

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

**EVALUACION ENTRE EL SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON
VIGUETAS PRETENSADAS Y LOSA ALIGERADA
CONVENCIONAL PARA LA OPTIMIZACION DEL TIEMPO EN
FUNCION A LA ECONOMIA.**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

AUTOR:

BACHILLER: OBED DANIEL ROBLES BEDON

ASESOR:

MG. DE LOS SANTOS GARCIA JUAN CARLOS

Huacho – Perú

2019

EVALUACION ENTRE EL SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON
VIGUETAS PRETENSADAS Y LOSA ALIGERADA
CONVENCIONAL PARA LA OPTIMIZACION DEL TIEMPO EN
FUNCION A LA ECONOMIA.

ASESOR DE TESIS

Mg. Juan Carlos De los Santos García

MIEMBROS DEL JURADO

Ing. Juan Manuel Ipanaque Roña

PRESIDENTE

Ing. Ronald Luis Ramos Pacheco

SECRETARIO

Ing. Cristhiam Benavente León

VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres por el esfuerzo y apoyo incondicional que me brindaron durante mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos guiado durante mi carrera profesional hasta ahora. A nuestros padres por su apoyo incondicional en mi formación académica.

A la Empresa Mixercon y especialmente al Ingeniero Wermer que participaron en esta investigación, quienes me brindaron su desinteresada y valiosísima colaboración.

INDICE GENERAL

Resumen	15
Introducción	16
Capítulo I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Descripción de La realidad problemática	17
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos	17
1.3 Objetivos de la Investigación	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
Capítulo II	
MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de la Investigación	19
2.2 Bases Teóricas	20
2.2.1 Sistema de Losa Aligerada con viguetas pretensadas	20
2.2.1.1 Descripción y características del Sistema Pretensado	20
2.2.1.1.1 Elementos de soporte pretensado(viguetas)	21
2.2.1.1.2 Elementos Aligerantes	22
2.2.1.1.3 Acero Negativo	25
2.2.1.1.4 Malla de Temperatura	26
2.2.1.1.5 Losa de compresión de concreto	26
2.2.1.2 Proceso Constructivo del Sistema	27
2.2.1.2.1 Izaje	27
2.2.1.2.2 Apuntalamiento	27
2.2.1.2.3 Montaje de viguetas y bovedillas	29
2.2.1.2.4 Habilitado del acero negativo, malla de temperatura e instalaciones eléctricas	30

2.2.1.2.5	Colocación de instalaciones sanitarias	30
2.2.1.2.6	Vaciado de la losa de compresión	31
2.2.1.2.7	Curado de la losa aligerada	32
2.2.1.2.8	Desapuntalamiento	33
2.2.1.3	Detalles Constructivos	34
2.2.1.3.1	Encuentro de vigueta con viga peraltada cuando no existe concentración de acero	34
2.2.1.3.2	Encuentro de vigueta con viga peraltada cuando existe concentración de acero	35
2.2.1.3.3	Encuentro de vigueta con viga chata o solera	36
2.2.1.3.4	Encuentro de vigueta con viga invertida	37
2.2.1.3.5	Encuentro de vigueta con placa	38
2.2.1.3.6	Encuentro vigueta con muro pantalla	40
2.2.1.3.7	Encuentro vigueta con muro mdl	41
2.2.1.3.8	Apuntalamiento del techo	42
2.2.1.3.9	Apuntalamiento en vigas peraltadas perpendiculares a las viguetas	43
2.2.1.3.10	Entablado de bovedillas y vigas chatas	44
2.2.1.3.11	Entablado de bovedillas con vigas peraltadas	44
2.2.1.3.12	Apuntalamiento de vigas chatas paralelas a las viguetas	45
2.2.1.3.13	Acero de temperatura	45
2.2.1.3.14	Carga de tabiques	46
2.2.1.3.15	Viga costura	47
2.2.1.3.16	Borde de losa	48
2.2.1.3.17	Voladizos	48
2.2.1.3.18	Continuidad de viguetas	49
2.2.2	Sistema de Losa Aligerada Convencional	50
2.2.2.1	Descripción y características técnicas del sistema convencional	50
2.2.2.1.1	Viguetas convencionales	50
2.2.2.1.2	Ladrillo para techo	51
2.2.2.1.3	Malla de temperatura	52
2.2.2.1.4	Losa de compresión de concreto	53
2.2.2.2	Proceso Constructivo	53
2.2.2.2.1	Encofrado de losa aligerada	53
2.2.2.2.2	Colocación de los ladrillos de techo	55

2.2.2.2.3	Instalaciones sanitarias y eléctricas	56
2.2.2.2.4	Colocación de fierros en viguetas y losa	56
2.2.2.2.5	Encofrado de frisos	57
2.2.2.2.6	Vaciado de concreto en techo	58
2.2.2.2.7	Curado	59
2.2.3	Análisis comparativo de ambos sistemas	60
2.2.3.1	Análisis Técnico	60
2.2.3.1.1	Pesos de losa aligerada	60
2.2.3.1.2	Consumo de concreto	63
2.2.3.2	Análisis económico	69
2.2.3.2.1	Metrados del sistema de losa aligerada convencional y viguetas pretensadas	70
2.2.3.2.2	Análisis de costos unitarios del sistema de losa aligerada convencional y viguetas pretensadas	73
2.2.3.2.3	Presupuestos del sistema de losa aligerada convencional y viguetas pretensadas	75
2.2.3.3	Análisis de tiempo	76
2.3	Formulación de Hipótesis	77
2.3.1	Hipótesis General	77
2.3.2	Hipótesis Específicos	77

Capítulo III

METODOLOGÍA	78
3.1 Diseño Metodológico	78
3.1.1 Tipo	78
3.1.2 Diseño	78
3.1.3 Enfoque	78
3.2 Población y Muestra	78
3.3 Operacionalización de Variables e indicadores	79
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	80
3.4.1 Técnicas a emplear	80
3.4.2 Descripción de los instrumentos	80

Capítulo IV

RESULTADOS 81

4.1 Análisis Comparativo	81
4.1.1 Análisis Técnico	81
4.1.2 Análisis Económico	83
4.1.3 Análisis Tiempo	84

Capítulo V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85

5.1 Discusión	85
5.2 Conclusiones	85
5.3 Recomendaciones	86

Capítulo VI

FUENTES DE INFORMACIÓN 87

6.1 Fuentes Documentales	87
6.2 Fuentes Electrónicas	87

ANEXOS

1. Matriz de consistencia
2. Revista Costos

INDICE TABLAS

Tabla 1. Longitud máxima de vigueta	23
Tabla 2. ϕ Mn de cada vigueta por espesor de losa aligerada en una dirección	23
Tabla 3. Volumen de cada tipo de materiales	25
Tabla 4. Medida de cada tipo de materiales	25
Tabla 5. Peso Máximo de cada tipo de materiales	26
Tabla 6. Cantidad por m ² de cada tipo de materiales	26
Tabla 7. Consumo de Concreto por altura de losas y tipo de materiales	28

