIZOS



**Detalle 26.:** Siempre debe haber una viga en el borde de la losa. Los voladizos van de 0.80 a 1.50m. El acero negativo debe anclar 1.5 veces la longitud del voladizo en el paño contiguo. En caso la losa adyacente vaya en sentido contrario al sentido de las viguetas del voladizo, deberá macizarse 50 cm tal como se ve en la figura.



### TABIQUE TRANSVERSAL A LA VIGUETA - PLACA



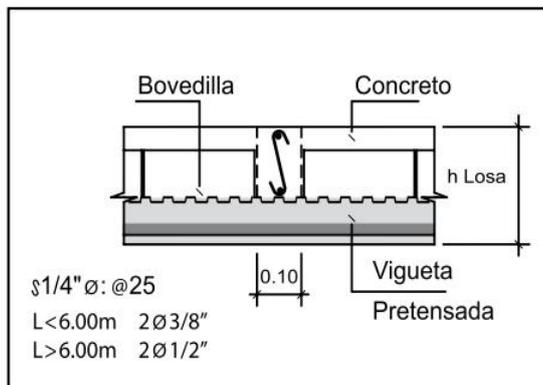
#### Detalle 23.:

En caso de tener un tabique de concreto de 10 cm. podría anclarse dowells en la losa de 5cm.

Para los dowells que anclen en la vigueta, ver detalle 28.

En tabiques de concreto ó silico calcario, los dowells puede anclarse en la capa de compresión de la losa de 5cm.

### VIGA COSTURA



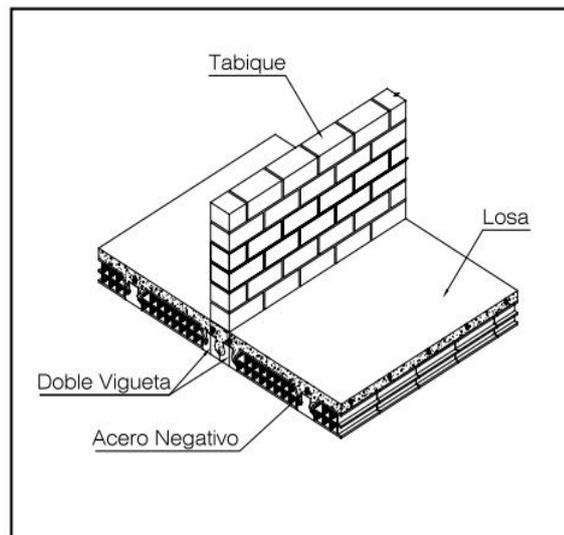
#### Detalle 24.:

Este es el detalle típico de la viga costura o viga transversal.

Se recomienda viga costura:  
para luces mayores a 5.50 m (1 viga costura)  
para luces mayores a 7.50 m (2 viga costura)



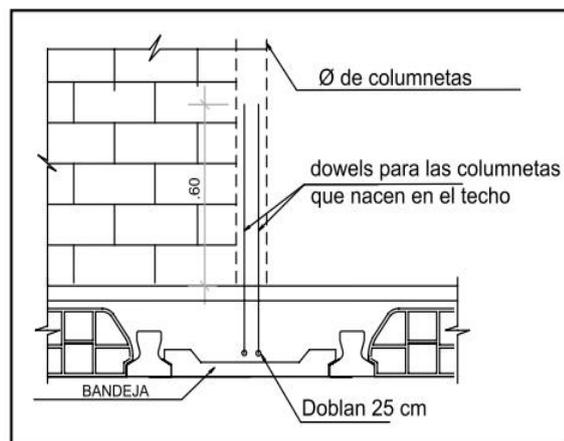
## DOBLE VIGUETA - TABIQUE



### Detalle 21.:

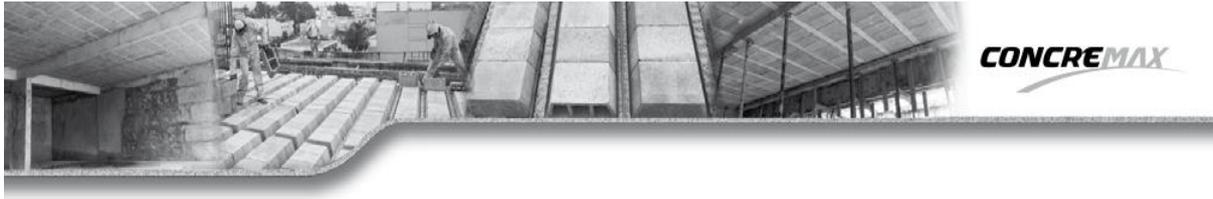
Colocar doble acero negativo.  
Luces mayores a 5.00m, hay que verificar el uso de la doble vigueta, ya que puede ser necesaria una viga chata.

## TABIQUE TRANSVERSAL A LA VIGUETA

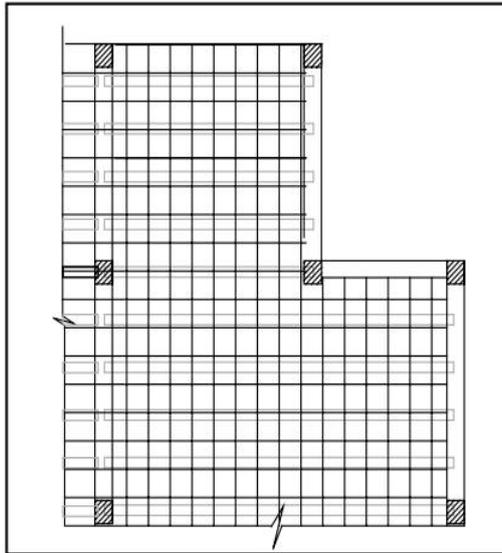


### Detalle 22.:

Considerar una sobrecarga equivalente de 150 Kg/m<sup>2</sup> (luces menores a 5.00m). En el caso de luces mayores a 5.00m, necesariamente se deberá consultar con el ingeniero proyectista. Se dejan dowels para lo cual se coloca una bandeja sanitaria y se maciza luego dicha zona con concreto.



### ACERO DE TEMPERATURA:



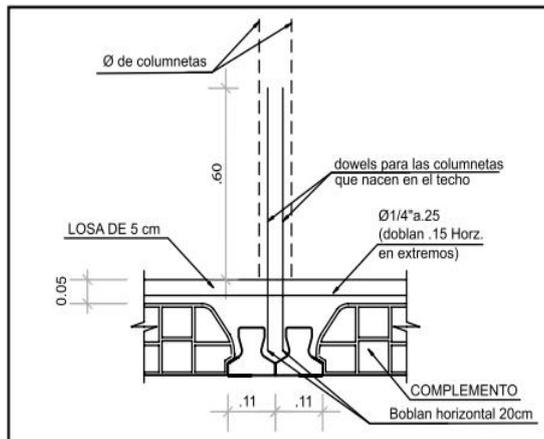
**Luces Mayores a 5.00m  
y azoteas**

#### **Detalle 19.-**

Para luces mayores a 5.00m, azoteas y plantas con un incremento brusco en la luz (ver fig.):

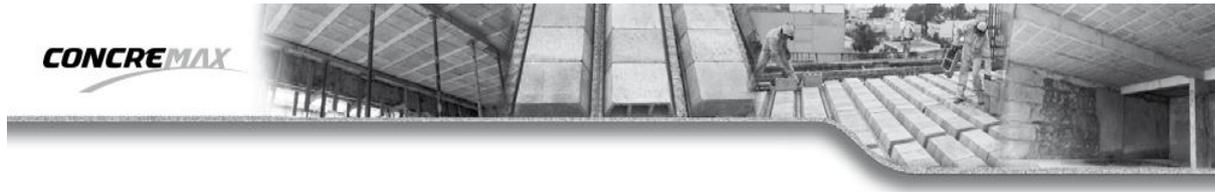
Se recomienda colocar el acero de temperatura en 2 sentidos:  $\frac{1}{4}$ " a 25 cm en la dirección perpendicular a las viguetas y  $\frac{1}{4}$ " a 30 cm en la dirección paralela a las viguetas.

### DOBLE VIGUETA - COLUMNETA

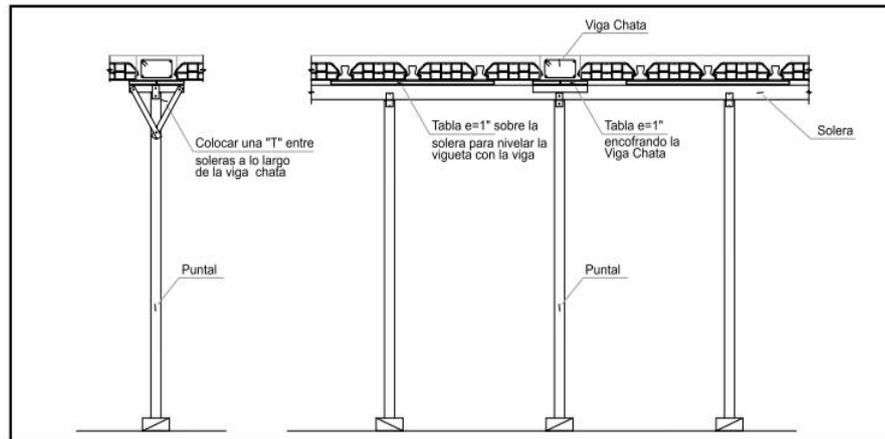


#### **Detalle 20.:**

Detalle de doble vigueta-columneta  
Dejar dowells en donde nazcan las columnetas

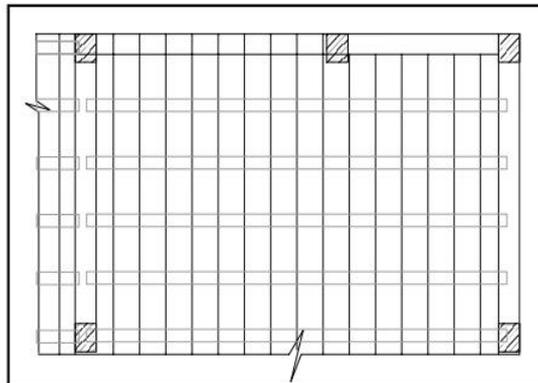


## APUNTALAMIENTO DE VIGAS CHATAS PARALELAS A LAS VIGUETAS



**Detalle 17.:** Se coloca tablas de 1" sobre las soleras para nivelar las viguetas con las vigas.

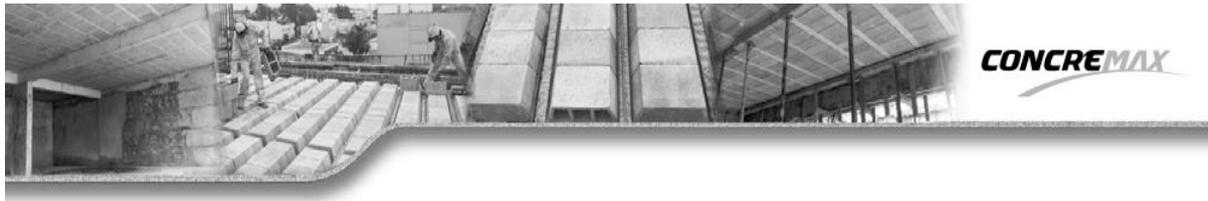
## ACERO DE TEMPERATURA:



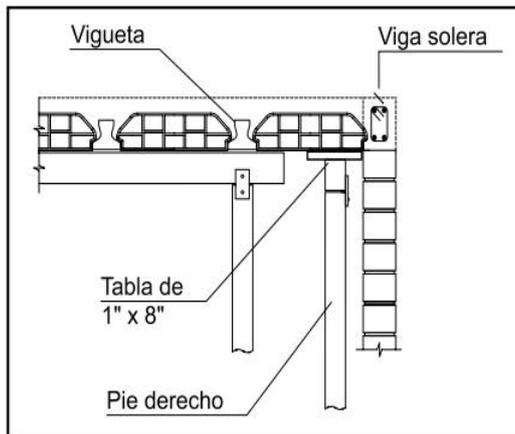
*Luces < 5.00m*

### **Detalle18.:**

Para luces menores a 5.00m y entrepisos:  
El acero de temperatura es de  $\frac{1}{4}$ " a 25 cm en la dirección perpendicular a las viguetas .



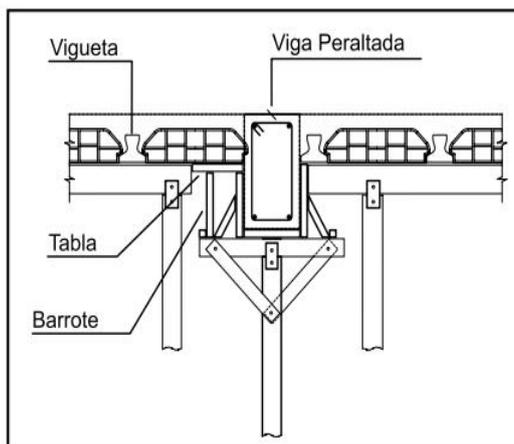
### ENTABLADO DE BOVEDILLA VIGAS CHATAS



***Detalle 15.:***

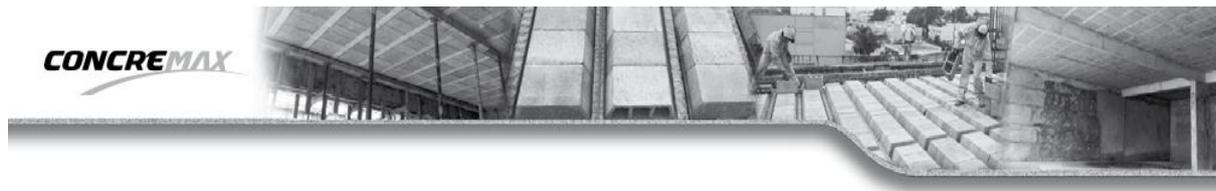
Soportar las bovedillas con tablas y puntales y asegurarlas con clavos, con dados de concreto o con un acero corrido amarrado al encofrado (cuando es metálico).

### ENTABLADO DE BOVEDILLA VIGAS PERALTADAS

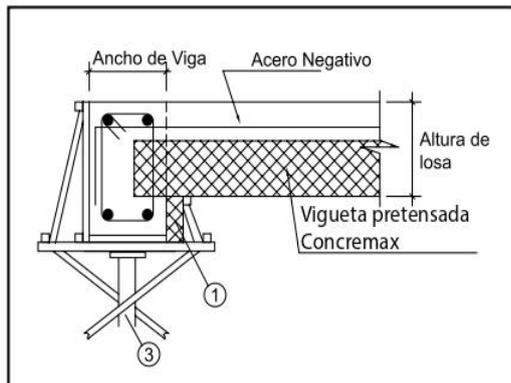


***Detalle 16.:***

Soportar las bovedillas con tablas y puntales y asegurarlas con clavos, con dados de concreto o con un acero corrido amarrado al encofrado (cuando es metálico).

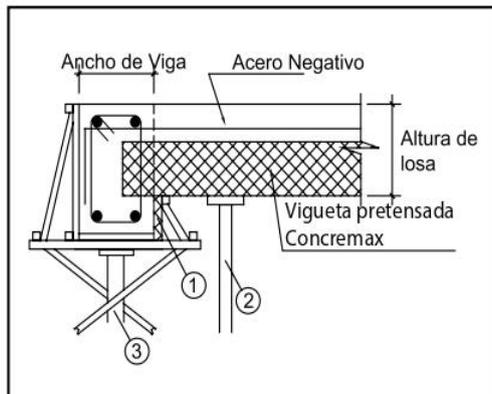


## APUNTALAMIENTO EN VIGAS PERALTADAS PERPENDICULARES A LAS VIGUETAS



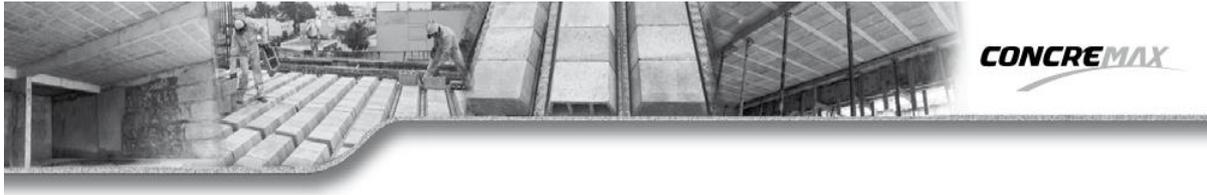
### ***Detalle 13.:***

Cuando el elemento 1 es un panel (4"), la vigueta puede apoyarse sin necesidad de un puntal (elemento 2), sin embargo se recomienda reforzar mejor el apuntalamiento del elemento 3 ya que recibe el peso del techo. Es muy importante tener una superficie plana y rígida que impida que el puntal descienda .



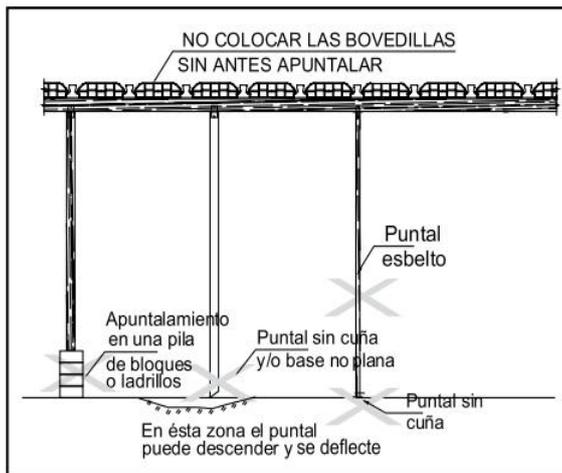
### ***Detalle 14.:***

Se recomienda apuntalar en los extremos próximos a las vigas (elemento 2) cuando el elemento 1 es una tabla de 1"(min).



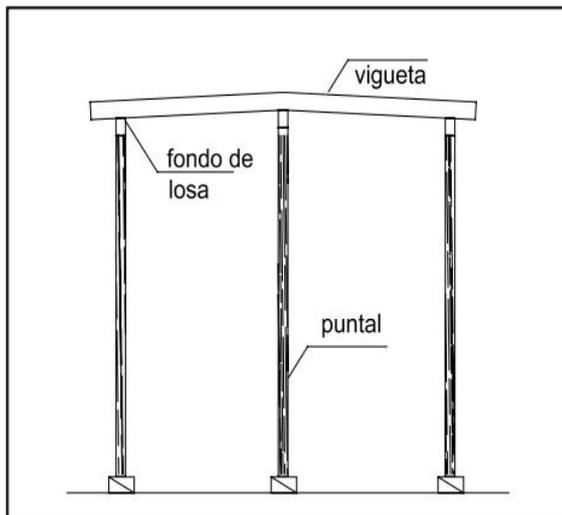
## APUNTALAMIENTO

### APUNTALAMIENTO DEL TECHO



#### **Detalle 11.:**

Es muy importante tener una superficie plana y rígida que impida que el puntal descienda (falso piso o entrepiso) .

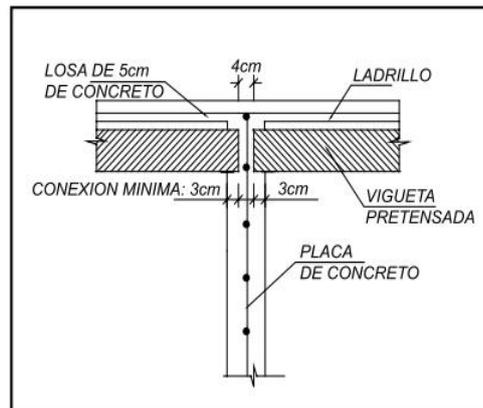


#### **Detalle 12.:**

Los puntales deben tocar el fondo de la vigüeta.