Tabla 8. Peso losa aligerada según del tipo de material	28
Tabla 9. Espacios máximos de puntales y soleras por altura de losa	29
Tabla 10. Tiempos de desapuntalar la losa	34
Tabla 11. Medidas, peso y volumen del material	53
Tabla 12. Cantidad de materiales por m ²	53
Tabla 13. Consumo de concreto	54
Tabla 14. Pesos de losa	54
Tabla 15. Peso por m ² de viguetas	61
Tabla 16. Peso por m ² de bovedilla o bandeja	62
Tabla 17. Peso por m ² de bloque poliestireno	62
Tabla 18. Peso del concreto por m ²	63
Tabla 19. Peso por m ² de losa aligerada	63
Tabla 20. Comparativo entre pesos de losa convencional y con viguetas pretensadas	64
Tabla 21. Comparativo entre consumo de concreto del sistema de losa convencional y con viguetas pretensadas	69
Tabla 22. Metrado detallado del sistema de losa convencional	71
Tabla 23. Metrado general del sistema de losa convencional	71
Tabla 24. Metrado detallado del sistema de losa con viguetas pretensadas	72
Tabla 25. Metrado general del sistema de losa con viguetas pretensadas	73

Tabla 26. Análisis de costos unitarios del sistema de losa convencional	74
Tabla 27. Análisis de costos unitarios del sistema de losa con viguetas pretensadas	75
Tabla 28. Presupuesto de losa aligerada convencional	76
Tabla 29. Presupuesto de losa aligerada con viguetas pretensadas	76
Tabla 30. Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada convencional	77
Tabla 31. Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada con viguetas pretensadas	77
Tabla 32. Comparativo entre pesos por m ² de losa convencional y con viguetas pretensadas	82
Tabla 33. Comparativo entre el consumo de concreto(m ³ /m ²) del sistema de losa convencional y con viguetas pretensadas	83
Tabla 34. Presupuesto de losa aligerada convencional	84
Tabla 35. Presupuesto de losa aligerada con viguetas pretensadas	84
Tabla 36. Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada convencional	85
Tabla 37. Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada Con viguetas pretensadas	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detalle del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas	22
Figura 2. Detalle de vigueta pretensada vista Frontal y 3D	22
Figura 3. Detalle de bovedillas de arcilla	24
Figura 4. Detalle de bandeja sanitaria	24

Figura 5. Detalle de bandejas de concreto más bloques de poliestireno	24
Figura 6. Detalle de bovedillas de poliestireno	25
Figura 7. Detalle de acero negativo vista 3D	26
Figura 8. Detalle de apuntalamientos	28
Figura 9. Detalle de colocación de bovedillas	30
Figura 10. Detalle de colocación de aceros	31
Figura 11. Detalle de colocación de instalación sanitaria	31
Figura 12. Detalle de vigueta cortada por tubería de desagüe	32
Figura 13. Detalle de curado de losa	33
Figura 14. Detalle de orden de desapuntalamiento en losa	34
Figura 15. Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada extremo discontinuo	35
Figura 16. Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada extremo continuo	35
Figura 17. Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada con alambres vistos extremo discontinuo	36
Figura 18. Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada con alambres vistos extremo continuo	36
Figura 19. Detalle de ingreso de vigueta a viga chata con alambres vistos extremo discontinuo y apoyo continuo menores a 4.40 m	37
Figura 20. Detalle de ingreso de vigueta a viga chata con alambres vistos extremo discontinuo longitud mayor a 4.40m	37
Figura 21. Detalle de ingreso de vigueta a viga chata con alambres vistos extremo continuo longitud mayor a 4.40m	38
Figura 22. Detalle de ingreso de vigueta a viga invertida con alambres vistos extremo discontinuo y continuo menores a 4.40 m	38

Figura 23. Detalle de ingreso de vigueta a viga invertida con alambres vistos mayores a 4.40 m	39
Figura 24. Detalle de ingreso de vigueta a placa extremo discontinuo	39
Figura 25. Detalle de ingreso de vigueta a placa apoyo continuo	40
Figura 26. Detalle de ingreso de vigueta a placa con alambres vistos extremo discontinuo	40
Figura 27. Detalle de ingreso de vigueta a placa con alambres vistos apoyo continuo	41
Figura 28. Detalle de ingreso de vigueta a muro pantalla	41
Figura 29. Detalle de ingreso de vigueta a muro con refuerzo	42
Figura 30. Detalle de ingreso de vigueta a muro MDL	42
Figura 31. Detalle de ingreso de vigueta a muro MDL cuando el vaciado es irregular	43
Figura 32. Detalle de apuntalamiento del techo	43
Figura 33. Detalle de apuntalamiento en viga peraltada cuando el elemento 1 es de 4"	44
Figura 34. Detalle de apuntalamiento en viga peraltada cuando el elemento 1 es de 1"	44
Figura 35. Detalle de entablado de bovedillas con vigas chatas	45
Figura 36. Detalle de entablado de bovedillas con vigas peraltadas	45
Figura 37. Detalle de apuntalamiento de vigas chatas paralelas a las viguetas	46
Figura 38. Detalle de malla de temperatura para luces menores a 5m	46
Figura 39. Detalle de malla de temperatura para luces mayores e iguales a 5 m	47
Figura 40. Detalle de tabiques paralelos a viguetas	47

Figura 41. Detalle de tabiques transversales a viguetas	48
Figura 42. Detalle de viga costura	48
Figura 43. Detalle de borde de losa	49
Figura 44. Detalle de voladizo	49
Figura 45. Detalle de continuidad de viguetas	50
Figura 46. Detalle del sistema de losa aligerada convencional	51
Figura 47. Detalle de acero negativo (bastones y balancines) y positivo	52
Figura 48. Detalle de ladrillo para techo de arcilla	53
Figura 49. Detalle del encofrado de losa aligerada	55
Figura 50. Detalle de colocación de los ladrillos de techo	56
Figura 51. Detalle de instalaciones sanitarias y eléctricas	57
Figura 52. Detalle de colocación de fierros en viguetas y losa	57
Figura 53. Detalle de encofrado de frisos	58
Figura 54. Detalle de vaciado de concreto en techo	59
Figura 55. Detalle de curado en losa	60
Figura 56. Detalle de consumo de concreto de una losa de 20cm con bovedilla de arcilla	64
Figura 57. Detalle de consumo de concreto de una losa de 25cm con bovedilla de arcilla	65
Figura 58. Detalle de consumo de concreto de una losa de 30cm con bovedilla de arcilla	65
Figura 59. Detalle de consumo de concreto de una losa de 17cm con bovedilla de poliestireno	66
Figura 60. Detalle de consumo de concreto de una losa de 20cm con	

bovedilla de poliestireno	67
Figura 61. Detalle de consumo de concreto de una losa de 25cm con bovedilla de poliestireno	67
Figura 62. Detalle de consumo de concreto de una losa de 30cm con bovedilla de poliestireno	68
Figura 63. Detalle del sector del plano del sistema de losa aligerada convencional	70
Figura 64. Detalle del sector del plano del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas	70

RESUMEN

El estudio tratará de la descripción de los sistemas de losas aligeradas convencional y viguetas pretensadas referidos al concepto de cada material como: los aceros, ladrillos de arcilla, capa de concreto, bovedillas de arcilla y viguetas pretensadas; y el proceso constructivo como: izaje, apuntalamiento, montaje de viguetas y bovedillas, habilitación de acero negativo y malla de temperatura, vaciado de concreto, encofrado de losa aligerada, colocación de ladrillos de arcilla y colocación de hacer negativo y positivo.