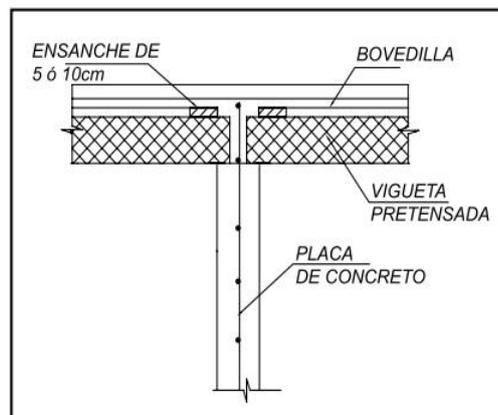


## VIGUETA - PLACA



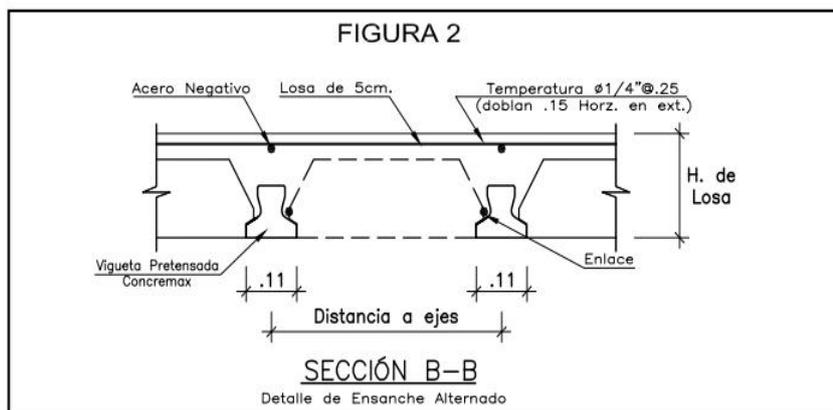
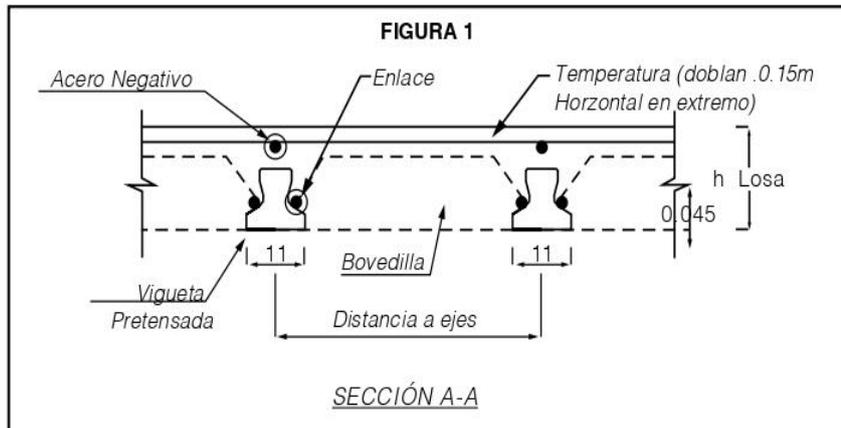
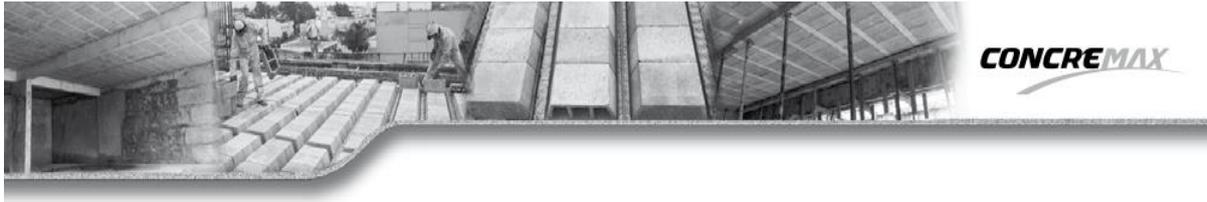
### **Detalle 9.:**

En placas de 10 cm, la conexión es de 3cm hasta luces de 4.5m. Con ensanche a todo lo largo de 5 cm. En caso de tener luces mayores se recomienda una conexión de 7.5cm, para lo cual habría que tener por lo menos una placa de 20 cm de espesor o en su defecto habrá que colocar una viga que garantice la conexión con la vigueta. **Ver detalles 5 y 6.**  
**Distanciamiento entre viguetas  $\geq 4$  cm**



### **Detalle 10.:**

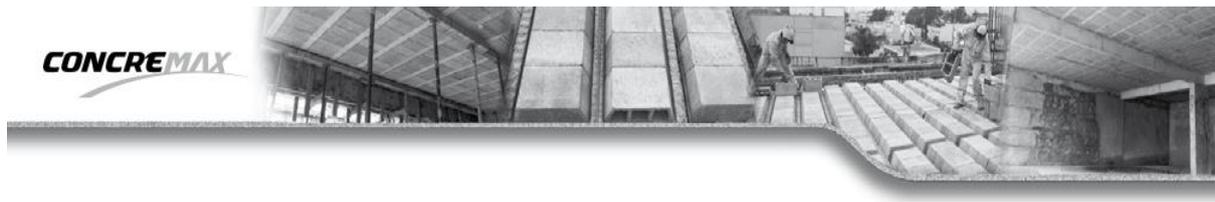
Si el nivel de vaciado de la placa es muy irregular, se puede dejar 5 a 10 cm de ensanche a todo lo largo para garantizar que el concreto rodee completamente a la vigueta .



CUADRO DE ENLACES

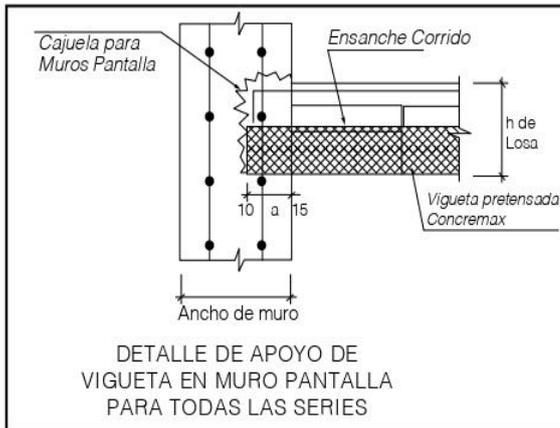
	LONGITUD LIBRE DE PAÑO (m)	
	Menor a 6m	Mayor o igual 6m
<b>APOYO NO CONTINUO</b>	(ø 3/8")	(ø 1/2")
L1	0.150	0.150
L2	0.20	0.30
<b>APOYO CONTINUO</b>	(ø 3/8")	(ø 1/2")
L1	(*)	(*)
L2	0.20	0.20

(\*) ancho de viga



## VIGUETA - MURO PANTALLA

### Conexión 1



### Detalle 8A.:

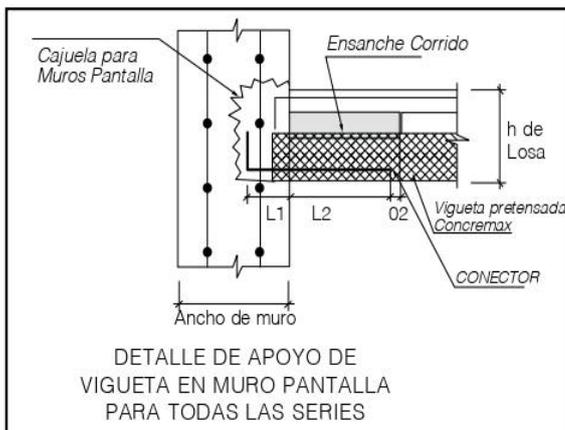
Realizar una cajuela de 15 cm de ancho x 15 cm de profundidad y por la altura de la losa.

Para luces menores a 6.00 m. ensanche corrido de 10.00 cm.

Para luces igual o mayor a 6.00 m ensanche corrido de 25 cm.

Colocar un epóxico antes de la colocación del concreto fresco.

### Conexión 2



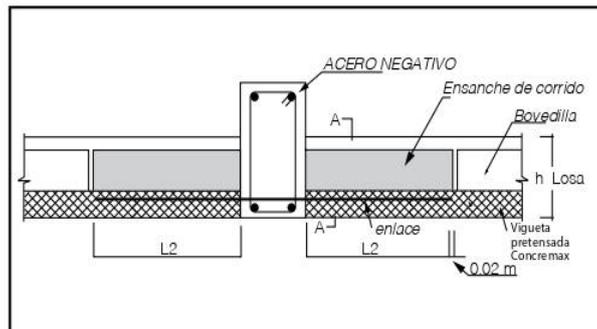
### Detalle 8B.-

Realizar una Cajuela de 15 cm de ancho x 15 cm de profundidad y por la altura de la losa, la vigüeta solo ingresa el recubrimiento en este caso se realiza un ensanche corrido de 20 cm + 1 conector.

Colocar un epóxico antes de la colocación del concreto.



### Conexión 3

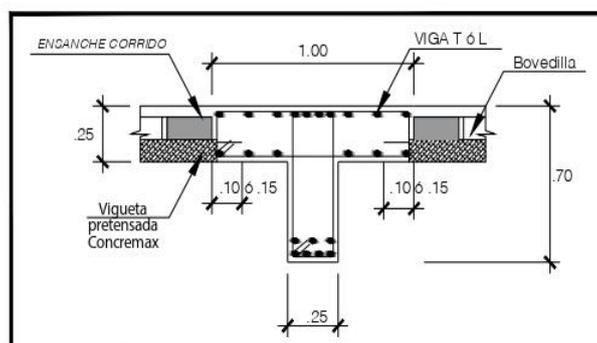


#### Detalle 7B.

#### Apoyos continuos:

Cuando las varillas longitudinales, los estribos o la geometría de la viga impidan que la vigueta ingrese se recomienda que la vigueta quede en la cara de la viga y se coloque dos enlaces por vigueta + ensanche continuo. Ver cuadro de enlaces y el corte A-A (Página 57, Fig. Nº 1)

### Detalle de conexión de Vigueta - Viga T ó L



#### Detalle 7C.

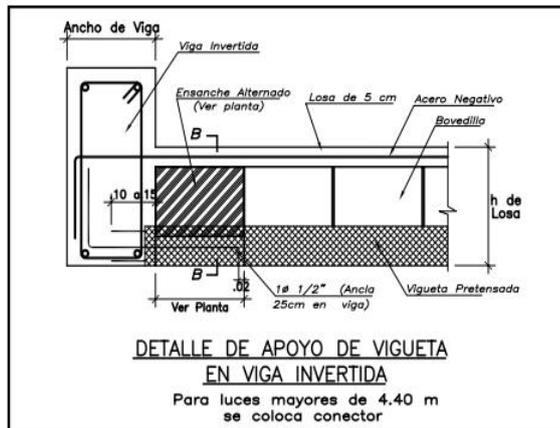
#### Conexión de vigueta en Viga T ó L:

La conexión de vigueta ingresa de 10.00 a 15.00 cm en la viga T ó L.  
Para luces mayores a 4.4m se coloca conector y ensanche corrido Corte B-B (Página 57, Fig. Nº 2)



## VIGUETA - VIGA INVERTIDA, T ó L

### Conexión 1

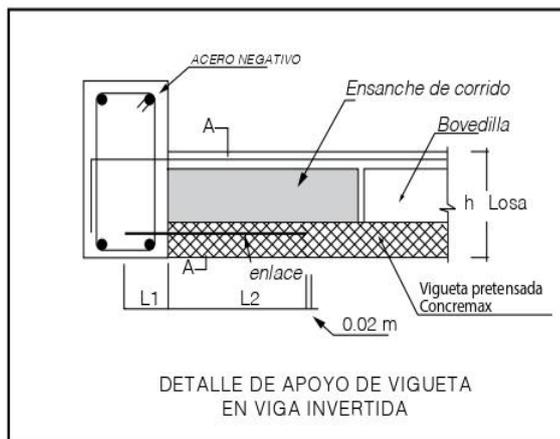


### Detalle 7.:

#### Apoyos continuos y discontinuos

La vigueta ingresa de 10.00 a 15.00 cm en la viga invertida. Para luces mayores a 4.4 m se coloca conector y ensancho Alternado corte A-A (Página 57, Fig. N° 1)

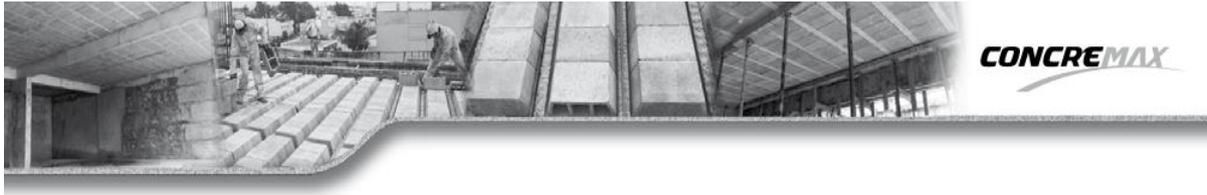
### Conexión 2



### Detalle 7A.-

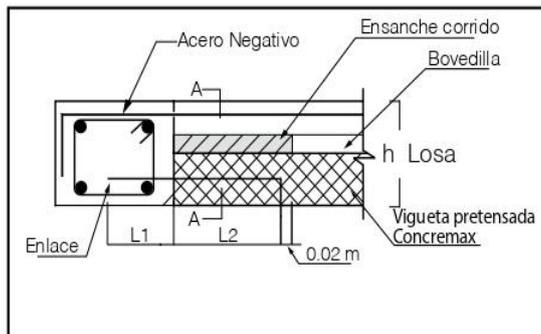
#### Extremos discontinuos:

Cuando las varillas longitudinales, los estribos o la geometría de la viga impidan que la vigueta ingrese se recomienda que la vigueta quede en la cara de la viga y se coloque dos enlaces por vigueta +ensancho continuo. Ver cuadro de enlaces y el corte A-A (Página 57, Fig. N° 1)



## VIGUETA - VIGA CHATA O SOLERA

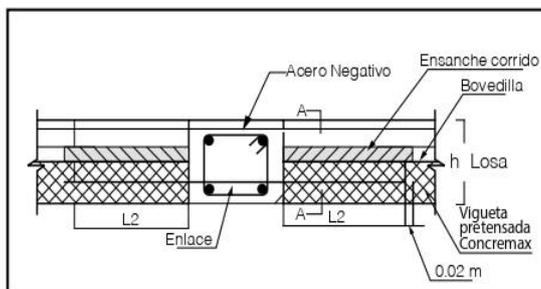
### Conexión 2



### Detalle 5A.-

#### Extremos discontinuos:

Cuando las varillas longitudinales o los estribos impidan que la vigueta ingrese se recomienda que la vigueta quede en la cara de la viga y se coloque dos enlaces por vigueta + ensanche continuo. Ver cuadro de enlaces y el corte A-A (Página 57, Fig. N° 1)



### Detalle 6A.-

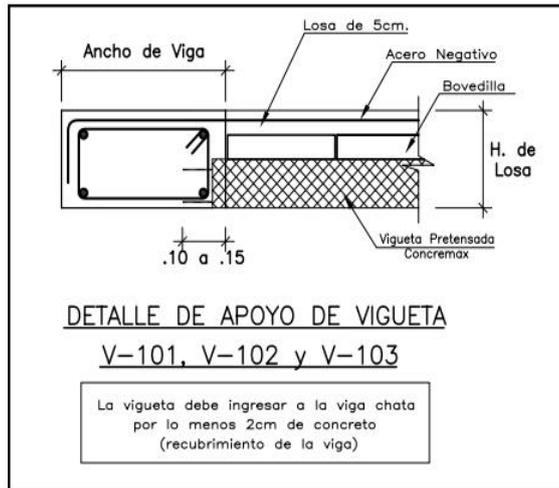
#### Apoyos continuos:

Cuando las varillas longitudinales o los estribos impidan que la vigueta ingrese se recomienda que la vigueta quede en la cara de la viga y se coloque dos enlaces por vigueta + ensanche continuo. Ver cuadro de enlaces y el corte A-A (Página 57, Fig. N° 1)



## VIGUETA - VIGA CHATA O SOLERA

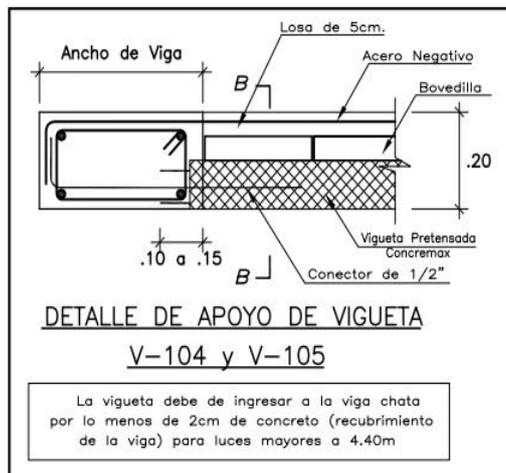
### Conexión 1



### Detalle 5.- Longitudes de viguetas menores a 4.40m:

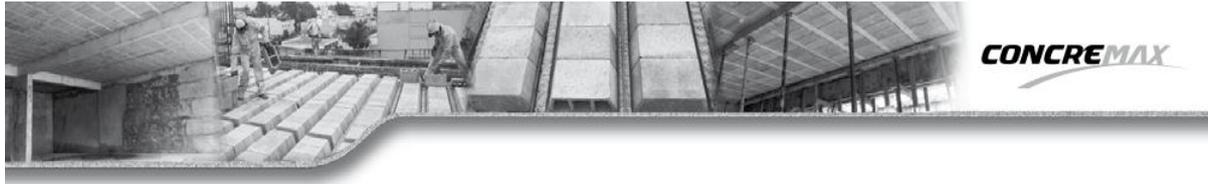
Apoyos discontinuos:  
La vigueta ingresa 10.00 cm en la viga.

Apoyos Continuos:  
La vigueta ingresa 10.00 cm en la viga.