Además, el análisis comparativo de ambos sistemas sobre el ahorro en tiempo y dinero de un proyecto real considerando los detalles de los materiales como arcilla, poliestireno y bandeja de concreto más complemento; metrados, análisis de costos unitarios, presupuestos y rendimientos de cada proceso constructivo.

INTRODUCCION

El estudio se realizará pensando en las necesidades económicas de las empresas y personas naturales dedicadas a la construcción de edificaciones (edificios, hospitales, colegios, viviendas, etc.)

Actualmente en el Perú, la mayoría de empresas cuando ejecutan un proyecto de edificación, la mayoría de veces siempre solicitan los adicionales de obra debido a que el presupuesto establecido en el expediente técnico no es suficiente para cubrir toda la obra. Además, los tiempos establecidos en el cronograma de obra no se llegan a cumplir por múltiples factores que suelen suceder como por ejemplo los retrasos de entrega de materiales, accidentes en obra entre otros; por tal motivo se vio la necesidad de usar el sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas que permite ahorrar dinero y realizar el proceso constructivo en menos tiempo comparado con el sistema convencional, así de esa manera reducir los adicionales en obra y tratar de respetar el cronograma de obra establecido en el expediente técnico.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La innovación tecnológica en algunos campos como por ejemplo la construcción es evidente, en general en diversos países, incluyendo Perú, esta innovación no es comparable con la que se observa en la industria de la construcción; sin embargo, la prefabricación (viguetas pretensadas) como parte de esta innovación tecnológica está en un proceso emergente en distintos países. Es conocido las ventajas del empleo de la prefabricación (viguetas pretensadas) en la industria de la construcción, como rapidez y mejor control de calidad tanto de los materiales como del proceso constructivo en sí. En diversos países del mundo, es notorio el avance de la prefabricación, aún en zonas sísmicas como México, por ejemplo, Japón y Nueva Zelanda. Uno de los factores que ha incidido en el lento desarrollo de la prefabricación (viguetas pretensadas) en Perú ha sido la falta de ayudas de diseño para estructuras prefabricadas en zonas sísmicas. En el Perú la empresa Mixercon se dedica a la fabricación de viguetas pretensadas para techos.

Este sistema de viguetas pretensadas busca reducir los costos que se tendrían al construir con una losa aligerada convencional, además de optimizar los tiempos y mejorar la calidad de construcción. Las viguetas pretensadas forman la estructura principal del techo aligerado y son fabricadas con concreto y acero de alta resistencia. Las empresas más importantes del país trabajan con este sistema, habiéndose construido edificaciones como: Ampliación UTP Los Olivos (De Vicente Constructora S.A.C.), Edificio de Oficinas Torre Prado (Consortio Albacon).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

En el sistema de losa aligerada convencional, ¿se invierte mayor cantidad de dinero y tiempo en los procesos constructivos que en el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿El consumo de concreto en una losa aligerada convencional es mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas?

- ¿El peso por m² en una losa aligerada convencional es mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas?
- ¿La cantidad de acero en el sistema de losa aligerada convencional es mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas?
- ¿El tiempo de proceso constructivo del sistema convencional es mucho mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas?
- ¿El presupuesto de losa aligerada convencional es más caro que el sistema de losa aligerada con vigueta pretensadas?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Demostrar que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas se optimiza el tiempo en los procesos constructivos y se invierte menor cantidad de dinero que el sistema de losa aligerada convencional.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demostrar que el consumo de concreto por m³/m² en una losa aligerada de diferentes alturas con viguetas pretensadas es mucho menor que el sistema convencional.
- Demostrar que el peso por m² de una losa aligerada de diferentes alturas con viguetas pretensadas es menor que el sistema convencional.
- Demostrar que la cantidad de acero es menor en el sistema con viguetas pretensadas con el sistema convencional.
- Demostrar que el tiempo de proceso constructivo del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es menor que el sistema de losa aligerada convencional.
- Demostrar a través del presupuesto que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es más económico que el sistema de losa aligerada convencional.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Gestión (2013) el 60% de las viviendas, en todo el país, son autoconstruidas; es decir, se trata de una parte importante de la población que opta por construir su vivienda y lo más probable es que lo haga sin asesoramiento técnico y/o profesional.

A nivel mundial Custodio (2014) detalla un ejemplo en la Factoría de Salford que fue construida en Manchester en el año 1801 como una de las primeras construcciones en utilizar un sistema de losa aligerada no convencional, en esta construcción se utilizó una vigueta de acero y el edificio representó, para su época, una de las primeras edificaciones de hierro en toda su estructura.

En nuestro país, un proyecto realizado en Arequipa, luego del fuerte sismo del año 1911, contempló la reconstrucción de muchas edificaciones, en las cuales se hizo uso de viguetas de hierro en las losas o techos. Los techos aligerados se realizaron con rieles de ferrocarril, separados a 80 cm entre sí, piedra sillar tallados, bovedillas o casetones, la parte superior tiene una mezcla de cal y arena, y por la parte inferior se enlucieron con cal. (Custodio, 2014).

Aún se puede observar estas edificaciones de uno, dos y tres pisos que, en su mayoría, son utilizadas como viviendas, locales comerciales, hoteles, entre otros. Según Custodio (2014) es importante mencionar

que estas edificaciones no han sufrido daños, a pesar de los sismos ocurridos, como el de 1960 y 2001, que causaron daños al Centro Histórico de Arequipa, pero sin afectar estas edificaciones que hoy en día se pueden admirar.

En la actualidad las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones están buscando economizar y ahorrar tiempo, por tal motivo se creó el sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Prelistos – Mixercon para de esa manera las empresas puedan terminar sus construcciones de manera más económica y a menor tiempo comparado con el sistema convencional.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS

2.2.1.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA PRETENSADO

Es un sistema de construcción de losas, rápido, seguro, eficiente y económico.

Está conformado por los siguientes elementos:

- Elemento de soporte pretensados(viguetas)
- Elementos aligerantes(bovedilla de arcilla, poliestireno y bandeja más bloque de poliestireno)
- Acero negativo (balancín o bastón)
- Losa de compresión de concreto (min. 5cm)

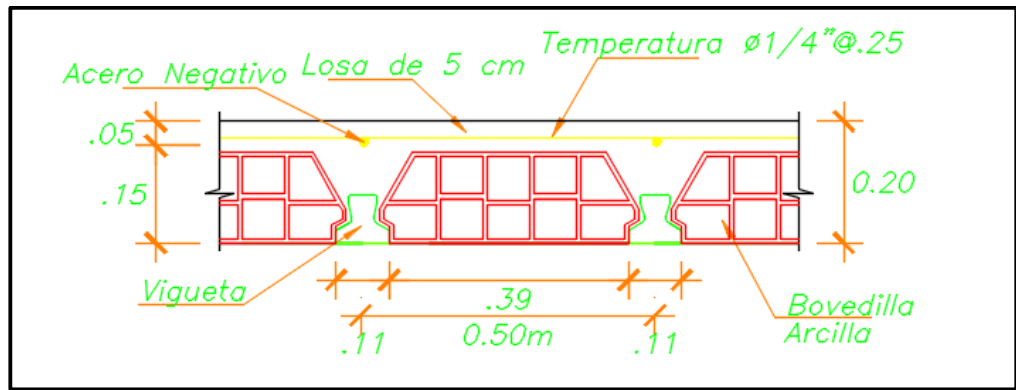


Figura 1: Detalle del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.1.1 ELEMENTOS DE SOPORTE PRETENSADOS(VIGUETAS)

Soportan el peso de todo el sistema y las cargas inducidas transmitiendo el peso hacia los elementos de soporte de la construcción. Las dimensiones y refuerzo serán de acuerdo a las necesidades propias del proyecto, luz y cargas por soportar. Representa al acero positivo y como ejemplo pondremos a las viguetas de la unidad de Prelistos de la empresa Mixercon especificando su peso y forma que son las siguientes:

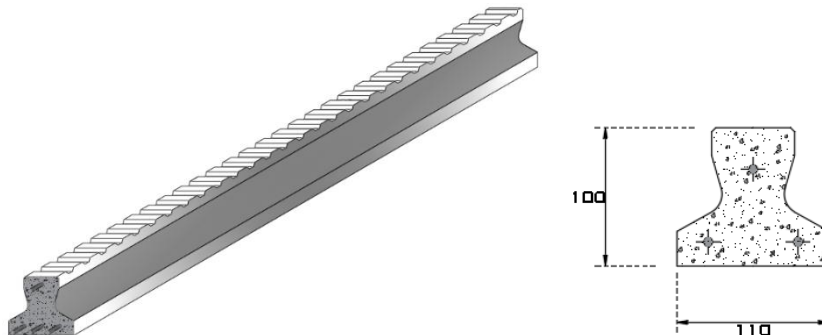


Figura 2: Detalle de vigueta pretensada vista Frontal y 3D

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 1: Longitud máxima de vigueta.

VIGUETA	LUZ MÁX.(M)
VSR102	3.50
VSR103	4.50
VSR104	5.50
VSR105	6.50
VSR106	7.50
VSR107	8.50

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 2: ϕM_n de cada vigueta por espesor de losa aligerada en una dirección.

		LOSA			
		17	20	25	30
VSR102	ϕM_n (Kg-m)	720	900	1170	1440
VSR103	ϕM_n (Kg-m)	810	1080	1350	1710
VSR104	ϕM_n (Kg-m)	1260	1530	2070	2520
VSR105	ϕM_n (Kg-m)	1440	1710	2250	2790
VSR106	ϕM_n (Kg-m)	1710	2160	2880	3510
VSR107	ϕM_n (Kg-m)	2160	2700	3510	4320

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

COMPONENTES DE LAS VIGUETAS.

- Cemento
- Arena Gruesa
- Agregado grueso
- Acero Pretensado

2.2.1.1.2 ELEMENTOS ALIGERANTES

Los elementos aligerantes son básicamente la bovedilla de arcilla, poliestireno y bandeja de concreto más bloque de poliestireno (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

2.2.1.1.2.1 Bovedilla de Arcilla

Las bovedillas cumplen con lo exigido 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. (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

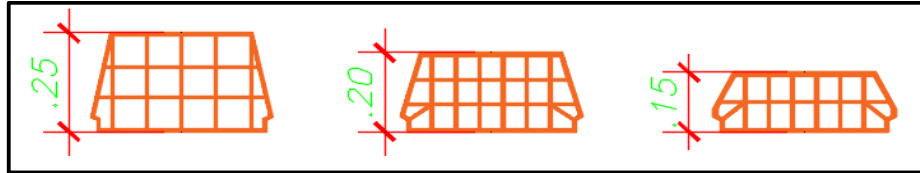


Figura 3: Detalle de bovedillas de arcilla.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.1.2.2 Bandeja de Arcilla

Sustituyen a las bovedillas para trabajar instalaciones sanitarias de losas contando con un espesor mínimo de 4 cm y el volumen que ocupan es de 0,0048cm³/unidad. (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

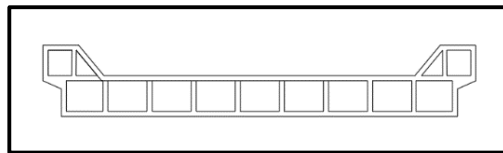


Figura 4: Detalle de bandeja sanitaria.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.1.2.3 Bandeja de concreto más bloque de poliestireno

Es un complemento mixto formado por una bandeja de concreto en la parte inferior, y un bloque de poliestireno atrapado entre la bandeja y la capa de compresión, que permite aligerar el peso de la losa, y a la vez que permite el tarrajeo del cielorraso. (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

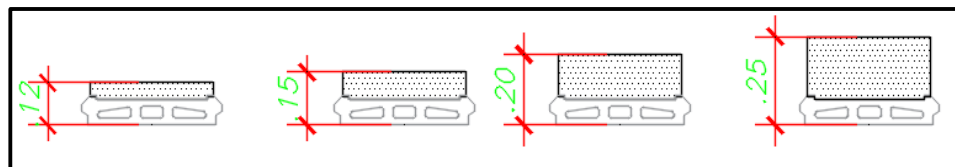


Figura 5: Detalle de bandejas de concreto más bloques de poliestireno.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.1.2.4 Bovedilla de poliestireno

La bovedilla de poliestireno tiene como característica principal su bajo peso: tiene una densidad en función de la dureza y con la suficiente resistencia para servir de molde para el colado del concreto de la capa de compresión. Además, es un aislante térmico y acústico, ante el fuego su reacción es autoextinguible o retardante de flama (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

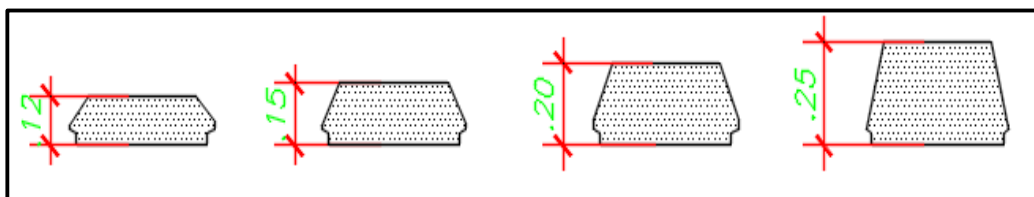


Figura 6: Detalle de bovedillas de poliestireno.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 3: Volumen de cada tipo de materiales.