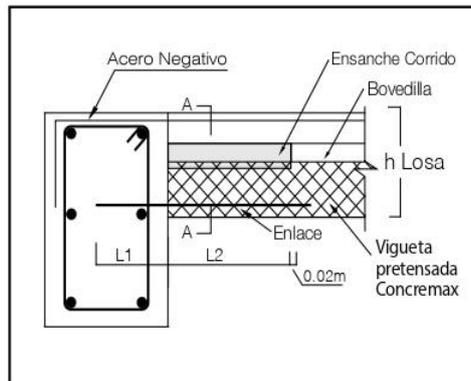
### Detalle 6.- Longitudes de viguetas mayores a 4.40 m

La vigueta ingresa de 10.00 a 15.00 cm en la viga y adicionalmente se ensancha alternadamente (se quita 01 bovedilla) y se coloca una varilla al lado de la vigueta tal como vemos en el corte B-B (Página 57, Fig. N° 2)



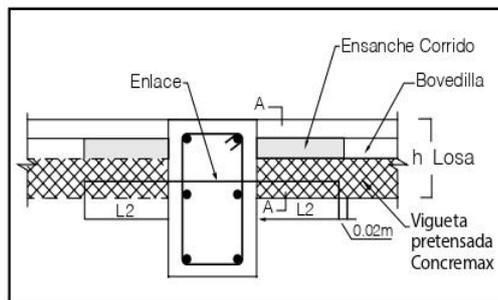
## VIGUETA - VIGA PERALTADA - Hay Concentración de Acero

### Conexión 2



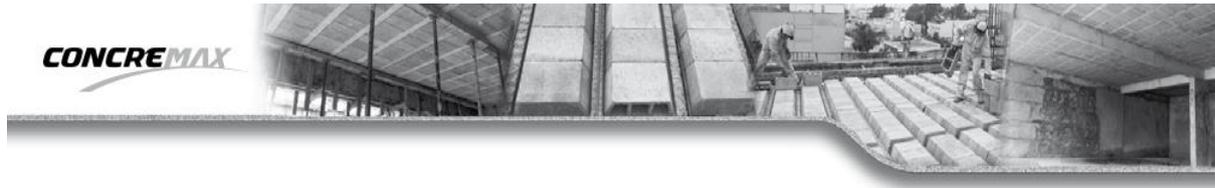
### ***Detalle3A.-Extremos discontinuos:***

Cuando las varillas longitudinales o los estribos impidan que la vigueta ingrese se recomienda que la vigueta quede en la cara de la viga y se coloquen dos enlaces por vigueta +ensanche continuo. Ver cuadro de enlaces y el corte A-A (Página 57, Fig. N° 1)

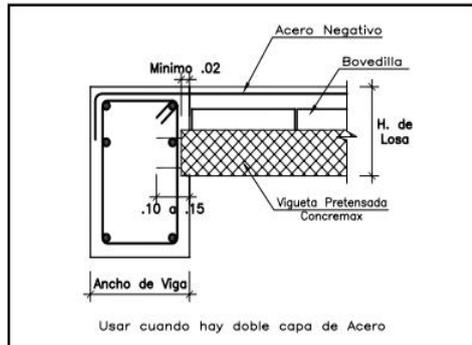


### ***Detalle4A.-Apoyos Continuos:***

Cuando las varillas longitudinales o los estribos impidan que la vigueta ingrese se recomienda que la vigueta quede en la cara de la viga y se coloquen dos enlaces por vigueta +ensanche continuo. Ver cuadro de enlaces y el corte A-A. (Página 57, Fig. N° 1)



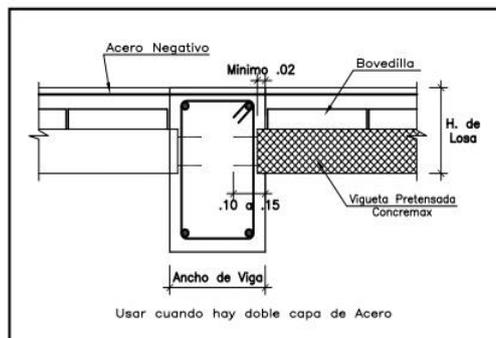
## VIGUETA - VIGA PERALTADA - Hay Concentracion de Acero



### **Detalle3.-Extremos discontinuos:**

En extremos de las vigas (Luces < 5.50 m) cuando hay doble capa de acero, se recomienda que la vigueta ingrese con cable vistos ingresa 10.00 cm

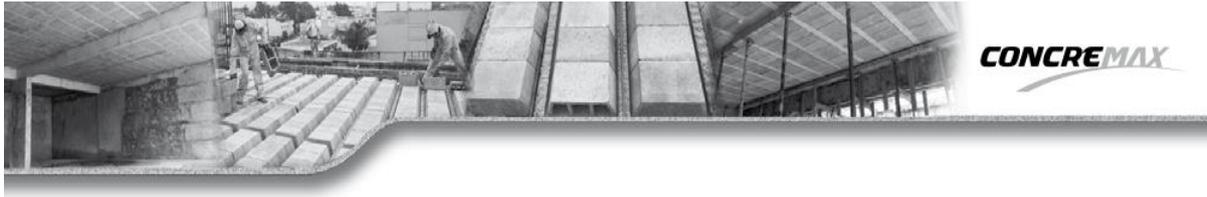
Luces Mayores a 5.50 m la vigueta ingresa 15.00 cm



### **Detalle4.-Apoyos Continuos:**

Luces Menores a 5.50 m la vigueta ingresa 10.00 cm

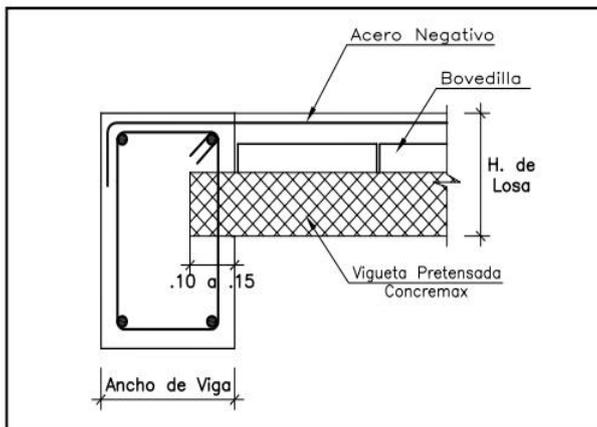
Luces Mayores a 5.50 m la vigueta ingresa 15.00 cm



## DETALLES CONSTRUCTIVOS

### Conexión Vigueta - Vigas

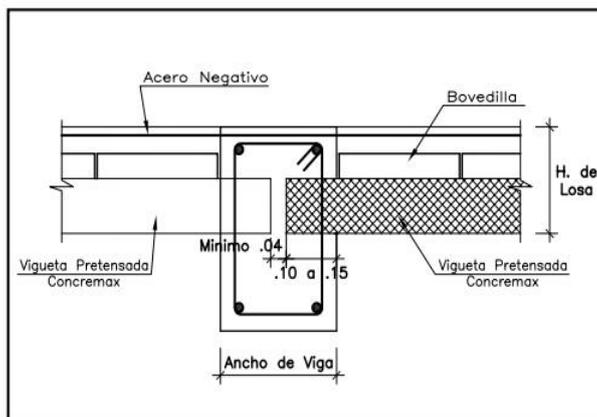
#### **VIGUETA - VIGA PERALTADA** No hay concentración de Acero



#### **Detalle 1.- Extremos Discontinuos:**

Luces Menores a 5.50 m la vigueta ingresa 10.00 cm

Luces Mayores a 5.50 m la vigueta ingresa 15.00 cm

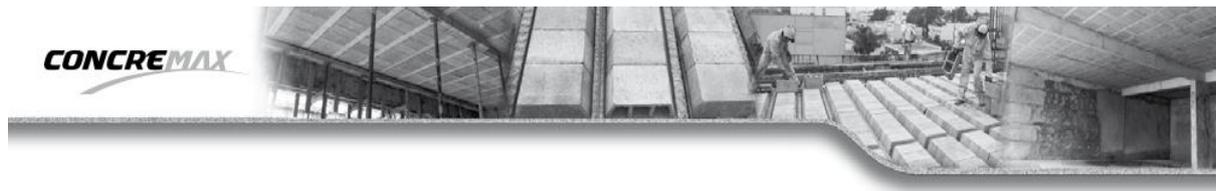


#### **Detalle 2.- Apoyos Continuos**

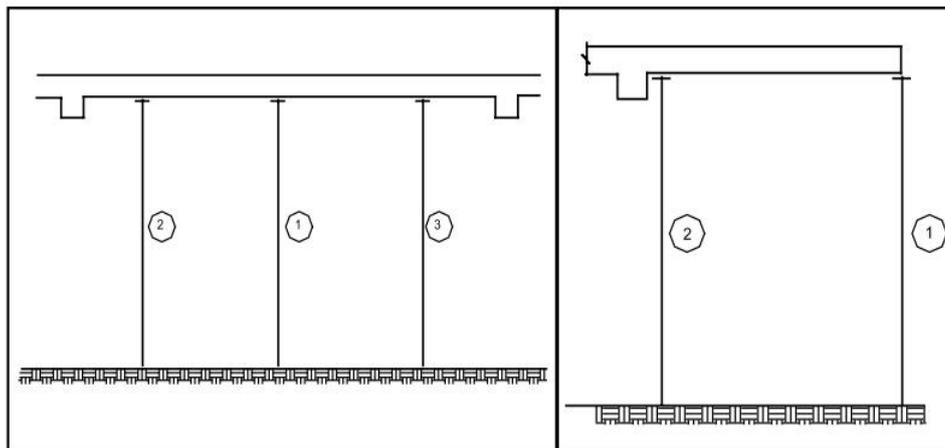
Luces Menores a 5.50 m la vigueta ingresa 10.00 cm

Luces Mayores a 5.50 m la vigueta ingresa 15.00 cm.

Distanciamiento  
entreviguetas  $\geq 4.00$  cm.



**Orden para empezar a desencofrar**



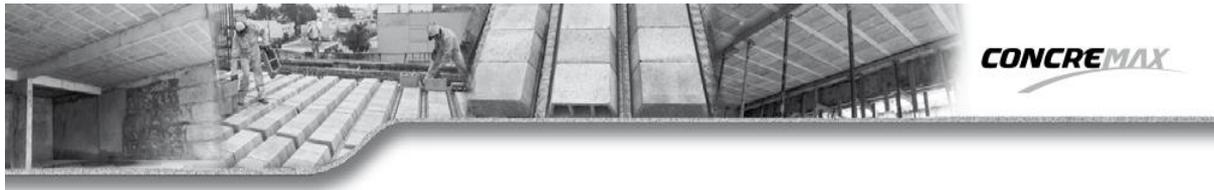
*Se comienza a desapuntalar por la solera central (1).*

*Se comienza a desapuntalar desde el volado mismo (1).*

**FIG. 5.- Orden por donde se comienza a desapuntalar.**

**10. Acabados**

- \* Los techos pueden ser tarrajeados, escarchados, solaqueados, o dejarlos expuestos en zonas de sótanos.
- \* Se recomienda adicionar cal para mejorar la adhesión y la trabajabilidad de la mezcla en una proporción cemento: cal: A.F 1:1/2:5
- \* **Se recomienda mojar el techo al día siguiente de haber tarrajado, sobre todo en el último techo.**



### 8. Curado de Concreto

- Rociar agua en cuanto se pierda la película superficial de agua de la losa (proceso de exudación).
- El curado de la losa (por lo menos 4 días) es sumamente importante para evitar la formación de fisuras. El tiempo en que se debe iniciar el curado dependerá de las condiciones climáticas.
- Si durante el vaciado el clima está soleado y/o hay presencia de viento, las bovedillas y la losa in situ secarán más rápido y las contracciones por temperatura serán en mayor cantidad. Se recomienda mantener una persona pendiente de curar la losa.
- Utilizar un curador químico si no se tienen condiciones adecuadas.

### 9. Desapuntalamiento

La **resistencia mínima** que debe tener un concreto para desencofrar con seguridad es de **140 kg/cm<sup>2</sup>**, pero deberá mantenerse recimbrada de acuerdo lo indicado en el cuadro siguiente:

Cuadro de N° de días mínimos que se deja la losa encofrada (varía de acuerdo al desarrollo de la obra).

Luces de los paños	Vigueta 11 x 10	
	Entrepiso	Azotea
0.00 - 3.00 m	5 días	4 días
3.00 - 4.50 m	5 días + 7 días*	4 días
4.50 - 5.50 m	7 días + 7 días*	5 días
5.50 - 7.00 m	15 días + 7 días*	6 días
7.00 - 8.40 m	15 días + 7 días*	7 días

**Nota:** \*Recimbrado: Se desapuntala y se vuelve a apuntalar con soleras a 2.50m y puntales a 2.00m

**IMPORTANTE:**

- ESTO NO INCLUYE EL DESAPUNTAMIENTO DE LAS VIGAS
- DEJAR 02 JUEGOS DE APUNTALAMIENTO PARA QUE RESISTAN LA LOSA SIGUIENTE (LA TERCERA LOSA).

CONCREMAX

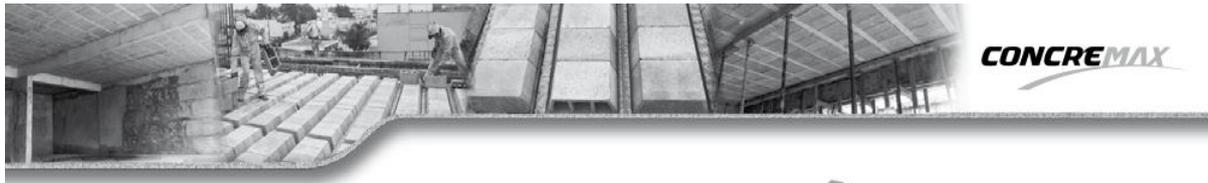


## 7. Vaciado de Concreto

- **Regar la losa:** Con un chorro de agua para garantizar la unión vigueta-losa. Además que las bovedillas tienen mayor área que las tradicionales y absorben mayor cantidad de agua.
- **Mantener siempre húmedas las bovedillas de arcilla:** A menudo se mojan las bovedillas y viguetas sólo al comenzar el vaciado y se descuidan los últimos tramos.
- **Slump:** Deberá ser de 3 1/2" para asegurar un concreto denso, pero a la vez debe cuidarse de rociar agua en cuanto se pierda la película superficial de agua de la losa (proceso de exudación). Si la losa no se rocea con agua para mantenerla húmeda, no se podrá controlar la formación de fisuras.
- **Reglear:** En forma paralela a las viguetas .
- **Vibrado :** y regleado evitando el sobre vibrado que puede generar segregación en la mezcla. **En sistemas aporticados** las vigas tienen mucha congestión de fierro y si no se llenan con concreto superplastificante y/o no se realiza un buen vibrado, se inducen fisuras sistemáticas en las vigas por efecto de contracción, que no son fallas estructurales pero que pueden ser controladas: con un óptimo vibrado, mojando todos los elementos que estarán en contacto con el concreto a vaciar ó ensanchando 10 cm con concreto en las zonas adyacentes a las vigas.
- **Juntas:** Vigas y losa deben ser vaciadas al mismo tiempo . Vaciar vigas hasta el nivel inferior de la losa crean una junta innecesaria y perjudicial para el esfuerzo rasante. Si se desea vaciar en distintas etapas, se recomienda dejar juntas en el tercio central de las vigas.



**NOTA:**  
EN CASO DE UTILIZAR CASETONES DE POLIESTIRENO CAMINAR Y LLEVAR  
CARRETILLAS SOBRE TABLONES.



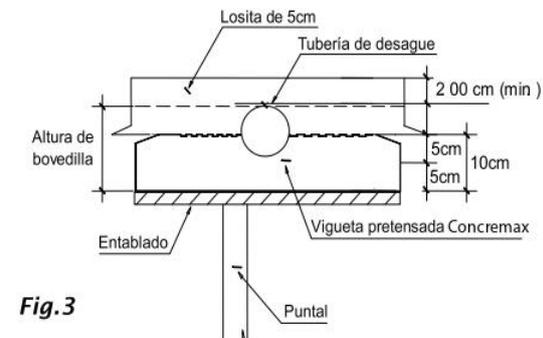
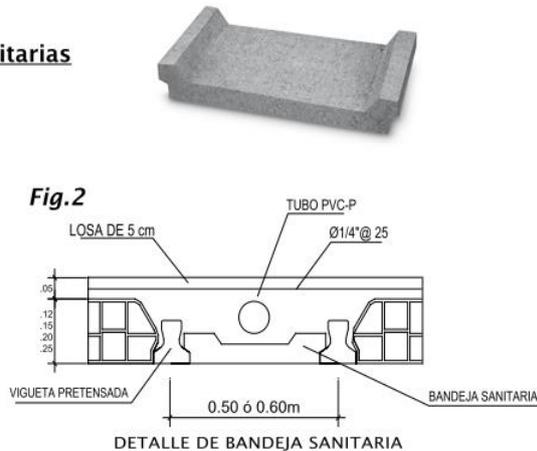
### 6. Colocación de las instalaciones sanitarias

Se recomienda que las tuberías de desagüe vayan paralelas a la dirección de las viguetas (entre bovedillas). Asimismo se sugiere que en la zona de baños donde van las montantes, por lo general muy cercanas a los bordes, se empiece con bovedilla.

En caso de que la tubería tenga que atravesar la vigueta, ésta se podrá picar hasta 5 cm (Máx.) tal como se ve en la figura 3, siempre y cuando:

Se entable dicha zona.

- \* Se mantenga un recubrimiento de 2cm en la losa, caso contrario se recomienda usar losa maciza o convencional, falso techo o crear un desnivel en la losa (Tipo Bandeja).
- \* Si la tubería va dentro de los 30 cm de la zona de conexión vigueta-viga: Se ensanche con concreto esa zona.
- \* Sólo se puede picar 02 ó 03 viguetas de la longitud del paño.



**NOTA:**  
 NO SE PICAN LAS VIGUETAS EN LA ZONA DEL TERCIO CENTRAL DE LA LOSA.

**CONCREMAX**



#### 4. Colocación de Viguetas y Bovedillas

**NUNCA COLOCAR LAS BOVEDILLAS SIN ANTES HABER APUNTALADO.**

Se recomienda comenzar con las bovedillas y continuar luego con las viguetas y así sucesivamente. Colocar las bovedillas como elementos distanciadores de las viguetas. Las Viguetas Ingresaran entre 10.00 cm y 15.00 cm en la viga. Luego de apuntalar y nivelar el techo se procede a colocar las bovedillas restantes.



**NOTA:**

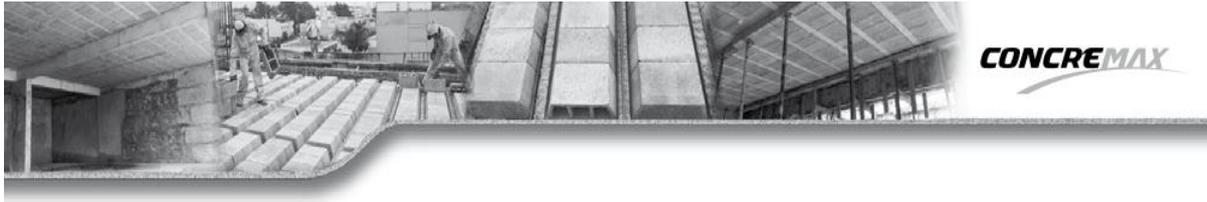
- \* SE DEBE EVITAR CORTAR LAS BOVEDILLAS SOBRE LAS VIGUETAS PARA NO ENSUCIARLAS.
- \* EN CASO DE TRABAJAR CON POLIESTIRENO : ES NECESARIO CAMINAR SOBRE TABLAS DE MADERA PARA PROCEDER A ARMAR LA LOSA.

#### 5. Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones electricas

El acero negativo va espaciado cada 50 o 60 cm Podría distribuirse también a menor distanciamiento en la losa según indicaciones del proyectista.

**Se recomienda:**  
*Colocar acero de temperatura en dos sentidos en último techo (azotea) y en luces mayores o iguales a 5.00m.*





#### RECOMENDACIONES:

*Los puntales de los techos inclinados, abovedados y rampas, así como alturas mayores a 2.80m, deberán arriostrarse horizontalmente para absorber esfuerzos horizontales.*

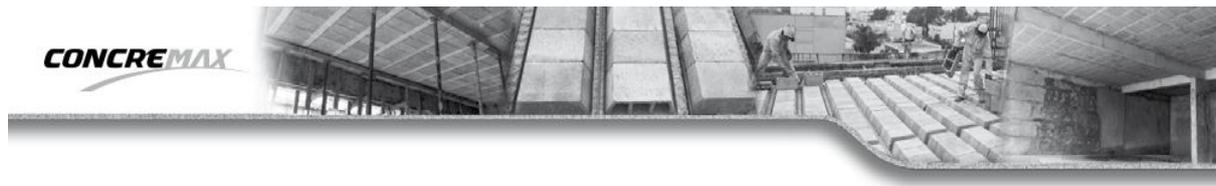


- \* Las soleras deben de tocar fondo de vigueta.
- \* Se debe asegurar bien los puntales para evitar problemas de asentamiento que afecten el buen estado de la vigueta y por ende de la losa.

#### Nota:

- \* SI EN OBRA EXISTEN OTRAS CONDICIONES, SE DEBERÁ ACERCAR LAS SOLERAS Y PUNTALES.
- \* VERIFICAR CONTRAFLECHAS y DESVIACIONES LATERALES, NO EXCEDA 5 MM POR METRO LINEAL DE VIGUETA
- \* **EN CASO DE UTILIZAR CASETONES POLIESTIRENO:** SE COLOCARA SOLERAS EN LOS EMPLAMES DE LAS BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO Y PUNTALES A 1.50 M.  
ES NECESARIO CAMINAR SOBRE TABLAS DE MADERA PARA PROCEDER A ARMAR LA LOSA Y PARA EL MOMENTO DEL VACIADO.
- \* **CUANDO LAS VIGUETAS SE APOYAN EN LAS PLACAS DE CONCRETO:** SE RECOMIENDA COLOCAR SOLERAS PEGADAS A LAS PLACAS PARA EVITAR QUE LA LOSA QUEDE CON UNA SUPERFICIE IRREGULAR PROVOCADA POR EL VACIADO IRREGULAR DE LA PLACA.
- \* **SOLERAS DE LOS EXTREMOS EN PLACAS DE 10 CM** PUEDEN SACARSE A LOS 03 DÍAS, MANTENIENDO EL RESTO DE LAS SOLERAS Y PUNTALES.
- \* **AL COMENZAR Y TERMINAR CON BOVEDILLAS,** COLOCAR TABLAS PARA APOYAR LAS BOVEDILLAS DE LOS BORDES (AL LADO DE LAS VIGAS).
- \* **ENCOFRAR LAS VIGAS COSTURA EN CASO NO EXISTIESE LA MEDIA BANDEJA DE CONCRETO.**

*Luces mayores a 5.00mt, dejar contraflechas de 3mmxl.*



			Resistencia mínima de Encofrado		
			Peso x Puntual ton	M(+) Solera ton-m	Vc Solera ton
Bovedilla Concreto	Espaciamiento	Serie**			
Losa Aligerada 20 cm	.@50	Baja	1.70	0.319	0.425
		Alta	1.95	0.366	0.425
Losa Aligerada 25 cm	.@50	Baja	1.88	0.353	0.470
		Alta	2.16	0.406	0.470

\*\* Serie Baja (V101-V102) / Serie Alta (V103-V104-V105)

#### CONDICIONES:

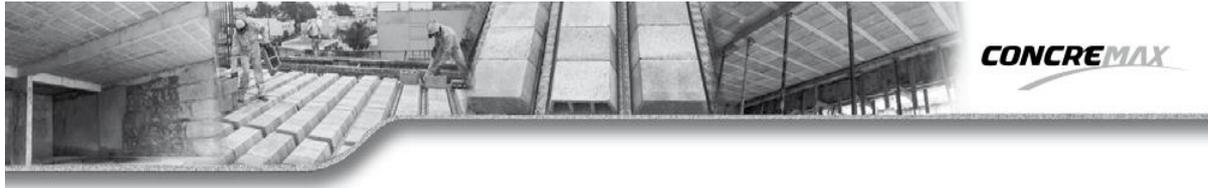
- \* Los puntales se apoyarán sobre una superficie rígida, y se colocarán cuñas que garanticen que éstos no se muevan durante el proceso constructivo.
- \* Soleras y puntales de 3" x 4" o de Tipo metálico.
- \* Madera en buen estado y de sección continua.

#### IMPORTANTE:

- \* Se considera una Sobrecarga de trabajo de 300 Kg / m<sup>2</sup> . En caso se coloque carga adicional sobre el techo (parihuelas con bovedillas) se buscará una zona adecuada donde cargar la losa (zona maciza o con puntales a 1.00m).
- \* La losa se debería mantener apuntalada según lo especificado en la página 45, punto 9)

\* Distancia máxima considerando soleras y puntales de 3"x4"

\*\* Serie Baja (V101-V102) / Serie Alta (V103-V104-V105)

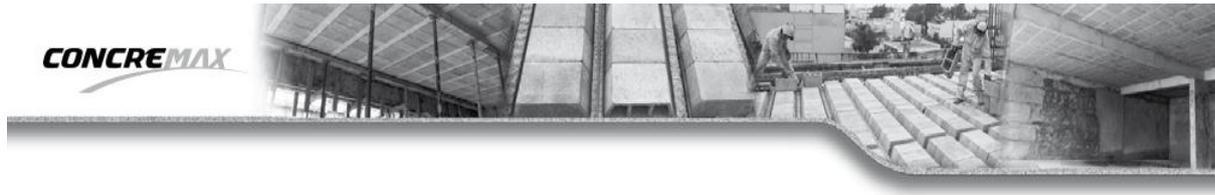


Bovedilla Arcilla	Espaciamiento	Serie**	Resistencia mínima de Encofrado		
			Peso x Puntal ton	M(+) Solera ton-m	Vc Solera ton
Losa Aligerada 17 cm	.@50	Baja	1.54	0.289	0.367
		Alta	1.76	0.330	0.367
Losa Aligerada 20 cm	.@50	Baja	1.66	0.312	0.396
		Alta	1.90	0.356	0.396
Losa Aligerada 25 cm	.@50	Baja	1.77	0.331	0.441
		Alta	2.03	0.381	0.441
Losa Aligerada 30 cm	.@50	Baja	1.98	0.371	0.495
		Alta	2.28	0.427	0.495

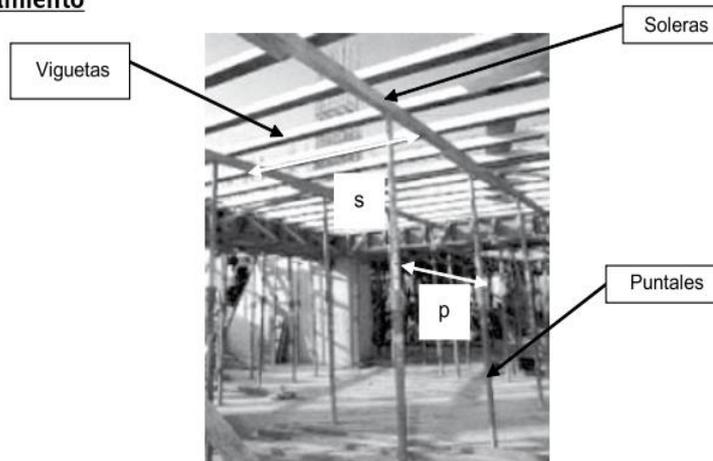
\*\* Serie Baja (V101-V102)/Serie Alta (V103-V104-V105)

Bovedilla Poliestireno	Espaciamiento	Serie**	Resistencia mínima de Encofrado		
			Peso x Puntal ton	M(+) Solera ton-m	Vc Solera ton
Losa Aligerada 20 cm	.@50	Baja	1.49	0.279	0.338
		Alta	1.69	0.317	0.338
Losa Aligerada 25 cm	.@50	Baja	1.56	0.292	0.371
		Alta	1.78	0.334	0.371
Losa Aligerada 30 cm	.@50	Baja	1.73	0.325	0.413
		Alta	1.98	0.371	0.413

\*\* Serie Baja (V101-V102)/Serie Alta (V103-V104-V105)



### 3. Apuntalamiento



Donde:

"s" distanciamiento entre soleras

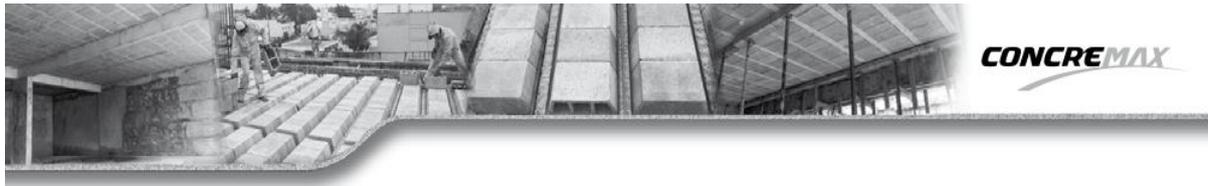
"p" distanciamiento entre puntales

Las viguetas no necesitan fondo de encofrado, solo necesitan de soleras y puntales que varían según el espaciamiento entre viguetas:

Losa Aligerada con Bovedilla de Arcilla, Concreto, Mix y Poliestireno				
Altura de Losa	Espaciamiento	Serie**	Soleras (3"x4")	Puntales (3"x4")
Losa Aligerada de 17 cm	.@60	Baja	1.50 m	1.50 m*
		Alta	1.50 m	1.50 m*
Losa Aligerada de 17 y 20 cm	.@50	Baja	Hasta 2.00 m	1.50 m*
		Alta	Hasta 2.00 m	1.50 m*
Losa Aligerada de 25 y 30 cm	.@50	Baja	1.80 m	1.50 m*
		Alta	1.80 m	1.50 m*

\*Distancia maxima considerando soleras y puntales de 3"x4"

\*\*Serie Baja (V101-V102) / Serie Alta (V103-V104-V105)



CON WINCHE ELÉCTRICO

---



CON TORRE GRÚA

---

**Nota:**  
Dejar hasta 2m de volado de donde coger las viguetas

**CONCREMAX**



## PROCESO CONSTRUCTIVO

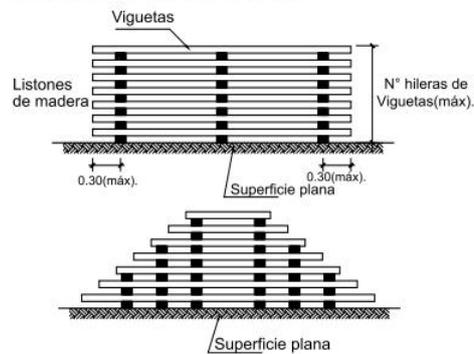
### 1. Apilación

Colocar las viguetas en forma de T invertida y sobre una superficie plana.

**Primer listón a 30 cm de los extremos.**

Nota: Las viguetas V-103, V-104 y V-105 no deben ser almacenadas en obra por más de una semana.

Colocar listones alineados.



Espaciamiento entre listones	N° hileras de viguetas
1.50m	9
2.00m	7

FIG.1



### 2. Izaje

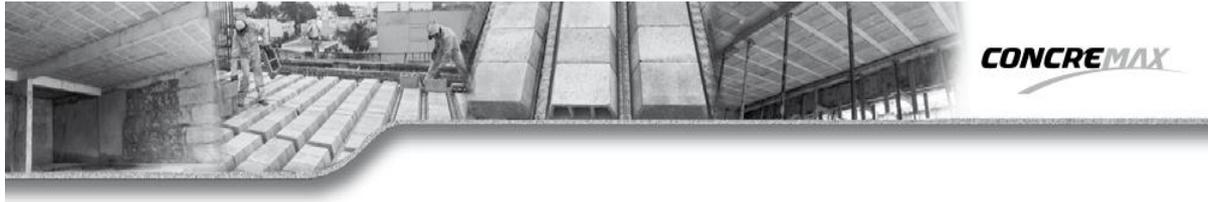
El izaje puede ser:



MANUAL (Las viguetas deben ser manipuladas en forma de T invertida)



CON POLEA



**VIGUETAS PRETENSADAS**

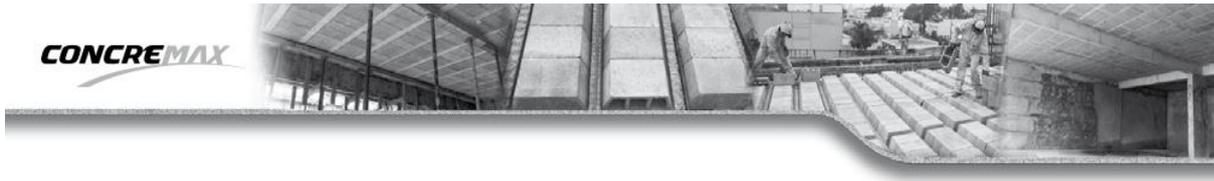
**CONSIDERACIONES :**

Peso propio (pp) de losa simplemente apoyada :  $wL^2/8$   
 se considera una losa

ALTURA DE	LOSA	25	cm
ESPACIAMIENTO	A	EJES60	cm
COMPLEMENTO	BOVEDILLA DE POLIESTILENO		

$a = 0.6 =$   
 pp (kg/225) /m<sup>2</sup>=  
 wu (kg/225) ≈55

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10											
3.20							V101				
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10											
4.20											
4.30											
4.40							V102				
4.50											
4.60											
4.70											
4.80											
4.90											
5.00							V103				
5.10											
5.20											
5.30											
5.40											
5.50							V104				
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											
6.10											
6.20							V105				
6.30											
6.40											
6.50											
6.60											
6.70											
6.80											
6.90											
7.00											



**VIGUETAS PRETENSADAS**

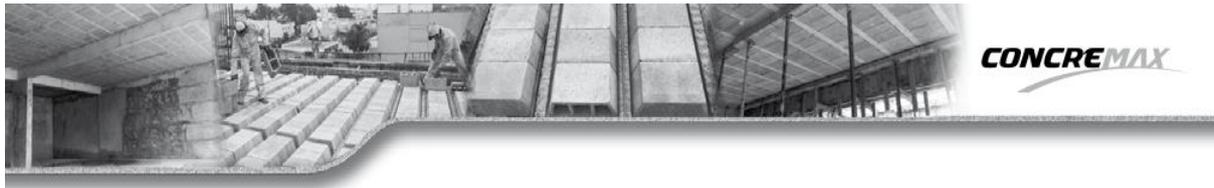
CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) : simplemente apoyada :  $wL^2/8$   
se considera una losa

ALTURA DE LOSA 20 cm  
ESPACIAMIENTO A EJES 60 cm  
COMPLEMENTO BOVEDILLA DE POLIESTILENO

$a = 0.6$   
pp (kg/m<sup>2</sup>) = 195  
wu (kg/m<sup>2</sup>) = 334

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00						V101					
3.10											
3.20											
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00						V102					
4.10											
4.20											
4.30											
4.40											
4.50						V103					
4.60											
4.70											
4.80											
4.90						V104					
5.00											
5.10											
5.20											
5.30											
5.40											
5.50						V105					
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											
6.10											
6.20											
6.30											
6.40											
6.50											



**VIGUETAS PRETENSADAS**

CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) se considera una losa simplemente apoyada :  $wL^2/8$

ALTURA DE LOSA	17	cm
ESPACIAMIENTO A	EJE 60	cm
COMPLEMENTO	BOVEDILLA DE POLIESTILENO	

pp	$\frac{0.6}{a}$	=										
wu	(kg/180)	(kg/24)	=	366	409	451	494	536	579	621	664	706

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90						V101					
3.00											
3.10											
3.20											
3.30											
3.40											
3.50											
3.60						V102					
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10						V103					
4.20											
4.30											
4.40											
4.50						V104					
4.60											
4.70											
4.80											
4.90											
5.00						V105					
5.10											
5.20											
5.30											
5.40											
5.50											
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											

**CONCREMAX**



**VIGUETAS PRETENSADAS**

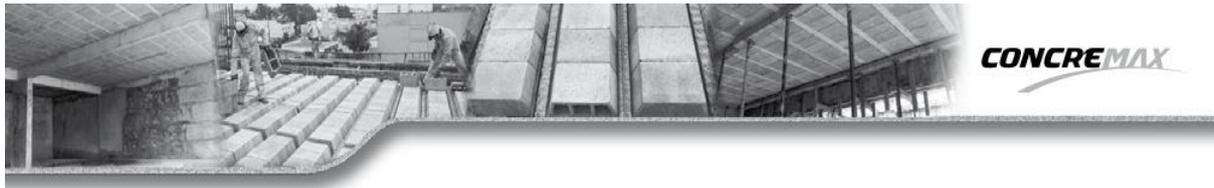
CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) considera una losa simplemente apoyada :  $wL^2/8$

ALTURA DE LOSA 30 cm  
 ESPACIAMIENTO A 6ES cm  
 COMPLEMENTO BOVEDILLA DE PUESTILENO

pp a 0.5 = /m<sup>2</sup> =  
 wu (kg/m<sup>2</sup>) 406 450 493 535 578 620 663 705 748 790

L (m)	Sobrecarga-S/C (kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10											
3.20											
3.30											
3.40											
3.50						V101					
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10											
4.20											
4.30											
4.40											
4.50											
4.60											
4.70											
4.80											
4.90											
5.00											
5.10						V102					
5.20											
5.30											
5.40											
5.50											
5.60											
5.70											
5.80											
5.90						V103					
6.00											
6.10											
6.20											
6.30											
6.40											
6.50						V104					
6.60											
6.70											
6.80											
6.90											
7.00											
7.10											
7.20						V105					
7.30											
7.40											
7.50											
7.60											
7.70											
7.80											
7.90											
8.00											
8.10											
8.20											
8.30											
8.40											
8.50											



**VIGUETAS PRETENSADAS**

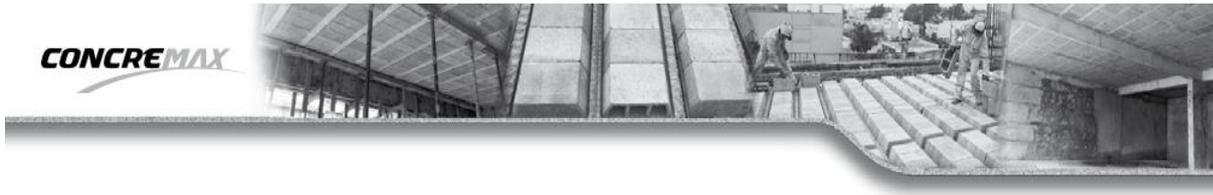
CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) , simplemente apoyada : wl<sup>2</sup>/8  
 se considera una losa

ALTURA DE	LOSA	25	cm
ESPACIAMIENTO	A	EJE50	cm
COMPLEMENTO	BOVEDILLA DE POLIESTILENO		

$$pp = \frac{a}{wu} \cdot 0.5 = \frac{18000}{\approx 73} \cdot 0.5 = 123 \text{ kg/m}^2$$

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10											
3.20											
3.30											
3.40						V101					
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10											
4.20											
4.30											
4.40											
4.50											
4.60											
4.70											
4.80						V102					
4.90											
5.00											
5.10											
5.20											
5.30											
5.40						V103					
5.50											
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00						V104					
6.10											
6.20											
6.30											
6.40											
6.50											
6.60											
6.70						V105					
6.80											
6.90											
7.00											
7.10											
7.20											



**VIGUETAS PRETENSADAS**

CONSIDERACIONES :

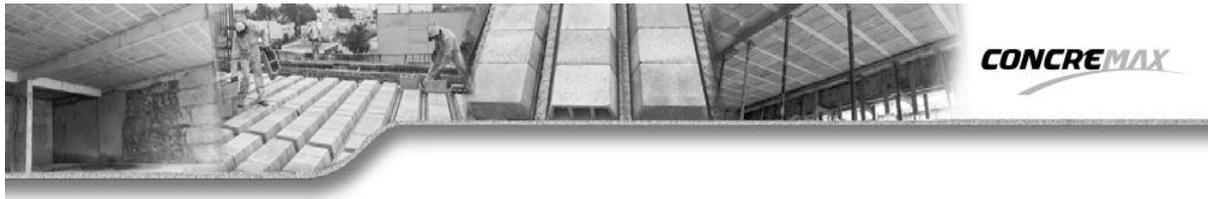
Peso propio (pp) / se considera una losa simplemente apoyada : wl<sup>2</sup>/8

ALTURA DE	LOSA	20	cm
ESPACIAMIENTO	A	EJE50	cm
COMPLEMENTO	BOVEDILLA DE POLIESTILENO		

a 0.5 =

pp (kg/210)	/m <sup>2</sup> =	387	430	472	515	557	600	642	685	727	
wu (kg/60)	≈45										

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )											
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												
3.10												
3.20						V101						
3.30												
3.40												
3.50												
3.60												
3.70												
3.80												
3.90												
4.00												
4.10												
4.20												
4.30						V102						
4.40												
4.50												
4.60												
4.70												
4.80						V103						
4.90												
5.00												
5.10												
5.20												
5.30						V104						
5.40												
5.50												
5.60												
5.70												
5.80												
5.90						V105						
6.00												
6.10												
6.20												
6.30												
6.40												
6.50												



**VIGUETAS PRETENSADAS**

CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) de losa simplemente apoyada :  $wL^2/8$   
se considera una losa