ALTURA DE LOSA	VOLUMEN (M3)			
	ARCILLA	BANDEJA DE CONCRETO	BLOQUE DE POLIESTIRENO	POLIESTIRENO
17@50	-	0.0059	0.0178	0.0466
20@50	0.014	0.0059	0.0291	0.0578
25@50	0.019	0.0059	0.0479	0.0769
30@50	0.024	0.0059	0.0667	0.0941

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 4: Medida de cada tipo de materiales.

ALTURA DE LOSA	MEDIDAS (CM)				
	ALTURA	ANCHO	BOVEDILLA ARCILLA	LARGO BANDEJA DE CONCRETO	BOVEDILLA POLIESTIRENO
17@50	12	49	-		1
20@50	15	39	25	20	1
25@50	20	39	25		1
30@50	25	39	25		1

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 5: *Peso Máximo de cada tipo de materiales.*

ALTURA DE LOSA	PESO MAXIMO (KG)			
	BOVEDILLA ARCILLA	MIXTO		BOVEDILLA POLIESTIRENO
		BANDEJA DE CONCRETO	BLOQUE DE POLIESTIRENO	
17@50	-	9.85	0.178	0.7
20@50	9.5	9.85	0.291	0.87
25@50	12.5	9.85	0.479	1.15
30@50	15.6	9.85	0.667	1.41

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 6: *Cantidad por m2 de cada tipo de materiales.*

ALTURA DE LOSA	CANTIDAD POR M2 (UND)		
	ARCILLA	CONCRETO	POLIESTIRENO
17@50	-	10	2
20@50	8	10	2
25@50	8	10	2
30@50	8	10	2

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.1.3 ACERO NEGATIVO (BALANCIN O BASTON)

La posición de estos aceros en la losa, es entre el de temperatura y las viguetas y bovedillas, el diámetro y el distanciamiento obedecen al diseño estructural graficado en los planos (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

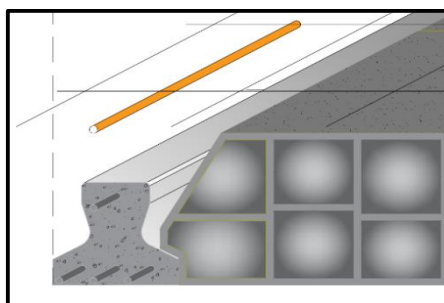


Figura 7: Detalle de acero negativo vista 3D

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.1.4 MALLA DE TEMPERATURA

Para reforzar la capa de compresión a la flexión y tener un control de agrietamiento del concreto, se coloca malla electrosoldada según el requerimiento del sistema de piso (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

2.2.1.1.5 LOSA DE COMPRESIÓN DE CONCRETO (MIN. 5 CM)

Es la parte superior de todo el sistema. Está formada por concreto vaciado insitu y reforzado con malla electrosoldada. Su función principal es integrar a todos los elementos componentes del sistema en uno solo para que la losa y las viguetas trabajen en colaboración, teniendo con esto una sección compuesta (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

Tabla 7: Consumo de Concreto por altura de losas y tipo de materiales.

ALTURA DE LOSA	MATERIAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PRELISTOS
		VIGUETA SIMPLE (m3/m2)
17@50	Poliestireno	0,0620
20@50	Poliestireno	0,0700
25@50	Poliestireno	0,0830
30@50	Poliestireno	0,0973
20@50	Arcilla	0,0693
25@50	Arcilla	0.0837
30@50	Arcilla	0.0966
17@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0606
20@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0682
25@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0804
30@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0928

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 8: *Peso de losa aligerada según del tipo de material.*

ALTURA LOSA (CM)	SISTEMA DE LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS PRELISTOS		
	ARCILLA @50 (KG/M2)	POLIESTIRENO @50CM (KG/M2)	BANDEJA+ BLOQUE DE POLIESTIRENO@50 (KG/M2)
17	-	185	276
20	277	204	294
25	335	237	323
30	391	270	353

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA

2.2.1.2.1 IZAJE

Mantener siempre la distancia entre apoyos de 2 m. como máximo.

El método de izaje pueden estar ser manuales o usando poleas, winche, pluma (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

2.2.1.2.2 APUNTALAMIENTO

Las viguetas no necesitan fondo de encofrado.

Se deberán colocar soleras y puntales distanciadas según detalle y tabla mostrada (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

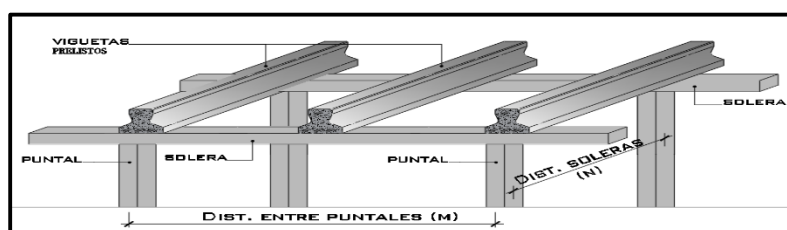


Figura 8: Detalle de apuntalamientos.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabla 9: *Espacios máximos de puntales y soleras por altura de losa.*

Espesor de losa	Espacio entre viguetas	Espacio máx. entre Soleras (N)	Espacio máx. entre Puntales (M)
Hasta 20 cm	a 50 cm	2.00 m	1.50 m
De 25 a 30 cm	a 50 cm	1.80 m	1.50 m

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Para el uso de la tabla N°9.

Las dimensiones mínimas de las soleras y puntales son de 3" x 4".

Deben ser colocados en una superficie rígida y con la técnica adecuada que garantice su estabilidad durante el proceso constructivo.

La madera no puede estar en mal estado.

En caso de tener cargas adicionales en la losa, se considera una sobrecarga de trabajo igual a 300 Kg/m². Debemos determinar la mejor zona donde se pueda cargar la losa.

En techos inclinados, abovedados y rampas deberá haber arriostre horizontal con cruces para absorber esfuerzos horizontales puntuales (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

OBSERVACIONES:

Para uso de bovedillas de poliestireno:

- Las soleras de (3" X 4") deben estar separadas a 1,00 m y los puntales a 1,50 m.
- Las tablas de madera son necesarias para la instalación para la instalación de la losa y su vaciado.
- Es recomendable entablar las uniones de las bovedillas de poliestireno, para evitar posibles accidentes por transitar sobre ellas sin usar tablas.

Para uso de viguetas apoyadas en placas de concreto.

- Las soleras deben estar pegadas a las placas para evitar la irregularidad de la losa.
- Para placas de 10cm. se puede retirar las soleras de los extremos luego de 3 días manteniendo el resto de las soleras y puntales.

En todo el proceso constructivo las bovedillas deben estar apoyadas en tablas.
Las vigas costuras deben estar encofradas.

Solo dejar contraflechas de 3mm x ml cuando se tenga luces mayores a 4,50ml.

Verificar que el apuntalado no exceda las medidas de la tabla N° 9 (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

2.2.1.2.3 MONTAJE DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS

No colocar viguetas sin antes haber realizado el debido apuntalamiento según la Tabla N°9. Se izarán las viguetas tomando en cuenta el ítem 2.2.1.2.1

Las viguetas se apoyarán e ingresarán entre las vigas, según el tipo de conexión viga – vigueta. Ejemplo: para una conexión que requiere 10 cm. de apoyo y una luz de 3,00 m, la longitud será de 3,20 m.

La separación entre viguetas se fijará colocando una bovedilla entre los extremos de viguetas consecutivas.

No se aconseja cortar las viguetas porque los golpes producirán rajaduras en el concreto de la misma dejándola innecesaria.

No cortar bovedillas sobre las viguetas para no ensuciarlas.

Se pondrán tablonés para el tránsito de los operarios (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

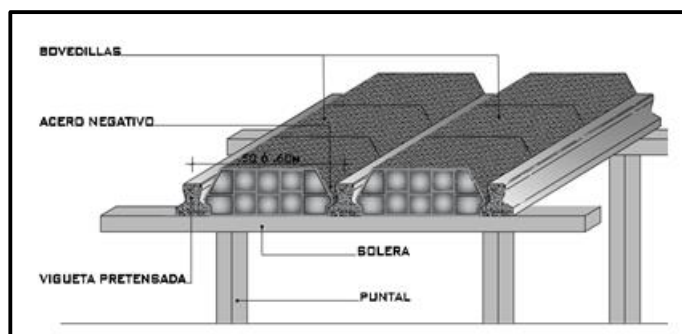


Figura 9: Detalle de colocación de bovedillas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.2.4 HABILITADO DEL ACERO NEGATIVO, MALLA DE TEMPERATURA E INSTALACIONES ELECTRICAS

Una vez colocada las bovedillas, se pasan las tuberías por los huecos y si éste no tiene huecos, pasarlos entre vigueta y la bovedilla. Fijar las cajas octogonales a las bovedillas.

A continuación, se procede a colocar los aceros negativos espaciados según plano.

Luego colocar la malla electro soldada o temperatura, la cual deberá ser amarrada a los bastones de las viguetas y a las vigas perimetrales según plano. Tener cuidado que los extremos de las varillas se anclen en las vigas.

La malla y el acero negativo deberán estar separados de la vigueta y bovedilla en 2 cm. como mínimo, para garantizar un adecuado recubrimiento.

Esta armadura sirve además para absorber los esfuerzos originados por dilataciones (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

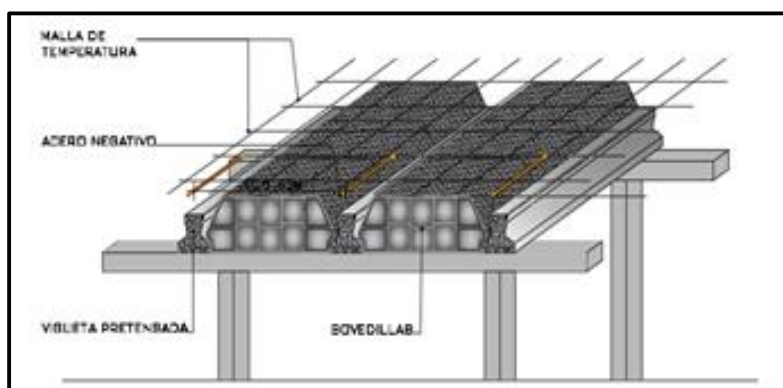


Figura 10: Detalle de colocación de aceros.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.2.5 COLOCACIÓN DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS

Cuando se requiere pasar a través de la losa tuberías de agua potable o desagüe, se recomienda que las tuberías de desagüe vayan paralelas a la dirección de las viguetas (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

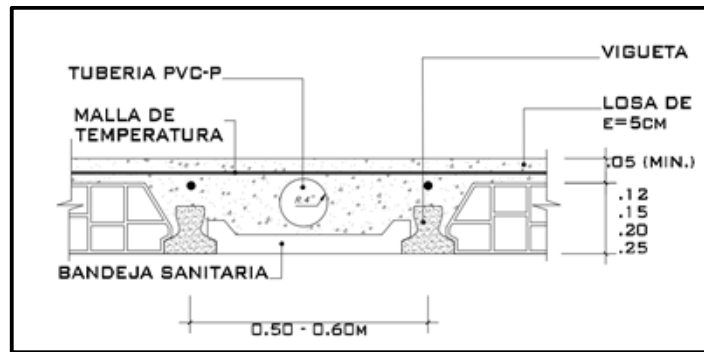


Figura 11: Detalle de colocación de instalación sanitaria.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

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 viga, ésta se podrá picar hasta 5 cm. (Máx.)

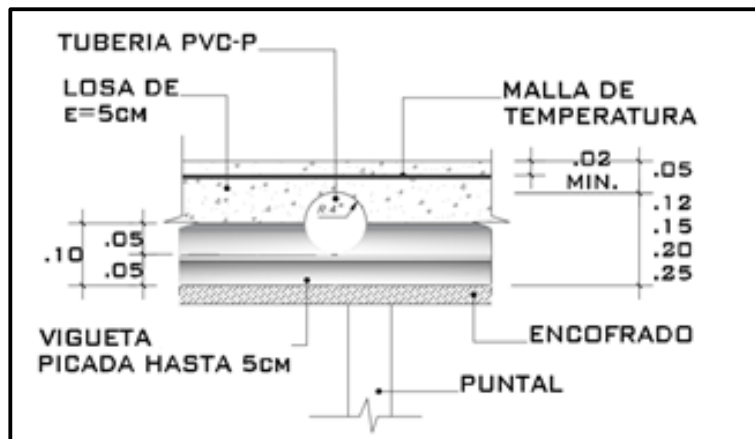


Figura 12: Detalle de viga cortada por tubería de desagüe.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Se permite picar 2 o 3 viguetas dependiendo de la longitud del paño.

Evitar picar las viguetas en la zona del tercio central de la losa (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

2.2.1.2.6 VACIADO DE LOSA DE COMPRESIÓN

Una vez colocada las bovedillas, los aceros, las tuberías; se procederá a limpiar la superficie del techo con fines de eliminar todos los rastros de tierra,

cal u otras sustancias que podrían impedir una buena adherencia de la capa de compresión.

Se deberá mojar con abundante agua la superficie de las bovedillas y viguetas para lograr una óptima adherencia.

El vaciado se realizará comenzando desde los extremos hacia la parte central y se esparcirá uniformemente hasta alcanzar el espesor deseado.