ALTURA DE	LOSA	17	cm
ESPACIAMIENTO	A	EJE 50	cm
COMPLEMENTO	BOVEDILLA DE POLIESTILENO		

$a = 0.5 =$   
pp (kg/90) / m<sup>2</sup> = 31  
wu (kg/88) = 373

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00						V101					
3.10											
3.20											
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80						V102					
3.90											
4.00											
4.10											
4.20											
4.30											
4.40						V103					
4.50											
4.60											
4.70											
4.80											
4.90						V104					
5.00											
5.10											
5.20											
5.30											
5.40						V105					
5.50											
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											

**CONCREMAX**



**VIGUETAS PRETENSADAS**

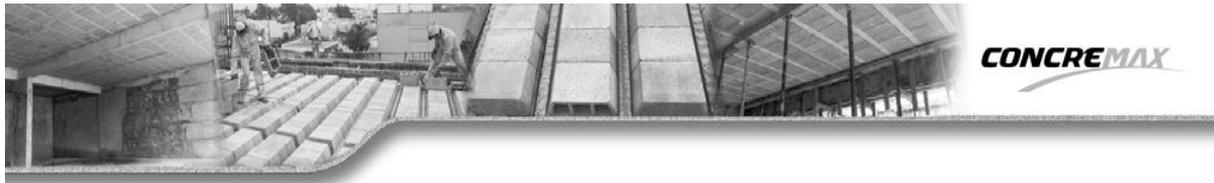
CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) de una losa simplemente apoyada :  $wL^2/8$

ALTURA DE LOSA 30 cm  
 ESPACIAMIENTO A EJES 50 cm  
 COMPLEMENTO BOVEDILLA DE ARCILLA ó BLOQUE POLIESTIRENO (SISTEMA MIXTO)

pp =  $\frac{a}{0.5} \times \frac{w}{m^2}$   
 wu (kg/m<sup>2</sup>) = 478 + 520 + 563 + 605 + 648 + 690 + 733 + 775 + 818 + 860

L (m)	Sobrecarga-S/C (kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10											
3.20											
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10											
4.20											
4.30											
4.40											
4.50											
4.60											
4.70											
4.80											
4.90											
5.00											
5.10											
5.20											
5.30											
5.40											
5.50											
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											
6.10											
6.20											
6.30											
6.40											
6.50											
6.60											
6.70											
6.80											
6.90											
7.00											
7.10											
7.20											
7.30											
7.40											
7.50											
7.60											
7.70											
7.80											
7.90											
8.00											
8.10											
8.20											
8.30											
8.40											
8.50											

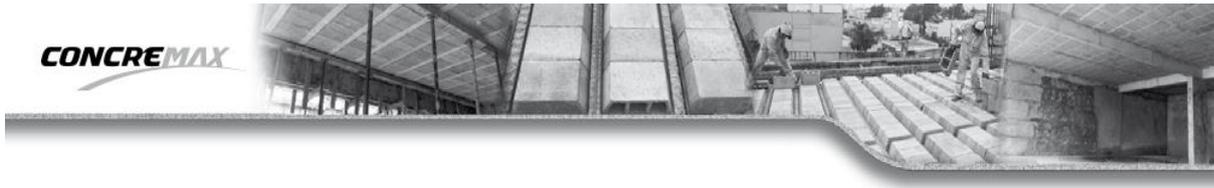


**VIGUETAS PRETENSADAS**

**CONSIDERACIONES :**

Peso propio (pp) considera una losa simplemente apoyada : wL/8  
 ALTURA DE LOSA 25 cm  
 ESPACIAMIENTO A EJE 50 cm  
 COMPLEMENTO BOVEDILLA DE ARCILLA ó BLOQUE POLIESTILENO (SISTEMA MIXTO)  
 BANDEJA CONCRETO + BLOQUE POLIESTILENO (SISTEMA MIXTO)

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10											
3.20						V101					
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10											
4.20											
4.30											
4.40											
4.50						V102					
4.60											
4.70											
4.80											
4.90											
5.00											
5.10						V103					
5.20											
5.30											
5.40											
5.50											
5.60											
5.70						V104					
5.80											
5.90											
6.00											
6.10											
6.20											
6.30						V105					
6.40											
6.50											
6.60											
6.70											
6.80											
6.90											
7.00											
7.10											
7.20											
7.30											
7.40											
7.50											
7.60											
7.70											



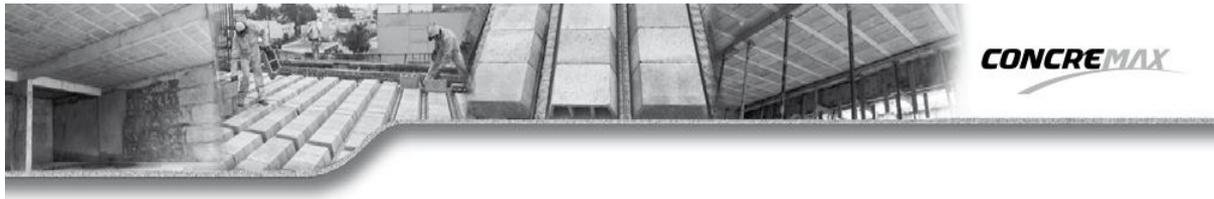
**VIGUETAS PRETENSADAS**

**CONSIDERACIONES :**

Peso propio (pp) de losa simplemente apoyada : wl/8  
 se considera una losa simplemente apoyada : wl/8  
 ALTURA DE LOSA 20 cm  
 ESPACIAMIENTO A EJES 50 cm  
 COMPLEMENTO BOVEDILLA DE ARCILLA ó  
 BANDEJA CONCRETO + BLOQUE POLIESTILENO (SISTEMA MIXTO)

pp (kg/280) = 0.5 /m² = 436  
 wu (kg/280) = 394

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m²)										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10											
3.20						V101					
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00											
4.10						V102					
4.20											
4.30											
4.40											
4.50											
4.60						V103					
4.70											
4.80											
4.90											
5.00											
5.10						V104					
5.20											
5.30											
5.40											
5.50											
5.60						V105					
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											
6.10											
6.20											
6.30											
6.40											
6.50											



**VIGUETAS PRETENSADAS**

CONSIDERACIONES :

Peso propio	considera	(pp) una	losa	simplemente	Piso apoyada	terminado	(100	kg	/m <sup>2</sup>	S/C	
ALTIMETRIA	DE	LOSA	17	cm			wt/8				
ESPACIAMIENTO		A	EJE50	cm							
COMPLEMENTO			BOVEDILLA DE ARCILLA ó								
BANDEJA	CONCRETO	+	BLOQUE	POLIESTILENO	(S)STEMA	MIXTO)					
pp	0.5	=									
wu	(kg/65	/m <sup>2</sup> )=									
	(kg/td)	383	426	468	511	553	596	638	681	723	766

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90						V101					
3.00											
3.10											
3.20											
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70						V102					
3.80											
3.90											
4.00											
4.10											
4.20						V103					
4.30											
4.40											
4.50											
4.60						V104					
4.70											
4.80											
4.90											
5.00											
5.10						V105					
5.20											
5.30											
5.40											
5.50											
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											

**CONCREMAX**



**VIGETAS PRETENSADAS**

CONSIDERACIONES :

Peso propio (pp) , losa simplemente apoyada : wL/8  
se considera una losa

ALTURA DE LOSA	25	cm
ESPACIAMIENTO A EJES	50	cm
COMPLEMENTO	BOVEDILLA DE CONCRETO	

a 0.5 =

pp (kg/75 /m²)=  
wu (kg/60)

503 545 588 630 673 715 758 800 843

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m²)											
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												
3.10												
3.20							V101					
3.30												
3.40												
3.50												
3.60												
3.70												
3.80												
3.90												
4.00												
4.10												
4.20												
4.30												
4.40							V102					
4.50												
4.60												
4.70												
4.80												
4.90												
5.00							V103					
5.10												
5.20												
5.30												
5.40												
5.50							V104					
5.60												
5.70												
5.80												
5.90												
6.00												
6.10							V105					
6.20												
6.30												
6.40												
6.50												
6.60												
6.70												
6.80												
6.90												
7.00												
7.10												
7.20												
7.30												
7.40												
7.50												
7.60												
7.70												

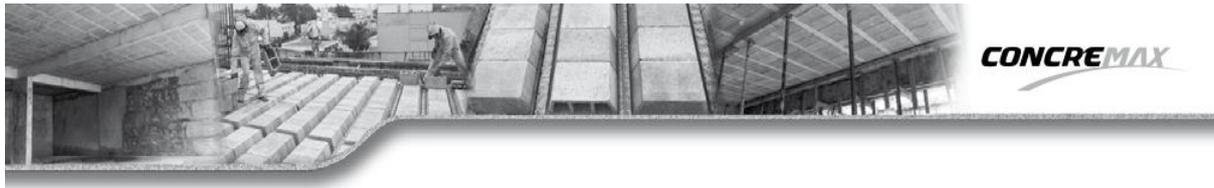


Tabla 2 : Luz vs. Sobrecarga

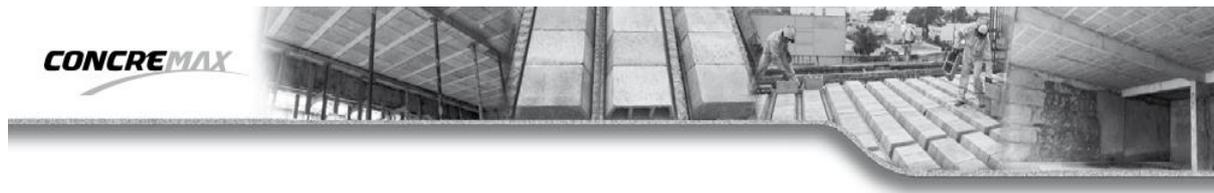
**VIGUETAS PRETENSADAS**

CONSIDERACIONES :  
 Peso propio (pp) de losa simplemente apoyada terminado : (100 kg /m<sup>2</sup>) S/C

ALTURA DE ESPACIAMIENTO COMPLEMENTO	DE LOSA A	20 cm Ejes 50 cm BOVEDILLA DE CONCRETO
-------------------------------------	-----------	--

pp = 0.5 (kg 315 /m<sup>2</sup>) = 418  
 wu (kg/Ø75) = 418

L (m)	Sobrecarga-S/C (Kg/m <sup>2</sup> )										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.10						V101					
3.20											
3.30											
3.40											
3.50											
3.60											
3.70											
3.80											
3.90											
4.00						V102					
4.10											
4.20											
4.30											
4.40											
4.50						V103					
4.60											
4.70											
4.80											
4.90											
5.00						V104					
5.10											
5.20											
5.30											
5.40											
5.50						V105					
5.60											
5.70											
5.80											
5.90											
6.00											
6.10											
6.20											
6.30											
6.40											
6.50											


**Tabla 1: Momentos Admisibles de las Viguetas CONCREMAX**

\* Ver limitaciones

	Espesor de Losa (cm)	Dist/Ejes (cm.)	Peso Propio (Kg/m <sup>2</sup> )				Momentos Admisibles con fpu=18900 Kg/cm <sup>2</sup>				
			Concreto (Kg/m <sup>2</sup> )	Arcilla (Kg/m <sup>2</sup> )	Poliestileno (Kg/m <sup>2</sup> )	Mix (Band.+ Bloq. Poli.) (Kg/m <sup>2</sup> )	Momentos Admisible (Kg-m) = $\varphi MN$				
							V101	V102	V103	V104	V105
VIGUETA SIMPLE	17	60	-	255	180	-	0.807	1.099	1.338	1.648	1.989
	17	50	-	265	190	260.02	0.807	1.099	1.338	1.648	1.989
	20	50	315	280	210	277.5	0.999	1.356	1.657	2.047	2.486
	25	50	375	335	250	306.23	1.319	1.783	2.19	2.713	3.317
	30	50	435	400	300	336	1.64	2.21	2.724	3.379	4.15
DOBLE VIGUETA (DDV)	17	71	-	250	200	-	1.527	2.047	2.446	2.950	3.459
	17	61	-	290	230	-	1.527	2.047	2.446	2.950	3.459
	20	61	395	345	280	-	1.909	2.557	3.079	3.737	4.433
	25	61	435	430	350	-	2.549	3.408	4.139	5.056	6.073
	30	61	-	515	420	-	3.189	4.261	5.202	6.381	7.724

Luces máximas para cada serie pretensada

Serie de Vigueta	Luz Máxima (m)
V-101	5.5
V-102	6.5
V-103	7.5
V-104	7.5
V-105	8.5

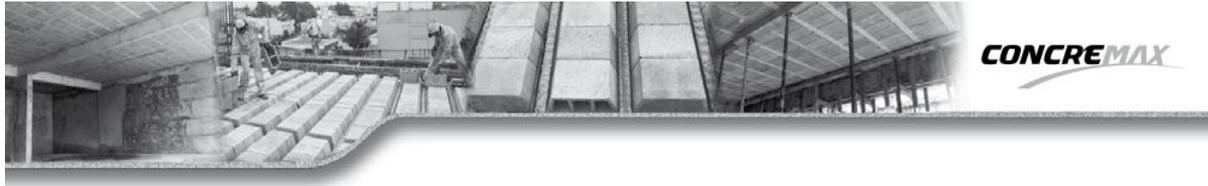
Alturas de losa recomendadas considerando la funcionalidad de la losa

Entrepisos:

Luces (m)	0-5.10	5.10 - 6.00	6.00 - 7.50	7.50 - 8.50
Altura de Losa	17 @ 60	20 @ 50	25 @ 50	30 @ 50

 Azoteas ( S/C = 100 Kg./m<sup>2</sup> )

Luces (m)	0 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 8.00	8.00 - 8.50
Altura de Losa	17 @ 60	20 @ 50	25 @ 50	30 @ 50



**Cálculo de la Serie de la Vigueta:**

$M_{u,positivo} \leq M_{adm} \text{ vigueta (De Tabla 1).}$

**Cálculo del Cortante Ultimo en la losa:**

$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \times 1.10$ , donde:

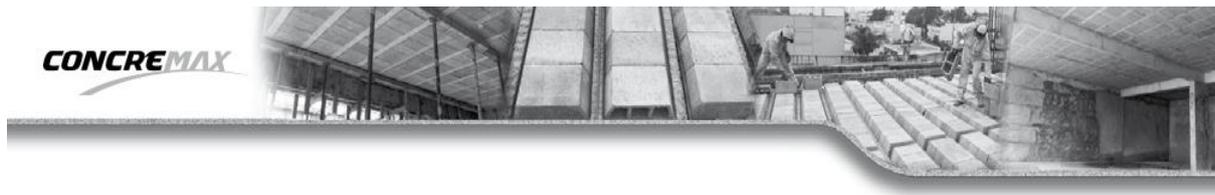
$f'_c$  = Resistencia de la losa in situ

$b_w$  = 12 cm

$d$  = Altura de losa - 2.5 cm

Losa	$\phi V_c$	$\phi V_c$
$f'_c$ losa in situ	210 Kg / cm <sup>2</sup>	350 Kg / cm <sup>2</sup>
17 cm	1.25 tn	1.60 tn
20 cm	1.50 tn	1.95 tn
25 cm	2.00 tn	2.50 tn
30 cm	2.40 tn	3.00 tn

En caso  $V_{u, vig} > \phi V_c$ , retirar intercaladamente las bovedillas hasta que  $V_{u, vig} \leq \phi V_c$



## DISEÑO DE LOSA CON VIGUETAS CONCREMAX

Se usa la **Tabla de Momentos Admisibles** (ver **Tabla 1**) cuando la losa es una **losa continua**. Los Momentos admisibles se comparan con el Momento último de la losa compuesta y se determina la serie de la vigueta.

Si la losa es simplemente apoyada, puede usarse la Tabla 2 que está en función de la luz y la sobrecarga de la losa.

### Pasos para calcular series de la vigueta y los aceros negativos:

- 1.- Seleccionar el paño a calcular.
- 2.- Determinar las cargas que actúan en la losa:
  - Peso propio indicadas en la Tabla 1
  - Peso piso terminado
  - Sobrecarga
  - Cargas adicionales (tabiques, etc)
- 3.- Amplificar las cargas
- 4.- Calcular en base a un Cross, Método de los Coeficientes o de un programa de Diseño, los momentos y cortantes últimos, como si se tratase de una losa convencional.

### Cálculo del Acero Negativo en la losa:

As negativo= f (bw, d, f'c, Mom. negativo) donde:  
bw= 11 cm  
d= altura de la losa -2 cm  
f'c de la losa



## ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA

### CUADRO COMPARATIVO DE CONSUMOS DE CONCRETO

ALTURA DE LOSA (cm)	MATERIAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS CONCREMAX		LOSA TRADICIONAL	% AHORRO
		VIGUETA DOBLE (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	VIGUETA SIMPLE (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	SIMPLE a 40cm (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	
20 @ 50	Concreto	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Concreto	0,0120	0,0850	0,1000	15.0%
17 @ 50	Arcilla	0,0700	0,0616	0,0800	23%
20 @ 50	Arcilla	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Arcilla	0,1200	0,0850	0,1000	15%
30 @ 50	Arcilla	0,1500	0,0979	0,1130	13%
17 @ 60	Poliestireno	-----	0,0588	0,0800	26%
17 @ 50	Poliestireno	-----	0,0605	0,0800	24%
20 @ 50	Poliestireno	-----	0,0682	0,0880	22%
25 @ 50	Poliestireno	-----	0,0831	0,1000	17%
30 @ 50	Poliestireno	-----	0,0960	0,1130	15%
17 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,0700	0,0616	0,0800	23%
20 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,1200	0,0850	0,1000	15%
30 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,1500	0,0979	0,1130	13%

\* Se recomienda Utilizar Bovedilla de Poliestireno para losas Aligeradas que van a Utilizar Falso Cielo Raso

**Nota:** En caso que en el techo hayan ensanches y/o bandejas sanitarias, habrá que restar al volumen de la losa, el volumen que ocupan las viguetas y los elementos que conforman la losa (bandeja, bovedillas, etc.).

### CUADRO COMPARATIVO DE PESOS DE LOSA

ALTURA DE LOSA (cm)	LOSA TRADICIONAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS CONCREMAX					
	ARCILLA A 40cm (kg/m <sup>2</sup> )	LOSA CON VIGUETAS SIMPLES				LOSA CON VIGUETAS DOBLES	
		ARCILLA A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	POLIESTIRENO A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	CONCRETO A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	BANDEJA + BLOQUE POL A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	ARCILLA A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	POLIESTIRENO A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )
17 @ 60	270	----	180	----	----	----	----
17 @ 50	270	265	190	----	260.02	290	230
20 @ 60	300	----	195	----	----	----	----
20 @ 50	300	280	210	315	277.53	345	280
25 @ 60	350	----	225	----	----	----	----
25 @ 50	350	335	250	375	306.23	430	350
30 @ 60	400	----	255	----	----	----	----
30 @ 50	400	400	300	----	335.89	515	420

Especificaciones

21

**CONCREMAX**



### Bovedillas de poliestireno

Es un complemento que permite obtener losas aligeradas de menor peso.

La presentación es en unidades de:

Espaciamiento @ 50 = 0.39 X 1.00 m. de longitud

Espaciamiento @ 60 = 0.49 X 1.00 m. de longitud

En ambos casos su altura es variable según el espesor de la losa aligerada especificada en los planos.