Cuando el concreto es bombeado, la manguera se deberá apuntar siempre a las viguetas y no a las bovedillas; así mismo, deberá tenerse cuidado de no concentrar el volumen vaciado en un solo punto para evitar el colapso de la vigueta o bovedilla.

La compactación del concreto se podrá realizar en forma manual o por un vibrado óptimo que no ocasione segregación de los agregados.

El concreto deber contar con un slump de 3 ½”.

El regleado se debe realizar en paralelo a las viguetas.

Las vigas y losa deben ser vaciadas al mismo tiempo para evitar juntas frías (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

2.2.1.2.7 CURADO DE LA LOSA ALIGERADA

Después de vaciado el concreto, se deberá proteger de la acción directa del sol (formación de fisuras), manteniéndola húmeda por lo menos los primeros 7 días, rociando agua en cuanto la losa pierda película superficial de agua (proceso de exudación), para lograr un buen curado.

Recuerde que, si el clima es cálido, las bovedillas y la losa secarán con mayor rapidez y las contracciones por temperatura serán en mayores (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

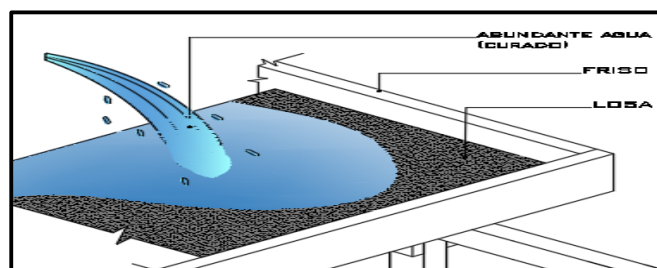


Figura 13: Detalle de curado de losa.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.2.8 DESAPUNTAMIENTO

En condiciones normales cuando habiéndose comprobado la resistencia del concreto, se procederá a desapuntalar la losa según tabla N°2.

Tabla 10: *Tiempos de desapuntalar la losa.*

Luces de paños	En Entrepiso N° días	En Azotea N° días
0.00-3.00 m	5	4
3.00-4.50 m	5 + 7(*)	4
4.50-5.50 m	7 + 7(*)	5
5.50-7.00 m	15 + 7(*)	6
7.00-8.40 m	15 + 7(*)	7

Fuente: *Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.*

(*)Recimbrado: Se desapuntala y se vuelve apuntalar con soleras a 2,50m y puntales a 2,00 m.

Esta Tabla no incluye desapuntalamiento de la viga. Considerar puntales para resistir pisos superiores.

El orden del desapuntalamiento obedece al siguiente orden:

En los paños interiores empezar de la parte central.

En los paños con voladizo, empezar de la parte exterior (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

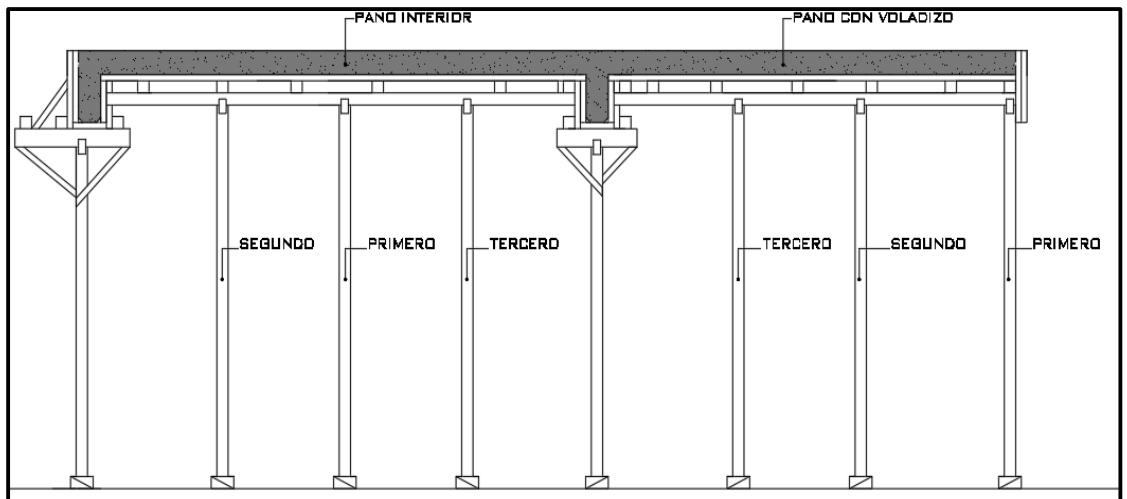


Figura 14: *Detalle de orden de desapuntalamiento en losa.*

Fuente: *Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.*

2.2.1.3 DETALLES CONSTRUCTIVOS

2.2.1.3.1 ENCUENTRO DE VIGUETA CON VIGA PERALTADA CUANDO NO EXISTE CONCENTRACION DE ACERO.

Extremos Discontinuos:

Luces menores a 5,50 m, la vigueta ingresa 10 cm.

Luces mayores a 5,50 m, la vigueta ingresa 15 cm.

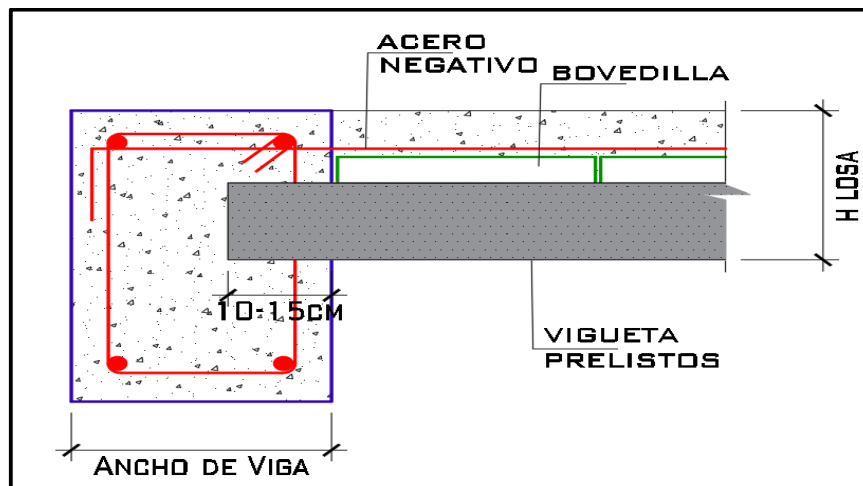


Figura 15: Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada extremo discontinuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Extremos continuos

La vigueta debe ingresar 10 cm.