El poliestireno se produce en densidades de: 10kg./m<sup>3</sup>, 12kg./m<sup>3</sup>, 15kg./m<sup>3</sup> y 18kg./m<sup>3</sup>



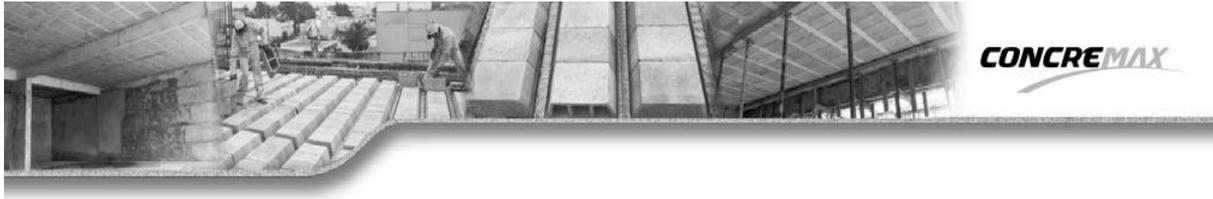
### Recomendaciones importantes para el uso de poliestireno

1. Uso de poliestireno de densidad 15kg./m<sup>3</sup> @ 50; Colocar tablas entre las uniones de los bloques del poliestireno.
2. Uso de poliestireno de densidad 18kg./m<sup>3</sup> @60, se recomienda colocar tablas entre las uniones de los bloques del poliestireno.
3. Uso de poliestireno de densidad 10kg./m<sup>3</sup> y 12kg./m<sup>3</sup> @50, se requiere realizar un entablado o empanelado en toda el área aligerada (por no contar con la resistencia adecuada como las del punto 1 y 2)

### Mix (bandejas de concreto + bloque recto de poliestireno)

Es un complemento mixto, compuesto por bandejas de concreto en la base y un bloque recto de poliestireno que va atrapado entre la bandeja de concreto y la capa de compresión. El Sistema Mixto aligera el peso de la losa y además permite el tarrajeo del cielo raso.





**Media bovedilla de concreto (15@50 2 huecos)**

Las dimensiones de las medias bovedillas de concreto es de .39mX.10X.15m.  
Rendimiento: 20unid. X m<sup>2</sup>  
Suministro: según requerimiento.



**Bandejas Sanitarias de concreto @ 50**

Las dimensiones de las bandejas sanitarias son de .39mx.20x.0.04m.  
Rendimiento: 10 unid. x m<sup>2</sup>  
Suministro: según requerimiento



**Media Bandeja de concreto**

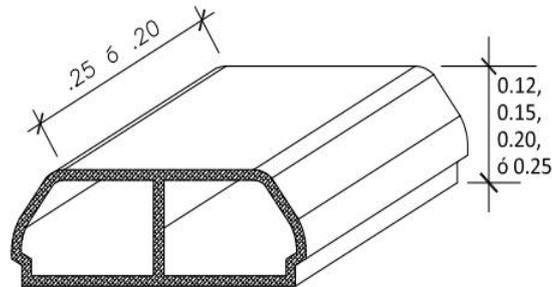
Las dimensiones de la media bandeja sanitaria es de .39m x.10x.0.04m.  
Rendimiento: 20unid. x m<sup>2</sup>  
Suministro: según requerimiento.  
Se puede utilizar como encofrado para las Viguetas Transversales (V.T.)



**CONCREMAX**



**TIPOS DE COMPLEMENTOS**



MATERIAL	ESPACIAMIENTO	BOVEDILLA / m <sup>2</sup>	DESPERDICIO
Concreto	@ 0.5	10.00 Unid / m <sup>2</sup>	1.5%
Arcilla	@ 0.5	8.00 Unid / m <sup>2</sup>	3.0%
Polestireno	@ 0.5	2.00 Unid / m <sup>2</sup>	2.0%
Polestireno	@ 0.6	1.67 Unid / m <sup>2</sup>	2.0%

Se reduce el % de desperdicio en los pisos superiores con la finalidad que no sobre material en obra en el ultimo pedido

**BOVEDILLAS DE CONCRETO (15@50 2 HUECOS)**

Las dimensiones de las bovedillas de concreto es de .39mX.20X.15m.  
Rendimiento: 10unid. X m<sup>2</sup>  
Suministro: 85% del total del requerido



**BOVEDILLAS DE CONCRETO (20@50 3 HUECOS)**

Las dimensiones de las bovedillas de concreto es de .39mX.20X.20m.  
Rendimiento: 10 unid. X m<sup>2</sup>  
Suministro: 85% del total requerido





**BOVEDILLAS DE ARCILLA**

Los ladrillos cumplen con los requisitos especificados en la norma Técnica Peruana Itintec 331.017 en cuanto a lo que se refiere a materia prima y con la Norma Itintec 331.040 para techos y entrepisos aligerados

Se admitirá una tolerancia de +-2% de las dimensiones nominales. Los ladrillos ensayados a la flexotracción según la Norma Técnica ITINTEC 331.018 deberán cumplir con los valores sgtes:

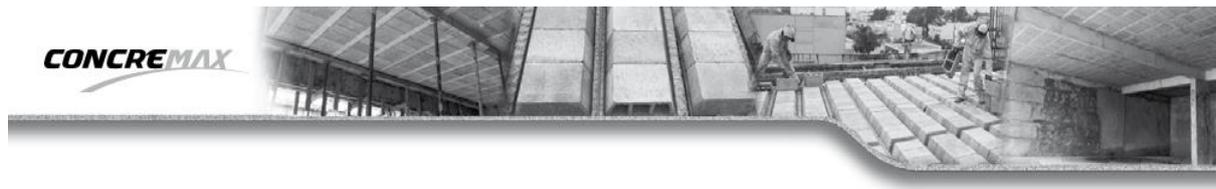
**Resistencia mínima por ladrillo = 2.00 daN/cm<sup>2</sup>**

**BOVEDILLAS DE CONCRETO**

La materia prima utilizada en la producción de las bovedillas cumplen con las Normas Técnicas Peruanas 334.009 (cemento), 400.037 (agregados), y 334.087 (aditivos).

**Características:**

ALTURA DE LOSA (cm)	MATERIAL BOVEDILLA	ALTURA DE BOVEDILLA (cm)	ANCHO (cm)	APOYOS (cm)	LARGO (cm)	PESO MAXIMO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )
20 @ 50	Concreto	15	39	1.74	20	10.50	0.01148
25 @ 50	Concreto	20	39	1.74	20	12.50	0.01508
17 @ 50	Arcilla	12	39	1.74	25	9.00	0.01200
20 @ 50	Arcilla	15	39	1.74	25	9.40	0.01500
25 @ 50	Arcilla	20	39	1.74	25	12.30	0.01900
30 @ 50	Arcilla	25	39	1.74	25	15.60	0.02400
17 @ 60	Poliestireno	12	49	1.74	100	0.603	0.06030
17 @ 50	Poliestireno	12	39	1.74	100	0.483	0.04830
20 @ 50	Poliestireno	15	39	1.74	100	0.593	0.05934
25 @ 50	Poliestireno	20	39	1.74	100	0.771	0.07714
30 @ 50	Poliestireno	25	39	1.74	100	0.960	0.09596
17 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 8	39	1.74	20	8.20	0.01000
20 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 11	39	1.74	20	8.20	0.01219
25 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 16	39	1.74	20	8.20	0.01622
30 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 21	39	1.74	20	8.20	0.02025



**- Confitillo:**

El agregado grueso utilizado corresponde al confitillo (huso N°8) de la norma ASTM C-33 proveniente de la cantera Flor de Nieve. Este confitillo cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-33 "Standard Specification for Concrete Aggregates".

**- Acero pretensado**

Alambres de 4 mm y 5mm

Cumplen con la Norma ASTM 421 y UNE-36-094Y1 860

**Características de las viguetas pretensadas Concremax**

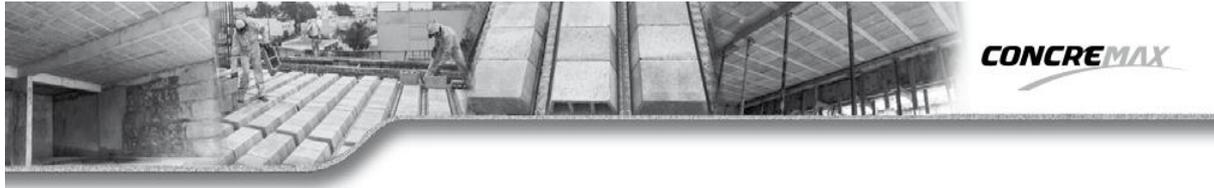
Serie	Area de acero (cm <sup>2</sup> )	fpu (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	ep (cm)	Volumen vigueta (m <sup>3</sup> )	Peso vigueta kg/ml
V101	0.378	18900	350	0.54	0.0072	17.0
V102	0.504	18900	350	1.09	0.0072	17.0
V103	0.630	18900	420	1.01	0.0072	17.0
V104	0.784	18900	420	1.09	0.0072	17.0
V105	0.980	18900	500	1.31	0.0072	17.0

fpu : resistencia última del acero

f'c : resistencia especificada del concreto

ep : excentricidad del acero de la vigueta

TIPOS DE VIGUETAS				
V-101	V-102	V-103	V-104	V-105
3ø4mm	4ø4mm	5ø4mm	4ø5mm	5ø5mm



## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES

### Elementos que conforman el sistema:

#### Complemento aligerante

- **Viguetas pretensadas** (que reemplazan al acero positivo de la losa aligerada)
- **Bovedilla de Arcilla y Accesorios** :
  - Media Bovedilla 15@50cm
  - Bandeja Arcilla Sanitaria @50 y @60cm
- **Bovedilla de Concreto (20% Bov Tapadas) y Accesorios**
  - Media Bovedilla 15@50cm
  - Bandeja Sanitaria @50cm
  - Media Bandeja Concreto @50cm
- **Mix (bandeja de Concreto más bloques de poliestireno)**
  - Bandejas de concreto
  - Medias bandejas de concreto
  - Bloque recto de poliestireno
- **Bovedilla de Poliestireno: Se recomienda utilizar:**
  - Aligerado H: 17cm y 20cm @0.60 : Densidad 18
  - Aligerado H: 17cm, 20cm y 25cm @0.50: Densidad 15

#### Combinaciones de Peraltes y Espaciamientos:

Aligerado Concremax con Bovedilla de Arcilla y Sistema Mixto  
 (bandeja de concreto + bloque de poliestileno)

Peralte	Espaciamiento	Series
17 cm	@50	V101,V102,V103,V104,V105
20,25,30 cm	@50	V101,V102,V103,V104,V105

Aligerado Concremax con Bovedilla de Poliestireno

Peralte	Espaciamiento	Series
17, 20, 25, 30cm	@50 y @60	V101, V102, V103, V104, V105

Aligerado Concremax con Bovedilla de Concreto

Peralte	Espaciamiento	Series
20, 25cm	@50	V101, V102, V103, V104, V105

#### VIGUETAS PRETENSADAS:

Las viguetas pretensadas Concremax cumplen con los requerimientos de la Norma Peruana de Estructuras capítulo 18- Concreto Preesforzado y con el Código De Concreto Estructura ACI 318-02.: Cumplen requisitos de la NTP 334.189.

#### Constituidas por los sgtes. materiales:

- **Cemento:**  
 Cemento Portland Sol tipo I suministrado por Cementos Lima S.A., el cual cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-150 "Standard Specification for Portland Cement".
- **Arena gruesa:**  
 "La arena gruesa proviene de canteras ubicadas en Lima. Esta arena cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-33 "Standard Specification for Concrete Aggregates".

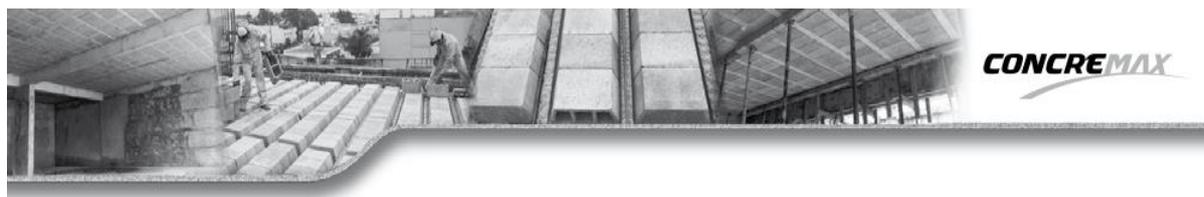


### ● VENTAJAS TECNICAS

DESCRIPCION	ALIGERADO CON VIGUETAS PRETENSADAS CONCREMAX	ALIGERADO CONVENCIONAL	PREFABRICADAS DE CONCRETO ARMADO	LOSA MACIZA
Certificada por el Ministerio de Vivienda y Construcción con R.M. N° 092-2005-VIVIENDA	✓	—	X	—
Se garantiza una vigueta de calidad, de ancho y recubrimientos correctos, eliminando problemas de oxidación, más aún por tratarse de un concreto muy denso ( <i>pretensado y de altas resistencia</i> ).	✓	X	En menor porcentaje	—
Los materiales que componen la vigueta son de alta resistencia: $f'c = 350, 420, 500 \text{ kg/cm}^2$ y acero de $fpu = 18900 \text{ kg/cm}^2$	✓	X	X	—
La losa como sección compuesta tiene mayor capacidad de carga, más resistencia al corte y menos acero negativo.	✓	X	X	X
Se disminuyen deflexiones que causan fisuras en la propia losa y en los tabiques de ladrillo.	✓	X	X	X

### ● VENTAJAS FUNCIONALES

DESCRIPCION	ALIGERADO CON VIGUETAS PRETENSADAS CONCREMAX	ALIGERADO CONVENCIONAL	PREFABRICADAS DE CONCRETO ARMADO	LOSA MACIZA
Una mayor altura de losa proporciona mayor protección acústica.	✓	✓	✓	X
En un vaciado por etapas muros-losa, se reduce la probabilidad de fisuras en los muros.	✓	✓	✓	X
Una mayor altura de losa proporciona mayor protección térmica.	✓	✓	✓	X
Las instalaciones que se encuentran en losas con viguetas CONCREMAX, tienen menos 4 cm de recubrimiento, garantizando que no habrá roturas de cañerías por colocación de anclajes.	✓	X	✓	X
Dada la separación entre puntales se tiene un área más limpia y aprovechable	✓	X	✓	—

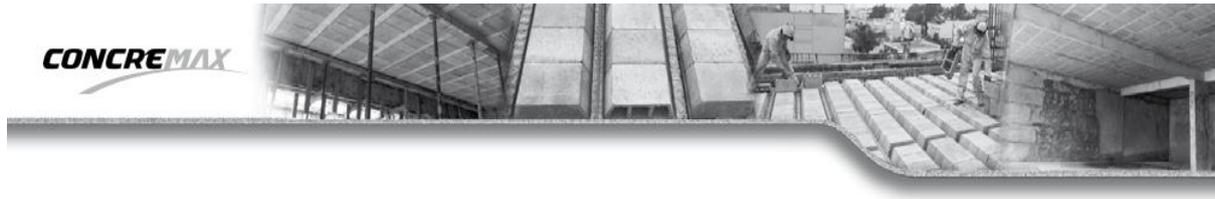


## VENTAJAS DEL SISTEMA CON VIGUETAS PRESENTADAS CONCREMAX vs OTROS SISTEMAS

### ● VENTAJAS ECONOMICAS

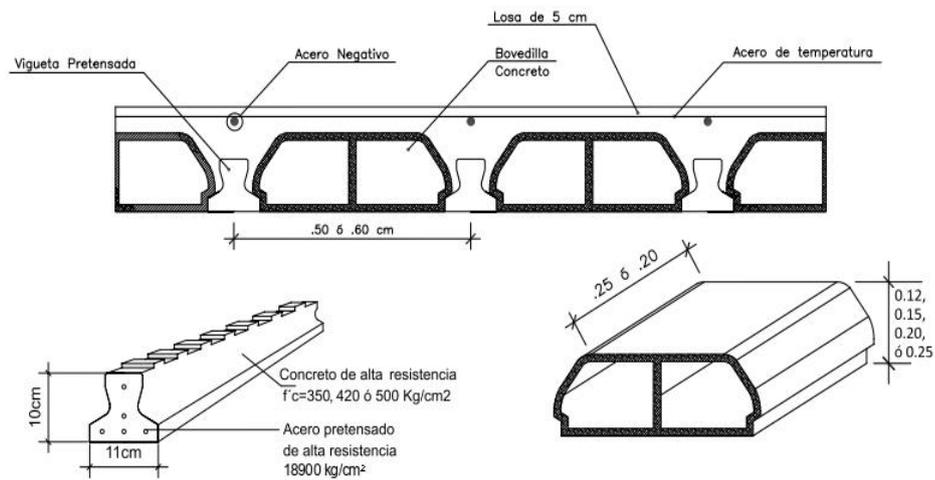
✓	X	—
Cumple lo descrito	No cumple lo descrito	No cumple

DESCRIPCION	ALIGERADO CON VIGUETAS PRETENSADAS CONCREMAX	ALIGERADO CONVENCIONAL	PREFABRICADAS DE CONCRETO ARMADO	LOSA MACIZA
Paños más grandes con menor peralte.	✓	X	X	X
Menos cantidad de acero . Aproximadamente 60% menos.	✓	X	En menor porcentaje	X
Se reduce el tiempo de desencofrado, dado la inercia de la vigueta y la propiedad del pretensado.	✓	X	En menor porcentaje	—
Debido al proceso de fabricación mediante una máquina vibrocompactadora y autopropulsada, se cuenta con una buena capacidad de abastecimiento.	✓	—	X	—
Las cuadrillas pueden trabajar simultáneamente aumentando su rendimiento.	✓	—	✓	✓
Se elimina el entablado, sólo se usa soleras y puntales.	✓	X	✓	X
Las viguetas son lo suficientemente resistentes como para soportar mejor la manipulación y no tener mayores desperdicios.	✓	—	Menor Resistencia	—
Se reduce cantidad de concreto x m2. Aproximadamente entre 10 y 25%	✓	X	✓	X
Ahorro de tiempo. Aproximadamente 50% de ahorro.	✓	X	En menor porcentaje	✓

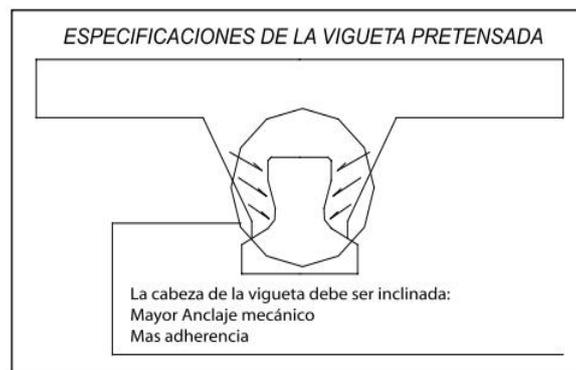


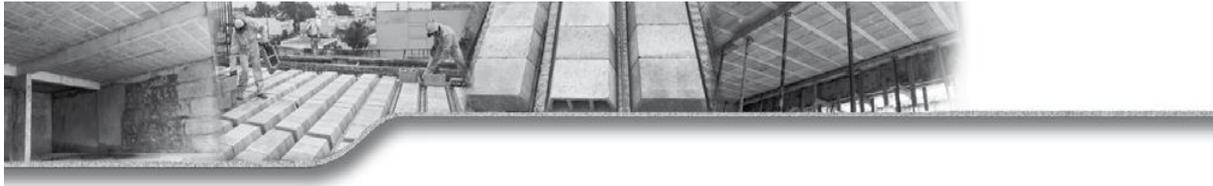
## DETALLE DE LOSA CON VIGUETA CONCREMAX

### VIGUETA 11 X 10: SECCION DEL ALIGERADO a 50, 60 cm



### ANCLAJE MECANICO VIGUETA PRETENSADA CONCREMAX - LOSA IN SITU





## MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL SISTEMA

Con el sistema de viguetas pretensadas Concremax, se busca reducir los costos que se tendrían al construir con una losa aligerada tradicional y además optimizar los tiempos y calidad de la construcción.

La losa es un elemento de gran importancia porque transmite las cargas de gravedad hacia las vigas y asegura que la estructura se desplace uniformemente ante las sollicitaciones sísmicas (diafragma rígido), lo cual es posible gracias a la adherencia mecánica existente entre la vigueta y la losa vaciada in situ.

El sistema está constituido por viguetas prefabricadas pretensadas, bovedillas de arcilla y la losa vaciada in situ.

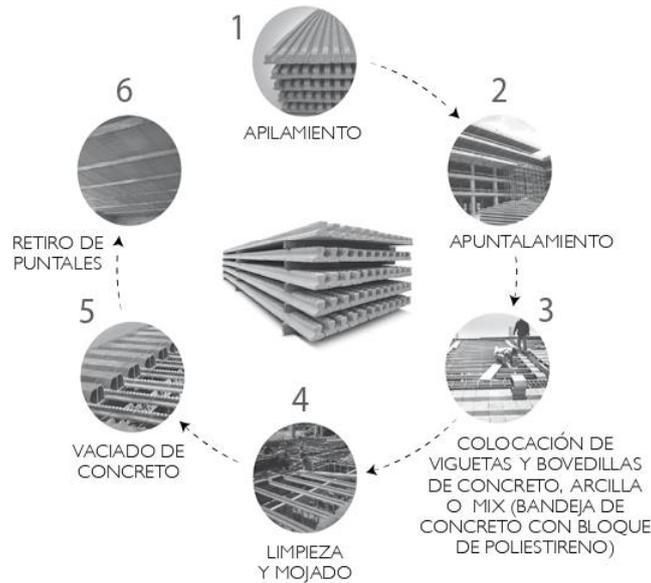
El espaciamiento entre viguetas de eje es de 50 ó 60 cm. Las viguetas tienen una forma de "T" invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas complemento, evitándose el fondo de encofrado. Por encima de las bovedillas se coloca una losa ó capa de compresión de 5 cm, en la cual van embebidas las instalaciones eléctricas, las instalaciones sanitarias dentro de los complementos, malla de temperatura y acero negativo. La losa final, está conformada por viguetas de sección compuesta, que forman un diafragma rígido y cuyos componentes están integrados mediante una adherencia mecánica.

Las alturas de losa y espaciamientos entre viguetas que se brinda son las siguientes:

17@50cm., 20@50cm., 25@50cm., 30@50.

## PROCESO CONSTRUCTIVO

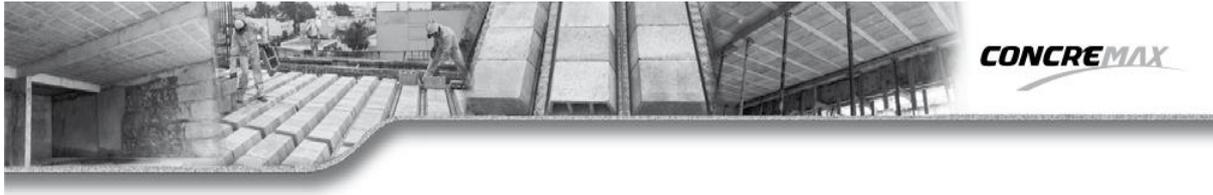
APILAMIENTO	El material es descargado y colocado en hileras. Cada hilera está separada por tacos, distanciados a 1.50 o 2 m. según la cantidad de hileras: 9 o 7. Con ello se garantiza la horizontalidad de la vigueta, así como su facilidad para el acarreo.
APUNTAMIENTO	No se requiere un fondo de encofrado, solo requiere puntales separados a 1.50 m y soleras cuya separación va desde 1.50 m hasta 2 m según la altura de la losa.
COLOCACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS	La colocación es manual, comenzando por las viguetas, y utilizando las bovedillas como distanciadores.
LIMPIEZA Y MOJADO	Luego de culminar el armado y previo al vaciado, se debe realizar la limpieza de la losa para eliminar cualquier material ajeno.
VACIADO DE CONCRETO	El vaciado es similar que en una losa convencional, se puede realizar con concreto premezclado o preparado in situ, con o sin bomba.
RETIRO DE PUNTALES	Los puntales se retiran al llegar a una resistencia mínima de 140 Kg/cm <sup>2</sup> , luego se debe realizar un reapuntamiento según la longitud de las luces.



# VIGUETAS PRETENSADAS

DESCRIPCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> <li>⌋ Sistema constructivo compuesto por viguetas prefabricadas pretensadas, bovedillas (complementos aligerantes) y losa de compresión vaciada in situ.</li> <li>⌋ No requiere armado de fondo de losa, solo soleras y puntales como elementos de apoyo.</li> <li>⌋ Reduce la cantidad de material en la construcción de la losa, desde 5 hasta 12% por m<sup>2</sup>, dependiendo del diseño: menor cantidad de acero y concreto por m<sup>2</sup>.</li> <li>⌋ CONCREMAX ofrece viguetas de longitud variable, según el requerimiento de la obra. Permite paños más grandes con menor peralte, según condiciones de diseño.</li> <li>⌋ Certificadas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con RM N°331-2005-VIVIENDA. Cumplen requisitos de la NTP 334.189.</li> </ul>	
USOS	
<p>Prefabricados diseñados para losas de viviendas unifamiliares, multifamiliares y oficinas.</p>	
VENTAJAS	
<b>RAPIDEZ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⌋ Proceso constructivo rápido y de fácil instalación. Reduce el tiempo de ejecución.</li> <li>⌋ Capacidad de despacho en el volumen y plazo requerido.</li> <li>⌋ Producción industrializada.</li> <li>⌋ Mínimo personal requerido para su instalación.</li> </ul>
<b>SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⌋ Concreto pretensado de alta resistencia y durabilidad.</li> <li>⌋ Riguroso control de calidad durante su fabricación.</li> </ul>
<b>AHORRO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⌋ Piezas despachadas a medida, evita desperdicio en obra.</li> <li>⌋ Menor cantidad de acero y concreto por m<sup>2</sup> respecto a un sistema convencional vaciado in situ.</li> <li>⌋ Mínima merma y desperdicio en obra.(*)</li> </ul>
<p>(*) El uso de bovedillas de concreto reduce la merma, aumentando la productividad.</p>	

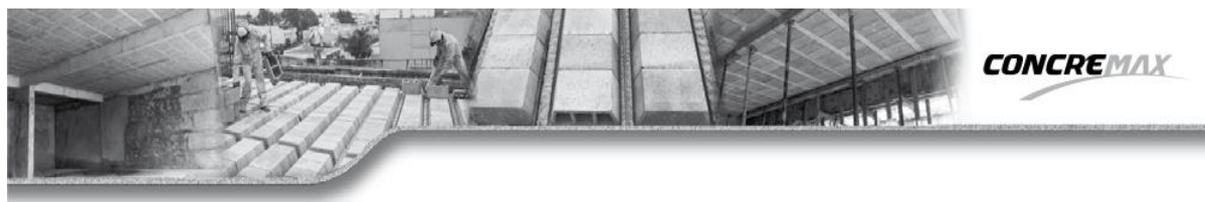
*CONCREMAX ofrece viguetas de longitud variable, según el requerimiento de la obra. Permite paños más grandes con menor peralte, según condiciones de diseño.*



## PRESENTACION

“CONCREMAX S.A. viene produciendo y comercializando el sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Concremax desde el año 1999, logrando suministrar gracias a la confianza de nuestros clientes mas de 10 millones de M<sup>2</sup> en pisos y entrepisos para Edificaciones de todo tipo a nivel nacional.

Nuestro sistema constituye una solución económica y eficiente que permite racionalizar la mano de obra y obtener mejores tiempos en la ejecución.”



## CONTENIDO

Presentación .....	7
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	
Memoria Descriptiva .....	11
Detalle de Losa con viguetas pretensadas Concremax .....	12
Ventajas del Sistema con viguetas pretensadas vs. otros sistemas.....	13
<b>ESPECIFICACIONES:</b>	
Especificaciones Técnicas de los Materiales.....	15
Especificaciones Técnicas del Sistema.....	21
<b>PROCESO CONSTRUCTIVO Y DETALLES:</b>	
Proceso Constructivo .....	36
Detalles Constructivos.....	47
Procedimientos para Obtener Cables Vistos en la Vigueta .....	67



SIMPLE Y RÁPIDO

Certificado por:



MANUAL TÉCNICO

This document is available free of charge on





**CONCREMAX**

SIMPLE Y RÁPIDO

**CONCREMAX S.A.**

Cooperativa Las Vertientes  
Mz. F. Lt. 3A - Villa El Salvador  
(Km. 18,5 Panamericana Sur)

☎ 217-2700

  Concremax S.A.

## 7.6 Precios unitarios de losa aligerada convencional

Partida: Concreto f'c= 210 kg/cm2 losa aligerada convencional						
RENDIMIENTO m3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3 <b>302.75</b>			
	60.0000	60.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Parcial
					S/.	S/.
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh	0.1	0.0133	31.46 0.42
OPERARIO			hh	2	0.2667	26.22 6.99
OFICIAL			hh	1	0.1333	20.6 2.75
PEÓN			hh	4	0.5333	18.65 9.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	1	0.1333	27.12 3.62
						<b>23.73</b>
<b>Materiales</b>						
CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2			m3		1.03	235.5 242.57
						<b>242.57</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			% mo		5	20.11 1.01
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"			hm	1	0.2	6 1.2
ANDAMIO METÁLICO			día	2	0.05	5 0.25
SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO			m3		1.03	33 33.99
						<b>36.45</b>

<b>Partida: Encofrado y desencofrado de losa aligerada</b>								
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO.</b>	<b>EQ.</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>				
		<b>16.0000</b>	<b>16.0000</b>			<b>69.34</b>		
				<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
							<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO				hh	1	0.5000	26.22	13.11
OFICIAL				hh	1	0.5000	20.6	10.3
PEÓN				hh	0.5	0.2500	18.65	4.66
								<b>28.07</b>
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8				kg		0.235	4.21	0.99
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA				kg		0.2	4.92	0.98
MADERA TORNILLO				p2		5.15	7.36	37.9
								<b>39.87</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5	28.07	1.4
								<b>1.4</b>

<b>Partida: Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2</b>							
<b>Rendimiento kg/DIA</b>	<b>MO. 350.0000</b>	<b>EQ. 350.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : kg</b>				<b>5.53</b>
			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1	0.0023	31.46	0.07
OPERARIO			hh	1	0.0229	26.22	0.60
OFICIAL			hh	1	0.0229	20.6	0.47
PEÓN			hh	0.25	0.0057	18.65	0.11
							<b>1.25</b>
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16			m3		0.023	2.8	0.06
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2					1.07	3.4	3.64
GRADO 60							
							<b>3.70</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			% mo		5	1.25	0.06
CIZALLA ELÉCTRICA DE FIERRO			hm	0.5	0.0114	15	0.17
ANDAMIO METÁLICO			día	3	0.0686	5.1	0.35
							<b>0.58</b>

<b>Partida: Ladrillos de arcilla 30x30x12 cm</b>							
<b>Rendimiento UND/DIA</b>	<b>MO.</b> 1300.0000	<b>EQ.</b> 1300.0000	<b>Costo unitario directo por : und</b>				<b>2.28</b>
			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b> S/.	<b>Parcial</b> S/.
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1	0.0006	31.46	0.02
OPERARIO			hh	1	0.0062	26.22	0.16
OFICIAL			hh	1	0.0062	20.6	0.13
PEÓN			hh	1	0.0062	18.65	0.11
							<b>0.42</b>
<b>Materiales</b>							
LADRILLO 30x30x12 cm			UND		1.1	1.67	1.84
							<b>1.84</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			% mo		5	0.42	0.02
							<b>0.02</b>

<b>Partida:</b>		<b>Curado de estructura</b>					
<b>Rendimiento UND/DIA</b>	<b>MO. 200.0000</b>	<b>EQ. 200.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>			<b>1.54</b>	
			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1	0.0040	31.46	0.13
PEÓN			hh	1	0.0400	18.65	0.75
							<b>0.88</b>
<b>Materiales</b>							
AGUA PUESTA EN OBRA			m3		0.01	8.5	0.09
Z MEMBRANA BLANCO			gal		0.07	7.5	0.53
							<b>0.61</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			% mo		5	0.88	0.04
MOCHILA PARA APLICAR CURADOR			und		0.0070	120	0.01
							<b>0.05</b>

### 7.7 Precios unitarios de losa aligerada con viguetas pretensadas.

Partida:		Concreto f'c= 210 kg/cm2 losa aligerada						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3			302.75	
		60.0000	60.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
							S/.	S/.
<b>Mano de Obra</b>								
				hh	0.1	0.0133	31.46	0.42
				hh	2	0.2667	26.22	6.99
				hh	1	0.1333	20.6	2.75
				hh	4	0.5333	18.65	9.95
				hh	1	0.1333	27.12	3.62
								<b>23.73</b>
<b>Materiales</b>								
				m3		1.03	235.5	242.57
								<b>242.57</b>
<b>Equipos</b>								
				% mo		5	20.11	1.01
				hm	1	0.2	6	1.2
				día	2	0.05	5	0.25
				m3		1.03	33	33.99
								<b>36.45</b>

<b>Partida: APUNTALAMIENTO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA</b>								
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO.</b>	<b>EQ.</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>13.96</b>	
		<b>70.0000</b>	<b>70.0000</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
							<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ				hh	0.1	0.0114	31.46	0.36
OPERARIO				hh	1	0.1143	26.22	3
OFICIAL				hh	1	0.1143	20.6	2.35
								<b>5.71</b>
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8				kg		0.01	4.21	0.04
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA				kg		0.025	4.9	0.12
MADERA TORNILLO				p2		1.06	7.36	7.8
								<b>7.96</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5	5.71	0.29
								<b>0.29</b>

<b>Partida: ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2</b>								
<b>Rendimiento</b>	<b>kg/DIA</b>	<b>MO.</b>	<b>EQ.</b>	<b>Costo unitario directo por : kg</b>			<b>5.53</b>	
		<b>350.0000</b>	<b>350.0000</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ				hh	0.1	0.0023	31.46	0.07
OPERARIO				hh	1	0.0229	26.22	0.60
OFICIAL				hh	1	0.0229	20.6	0.47
PEÓN				hh	0.25	0.0057	18.65	0.11
								<b>1.25</b>
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16				m3		0.023	2.8	0.06
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2						1.07	3.4	3.64
GRADO 60								
								<b>3.70</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5	1.25	0.06
CIZALLA ELÉCTRICA DE FIERRO				hm	0.5	0.0114	15	0.17
ANDAMIO METÁLICO				día	3	0.0686	5.1	0.35
								<b>0.58</b>

<b>Partida: Bovedilla De Concreto 25x39x12 Cm</b>									
<b>Rendimiento</b>	<b>UND/DIA</b>	<b>MO.</b>	<b>EQ.</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>					<b>3.46</b>
		<b>1600.0000</b>	<b>1600.0000</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
							<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ				hh	0.1	0.0005	31.46	0.02	
OPERARIO				hh	1	0.0050	26.22	0.13	
OFICIAL				hh	1	0.0050	20.6	0.10	
PEÓN				hh	1	0.0050	18.65	0.09	
									<b>0.34</b>
<b>Materiales</b>									
Bovedilla de arcilla 25x39x12 cm				UND		1.1	2.82	3.10	
									<b>3.10</b>
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5	0.34	0.02	
									<b>0.02</b>

Partida: <b>VIGUETA PRETENSADA</b>									
Rendimiento	MI/DIA	MO. 130.0000	EQ. 130.0000	Costo unitario directo por : und <b>15.49</b>					
				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ				hh	0.1	0.0062	31.46	0.19	
OPERARIO				hh	1	0.0615	26.22	1.61	
OFICIAL				hh	1	0.0615	20.6	1.27	
PEÓN				hh	1	0.0615	18.65	1.15	
									<b>4.22</b>
<b>Materiales</b>									
VIGUETA V101				ml		1.03	10.74	11.06	
									<b>11.06</b>
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5	4.22	0.21	
									<b>0.21</b>

<b>Partida:</b>		<b>Curado de estructura</b>					
<b>Rendimiento UND/DIA</b>	<b>MO. 200.0000</b>	<b>EQ. 200.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>			<b>1.54</b>	
			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1	0.0040	31.46	0.13
PEÓN			hh	1	0.0400	18.65	0.75
							<b>0.88</b>
<b>Materiales</b>							
AGUA PUESTA EN OBRA			m3		0.01	8.5	0.09
Z MEMBRANA BLANCO			gal		0.07	7.5	0.53
							<b>0.61</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			% mo		5	0.88	0.04
MOCHILA PARA APLICAR CURADOR			und		0.0070	120	0.01
							<b>0.05</b>

### 7.8 Resumen de Metrados de una losa prefabricada

METRADO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA PREFABRICADA				 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa		FECHA:	1/09/2023	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores				
Descripción			Encofrado (m2)		
Paño			Parcial		
1			10,91		
2			8,201		
3			18,668		
4			14,04		
5			1,518		
6			8,455		
7			11,243		
8			16,36		
9			12,305		
<b>Total</b>			<b>101,7</b>		

**METRADO DE ACERO DE REFUERZO  $F_y=4200 \text{ KG/CM}^2$  EN LOSA PREFABRICADA H=17CM**

Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022



Elaborado:

Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa

Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores

Elemento	Cantidad.	Forma	veces	Long.	Ø	1/4	8mm	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 3/8
<b>ACERO</b>						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 1 a 2	5	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	4,98	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	6,03	-	-	-	-
	5	Balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	10,35	-	-	-	-
	5	Balancín	1	2,07	3/8	-	-	10,35	-	-	-	-	-
	30	temperatura	1	8,06	1/4	241,80	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 3 a 4	9	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	8,96	-	-	-	-
	9	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	10,85	-	-	-	-
	9	Balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	18,63	-	-	-	-
	9	Balancín	1	2,07	3/8	-	-	18,63	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 5	5	bastones	1	1,35	1/2	-	-	-	6,75	-	-	-	-
	3	temperatura	1	2,83	3/8	-	-	8,49	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 6 a 7	5	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	4,98	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	6,03	-	-	-	-

	5	Balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	10,35	-	-	-	-
	5	Balancín	1	2,07	3/8	-	-	10,35	-	-	-	-	-
	30	temperatura	1	7,58	1/4	227,40	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 6 a 7	7	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	6,97	-	-	-	-
	7	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	8,44	-	-	-	-
	7	Balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	14,49	-	-	-	-
	7	Balancín	1	2,07	3/8	-	-	14,49	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal						469,20	-	62,31	117,77	-	-	-	-
		Peso por ml.				0,22	0,40	0,56	0,99	1,56	2,24	4,04	7,91
		Subtotal en Kg.				103,55	-	34,89	116,49	-	-	-	-
<b>Total, Acero (Kg).</b>						<b>255,00</b>							

<b>METRADO DE BOVEDILLA DE LOSA PREFABRICADA</b>					
<b>Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022</b>					
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa		FECHA:		
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores		1/09/2023		P-EELACYLP-01
Descripción		Bovedilla			
Paño	Serie	Cantidad	Bovedilla por fila	Bovedilla Parcial	Bovedilla Total
1	101	5	16	80	82,4
2	101	5	12	60	61,8
3	102	9	16	144	148,32
4	101	9	12	108	111,24
5	101	5	2	10	10,3
6	101	5	16	80	82,4
7	102	5	12	60	61,8
8	101	7	16	112	115,36
9	101	7	12	84	86,52
<b>Totales ( und)</b>					<b>760</b>

<b>METRADO DE VIGUETA DE LOSA PREFABRICADA</b>					
<b>Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022</b>					
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa		FECHA:		
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores		1/09/2023		P-EELACYLP-01
Descripción		Viguetas (ml)			
Paño	Serie	Cantidad	Longitud Interna	Longitud Parcial	Longitud Total
1	101	5	4,15	4.35	21.75
2	101	5	3,11	3.31	16.55
3	102	9	4,15	4.35	39.15
4	101	9	3,11	3.31	29.79
5	101	5	0,60	0.8	4
6	101	5	4,15	4.35	21.75
7	102	5	3,11	3.31	16.55
8	101	7	4,15	4.35	30.45
9	101	7	3,11	3.31	23.17
<b>Totales</b>		<b>57</b>			<b>203,03 ml</b>

<b>METRADO DE CONCRETO DE LOSA PREFABRICADA</b>			
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa	FECHA:	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	1/09/2023	
<b>Descripción</b>		<b>Área (m2)</b>	
<b>Paño</b>		<b>Parcial</b>	
1		10.91	
2		8.201	
3		18.668	
4		14.04	
5		1.518	
6		8.455	
7		11.243	
8		16.36	
9		12.305	
Total (m2)		101.7	
<b>Cantidad de concreto x m2</b>		<b>0.0616</b>	
<b>Total de concreto (m3)</b>		<b>6.3</b>	

<b>METRADO DE CURADO DE CONCRETO DE LOSA PREFABRICADA</b>			
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa	FECHA:	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	1/09/2023	
<b>Descripción</b>		<b>Área (m2)</b>	
<b>Paño</b>		<b>Parcial</b>	
1		10,91	
2		8,201	
3		18,668	
4		14,04	
5		1,518	
6		8,455	
7		11,243	
8		16,36	
9		12,305	
<b>Total</b>		<b>101,7</b>	

### 7.9 Resumen de Metrados de una losa aligerada convencional

METRADO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA CONVENCIONAL				 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa		FECHA:	1/09/2023	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores				
Descripción			Área (m2)		
Paño			Parcial		
1			10,91		
2			8,201		
3			18,668		
4			14,04		
5			1,518		
6			8,455		
7			11,243		
8			16,36		
9			12,305		
<b>Total</b>			<b>101,7</b>		

**METRADO DE ACERO DE REFUERZO  $F_y=4200 \text{ KG/CM}^2$  EN LOSA CONVENCIONAL H=17CM**

Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022



Elaborado:

Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa

Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores

Elemento	Cantidad.	Forma	veces	Long.	Ø	1/4	8mm	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 3/8
<b>ACERO</b>						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 1 a 2	5	Positivo	1	8,25	1/2	-	-	-	41,25	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	6,03	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	4,98	-	-	-	-
	5	balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	10,35	-	-	-	-
	5	balancín	1	2,07	3/8	-	-	10,35	-	-	-	-	-
	30	Temp.	1	8,06	1/4	241,80	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 3 a 4	9	Positivo	1	8,25	1/2	-	-	-	74,25	-	-	-	-
	9	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	10,85	-	-	-	-
	9	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	8,96	-	-	-	-
	9	balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	18,63	-	-	-	-
	9	balancín	1	2,07	3/8	-	-	18,63	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 5	5	Positivo	1	1,35	1/2	-	-	-	6,75	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,35	1/2	-	-	-	6,75	-	-	-	-
	3	temp	1	2,83	1/4	8,49	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 6 a 7	5	Positivo	1	8,25	1/2	-	-	-	41,25	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	6,03	-	-	-	-
	5	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	4,98	-	-	-	-
	5	balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	10,35	-	-	-	-

	5	balancín	1	2,07	3/8	-	-	10,35	-	-	-	-	-
	30	temperatura	1	7,58	1/4	227,40	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
PAÑOS 6 a 7	7	Positivo	1	8,25	1/2	-	-	-	57,75	-	-	-	-
	7	bastones	1	1,21	1/2	-	-	-	8,44	-	-	-	-
	7	bastones	1	1,00	1/2	-	-	-	6,97	-	-	-	-
	7	balancín	1	2,07	1/2	-	-	-	14,49	-	-	-	-
	7	balancín	1	2,07	3/8	-	-	14,49	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal						477,69	-	53,82	339,02	-	-	-	-
		Peso por ml.				0,22	0,40	0,56	0,99	1,56	2,24	4,04	7,91
		Subtotal en Kg.				105,43	-	30,14	335,32	-	-	-	-
<b>Total, Acero (Kg).</b>						<b>471,00</b>							

<b>METRADO DE LADRILLOS DE LOSA CONVENCIONAL</b>			
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa	FECHA:	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	1/09/2023	
<b>Descripción</b>		<b>Área (m2)</b>	
Paño		Parcial	
1		10.91	
2		8.201	
3		18.668	
4		14.04	
5		1.518	
6		8.455	
7		11.243	
8		16.36	
9		12.305	
Total (m2)		101.7	
<b>Cantidad de ladrillos x m2</b>		<b>8.33</b>	
<b>Total de ladrillo (und)</b>		<b>842</b>	

<b>METRADO DE CONCRETO DE LOSA CONVENCIONAL</b>			
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa	FECHA:	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	1/09/2023	
<b>Descripción</b>		<b>Área (m2)</b>	
Paño		Parcial	
1		10.91	
2		8.201	
3		18.668	
4		14.04	
5		1.518	
6		8.455	
7		11.243	
8		16.36	
9		12.305	
Total (m2)		101.7	
<b>Cantidad de concreto x m2</b>		<b>0.08</b>	
<b>Total de concreto (m3)</b>		<b>8.14</b>	

<b>CURADO DE CONCRETO DE LOSA CONVENCIONAL</b>					
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa		FECHA:	1/09/2023	<b>P-EELACYLP-01</b>
	Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores				
<b>Descripción</b>			<b>Área (m2)</b>		
<b>Paño</b>			<b>Parcial</b>		
1			10,91		
2			8,201		
3			18,668		
4			14,04		
5			1,518		
6			8,455		
7			11,243		
8			16,36		
9			12,305		
<b>Total</b>			<b>101,7</b>		

## 7.10 Cálculo del flete terrestre

Cálculo del Flete Terrestre													
Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	FECHA:	1/09/2023	<b>CFT-EELACYLP-01</b>									
<p><b>1. Determinación de la distancia virtual</b>            Según ANEXO II valores referenciales por kilómetro virtual para el transporte de bienes por carretera en función a las distancias virtuales desde lima hacia los principales destinos nacionales.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Origen</th> <th style="width: 15%;">Destino</th> <th style="width: 70%;">Distancia (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lima</td> <td>Chimbote</td> <td style="text-align: center;">428.34</td> </tr> <tr> <td>Chimbote</td> <td>Nuevo Chimbote</td> <td style="text-align: center;">25.7</td> </tr> </tbody> </table>					Origen	Destino	Distancia (km)	Lima	Chimbote	428.34	Chimbote	Nuevo Chimbote	25.7
Origen	Destino	Distancia (km)											
Lima	Chimbote	428.34											
Chimbote	Nuevo Chimbote	25.7											
<p><b>2. El costo de flete</b>            Según ANEXO II valores referenciales por kilómetro virtual para el transporte de bienes por carretera en función a las distancias virtuales desde lima hacia los principales destinos nacionales.</p> <p style="margin-left: 40px;">S/. x TM <span style="margin-left: 150px;">111.05</span></p>													
<p><b>3. Actualización de precios</b></p> <p>Flete IU 32 <span style="margin-left: 20px;">Precio reajuste= Precio base x ( IP IU reajuste /IP IU base)</span></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Precio base</td> <td style="text-align: right;">111.05</td> </tr> <tr> <td>IP IU reajuste</td> <td style="text-align: right;">539.59</td> </tr> <tr> <td>IP IU base</td> <td style="text-align: right;">490.89</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 40px;">Precio reajuste <span style="margin-left: 20px;">0.122067</span> <span style="margin-left: 20px;">S/ x KG</span></p>					Precio base	111.05	IP IU reajuste	539.59	IP IU base	490.89			
Precio base	111.05												
IP IU reajuste	539.59												
IP IU base	490.89												

## CÁLCULO DEL FLETE TERRESTRE



Elaborado:	Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores	FECHA:	1/09/2023	<b>CFT- EELACYL P-02</b>
------------	---	--------	-----------	----------------------------------

ORIGEN	DESTINO	DV (KM)	S/. X TM (1)	FRV	S/. X TON	REAJUST E (K)	SUBTOTAL (S/.)
LIMA	CHIMBOTE	428.34	111.05	1.00	111.05	1.10	122.07
Chimbote	Nuevo Chimbote	25.7	28.57	1.00	28.57	1.10	31.41

Flete de Lima a Chimbote		
Origen	Destino	S/ x Kg
Lima	Nuevo Chimbote	0.153

#### 4. Cálculo del peso total

Descripción	UND	Cantidad	Peso	Peso parcial
Bovedilla 12cm @ 50cm	und	2,281	9.4	21441.4
Vigueta 101	ml	610	17	10370
<b>Peso total (Kg)</b>				<b>31811.4</b>

#### 5. Costo del Flete terrestre hasta Chimbote

A. Por peso	Cantidad (kg)	Costo	Parcial
Obra civil	31811.4	0.153	4882.19
Total de transporte		S/4,882.19	

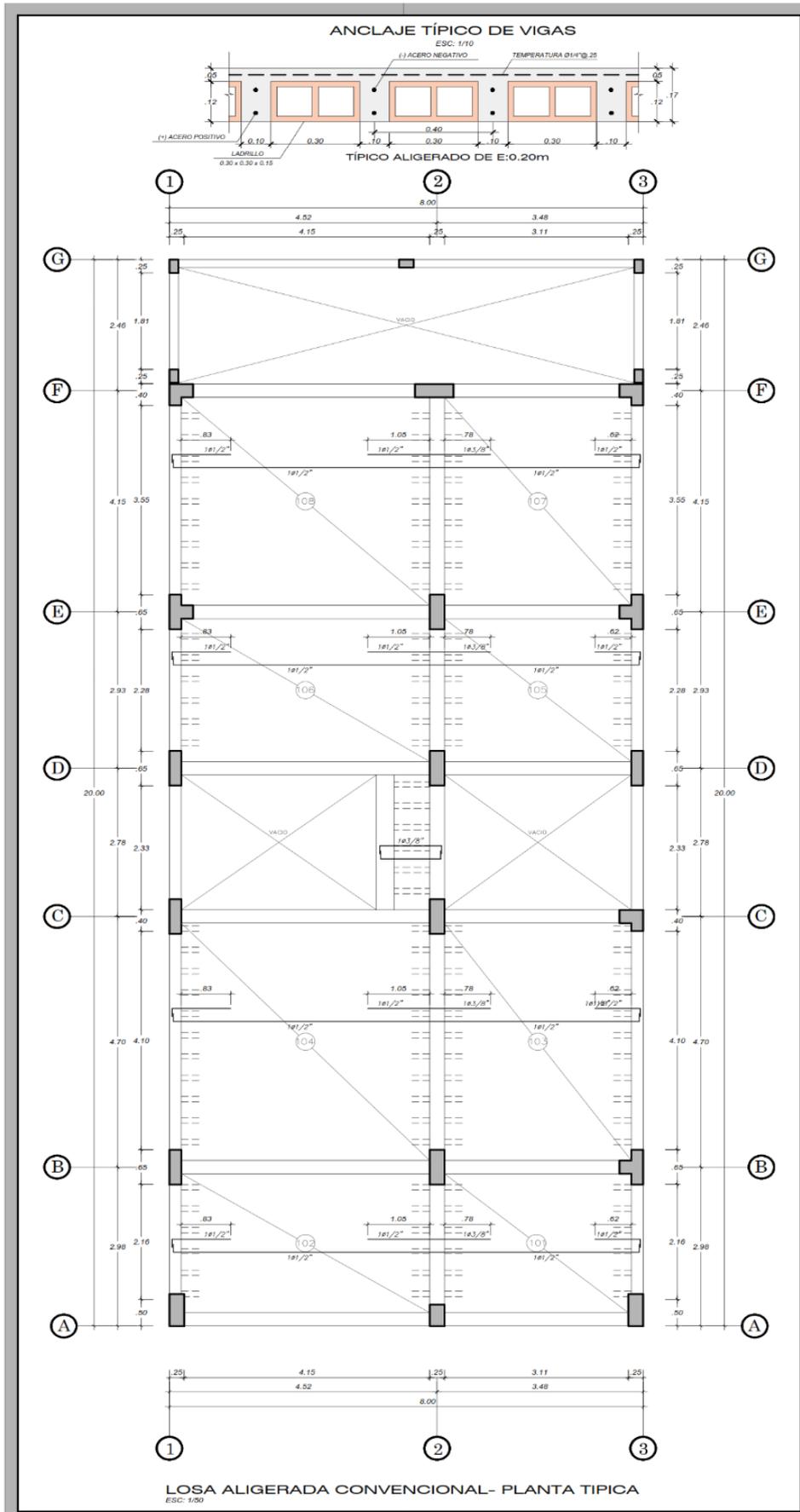
### 7.11 Costo directo de losa aligerada convencional

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022</b>					 <b>UNS</b> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small>
Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa		FECHA:		1/09/2023	
Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores		P-EELACYLP-LAC-01			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO S/	PARCIAL S/
1.00	LOSA ALIGERADA				
1.01	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	KG	1413.00	5.53	S/ 7,813.89
1.02	Encofrado y desencofrado de losa aligerada	m <sup>2</sup>	305.10	69.34	S/ 21,155.63
1.03	Ladrillos de arcilla 30x30x12 cm	und	2541.48	2.28	S/ 5,794.58
1.04	Concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada	m <sup>3</sup>	24.41	302.75	S/ 7,389.52
1.05	Curado de estructura	m <sup>2</sup>	305.10	1.54	S/ 469.85
<b>TOTAL</b>					<b>S/ 42,623.48</b>

**7.12 Costo directo de losa aligerada prefabricada**

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Evaluación estructural de losas aligeradas convencionales y losas prefabricadas en Nuevo Chimbote 2022</b>					
Elaborado: Bach. AGUIRRE CORDOVA, Katty Melissa Bach. VIDAL RODRIGUEZ, Olga Dolores			FECHA: 1/09/2023		P-EELACYLP- LPVP-01
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO S/	PARCIAL S/
1.00	LOSA ALIGERADA PREFABRICADA CON VIGUETAS PRETENSADAS				
1.01	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	KG	765.00	5.53	S/ 4,230.45
1.02	Apuntalamiento y desencofrado de losa aligerada	m <sup>2</sup>	305.10	13.96	S/ 4,259.20
1.03	Bovedilla de concreto 25x39x12 cm	und	2281.00	3.46	S/ 7,892.26
1.04	VIGUETA PRETENSADA	ml	610.00	15.49	S/ 9,448.90
1.05	Concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> losa aligerada	m <sup>3</sup>	18.79	302.75	S/ 5,688.67
1.06	Curado de estructura	m <sup>2</sup>	305.10	1.54	S/ 469.85
1.07	Flete terrestre	Glb	1	4882.19	S/ 4,882.19
<b>Costo directo</b>					<b>S/36,871.52</b>

### 7.13 Planos



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL SANTA**



**FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL**

TESIS:

**EVALUACIÓN  
ESTRUCTURAL  
DE LOSAS  
ALIGERADAS  
CONVENCIONALES  
Y LOSAS  
PREFABRICADAS  
EN NUEVO  
CHIMBOTE  
2022**

ASESOR:

**DR. ING. ABNER ITAMAR LEÓN  
BOBADILLA.**

TESISTAS:

BACH. AGUIRRE CORDOVA, KATTY MELISSA  
BACH. VIDAL RODRIGUEZ, OLGA

PLANO:

**ALIGERADO**

ESPECIALIDAD:

**ESTRUCTURAS**

ESCALA:

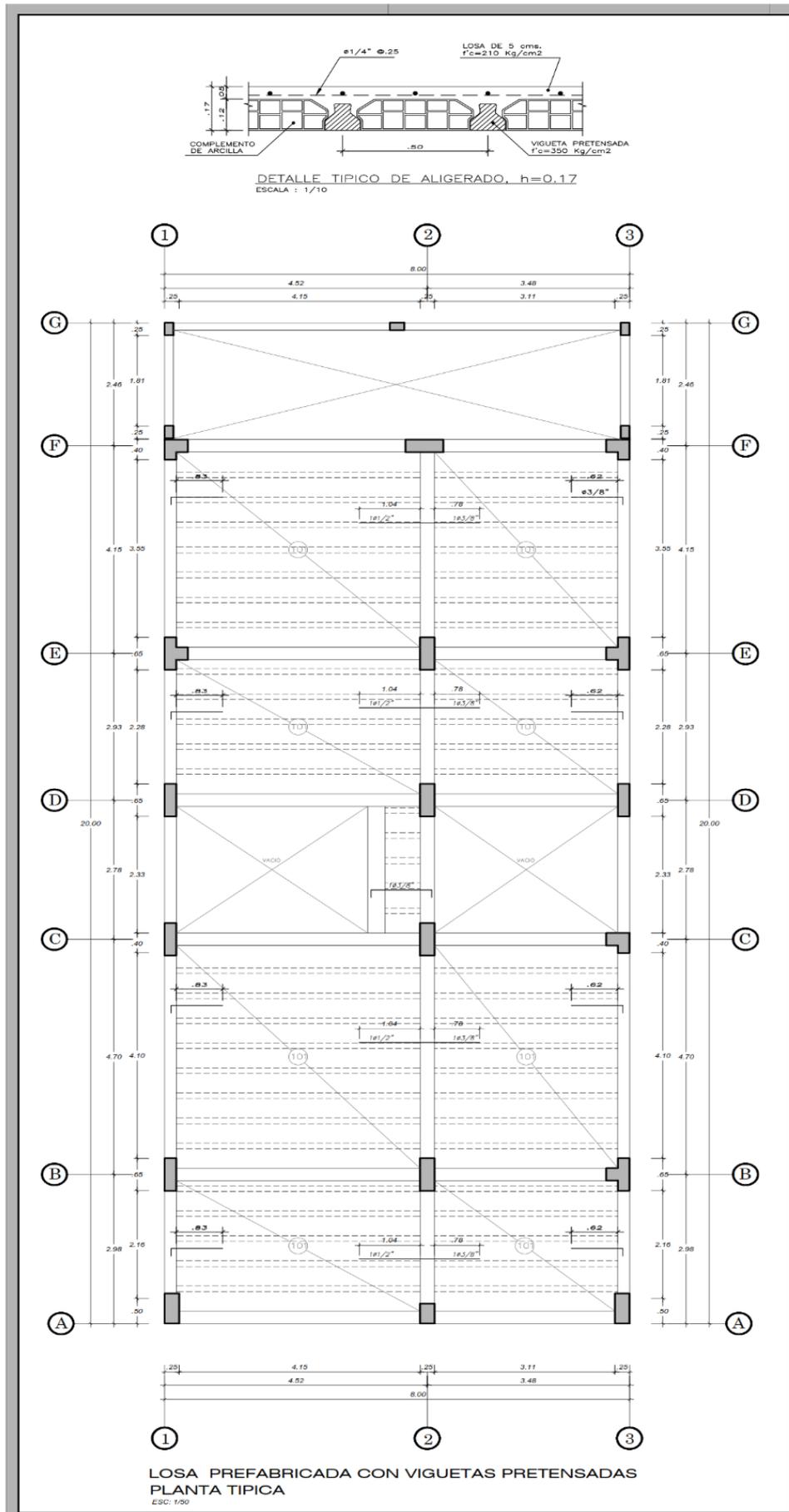
1/50

FECHA:

JULIO DEL 2023

LÁMINA:

**E-01**



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL SANTA**



**FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL**

TESIS:

**EVALUACIÓN  
ESTRUCTURAL  
DE LOSAS  
ALIGERADAS  
CONVENCIONALES  
Y LOSAS  
PREFABRICADAS  
EN NUEVO  
CHIMBOTE  
2022**

ASESOR:

**DR. ING. ABNER ITAMAR LEÓN  
BOBADILLA.**

TESISTAS:

BACH. AGUIRRE CORDOVA, KATTY MELISSA  
BACH. VIDAL RODRIGUEZ, OLGA

PLANO:

**ALIGERADO**

ESPECIALIDAD:

**ESTRUCTURAS**

ESCALA:

1/50

FECHA:

JULIO DEL 2023

LÁMINA:

**E-02**