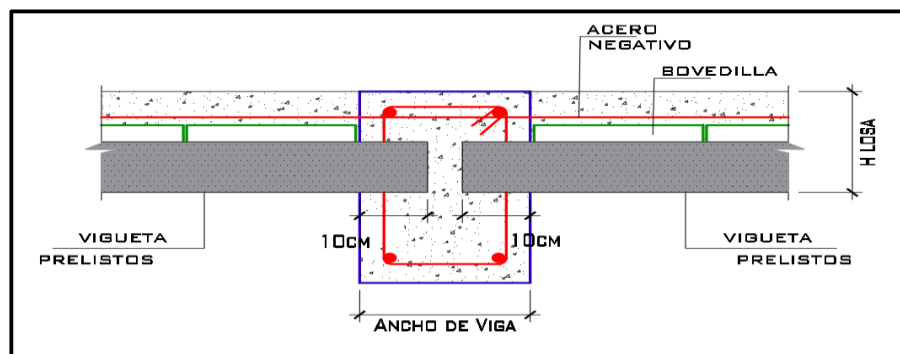


Figura 16: Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada extremo continuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.2 ENCUENTRO DE VIGUETA CON VIGA PERALTADA CUANDO EXISTE CONCENTRACION DE ACERO

Extremos discontinuos

Luces menores a 5,50 m la vigueta ingresa 10 cm.

Luces mayores a 5,50 m la vigueta ingresa 15 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

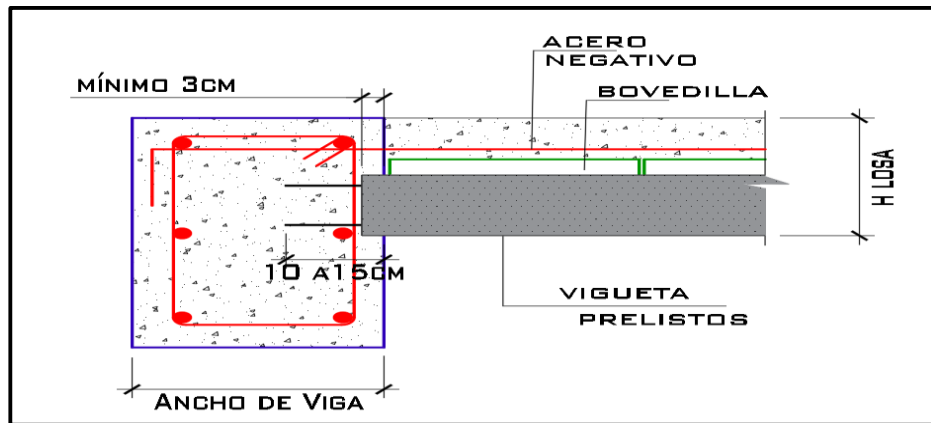


Figura 17:Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada con alambres vistos extremo discontinuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Extremos continuos

La vigueta debe ingresar 10 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

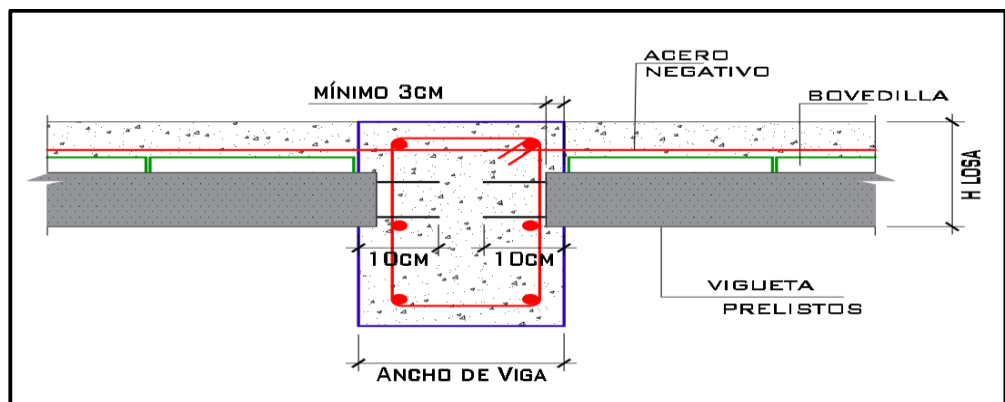


Figura 18:Detalle de ingreso de vigueta a viga peraltada con alambres vistos extremo continuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.3 ENCUENTRO DE VIGUETA CON VIGA CHATA O SOLERA

Caso 1: Con alambres vistos y longitud de viguetas menores a 4,40 m.

Extremos Discontinuos y apoyos continuos

La vigueta ingresa 10 cm. en la viga.

La vigueta debe ingresar a la viga chata por lo menos 2 cm de concreto (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

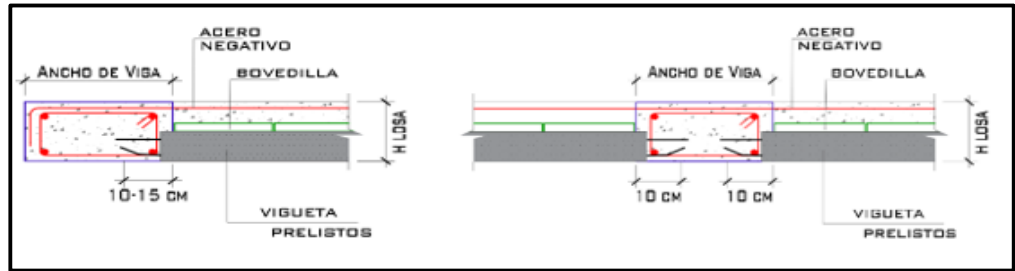


Figura 19: Detalle de ingreso de vigueta a viga chata con alambres vistos extremo discontinuo y apoyo continuo menores a 4.40 m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Caso 2: Con alambres vistos y longitud de viguetas mayores e iguales a 4,40 m.

Extremos discontinuos

La vigueta ingresa 10 a 15 cm en la viga y adicionalmente se ensancha alternadamente. Se quita 01 bovedilla y se coloca una varilla al lado de las viguetas tal como está en el corte B-B. La vigueta debe ingresar a la viga chata por lo menos 2 cm de concreto (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

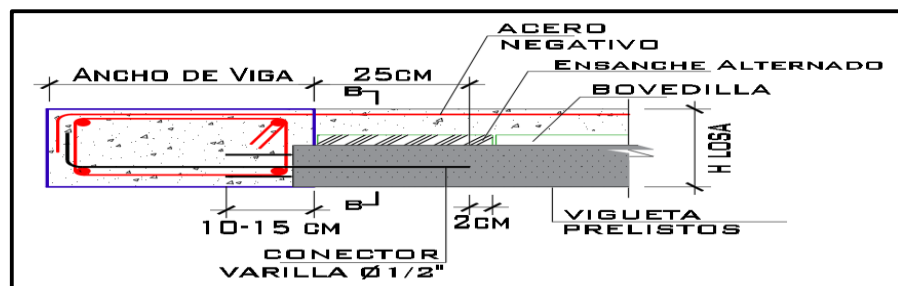


Figura 20: Detalle de ingreso de vigueta a viga chata con alambres vistos extremo discontinuo longitud mayor a 4.40m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Extremos Continuos

La vigueta ingresa 10 cm en la viga y adicionalmente se ensancha alternadamente. Se quita 01 bovedilla y se coloca una varilla al lado de las viguetas tal como está en el corte B-B. La vigueta debe ingresar a la viga chata por lo menos 2 cm de concreto (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

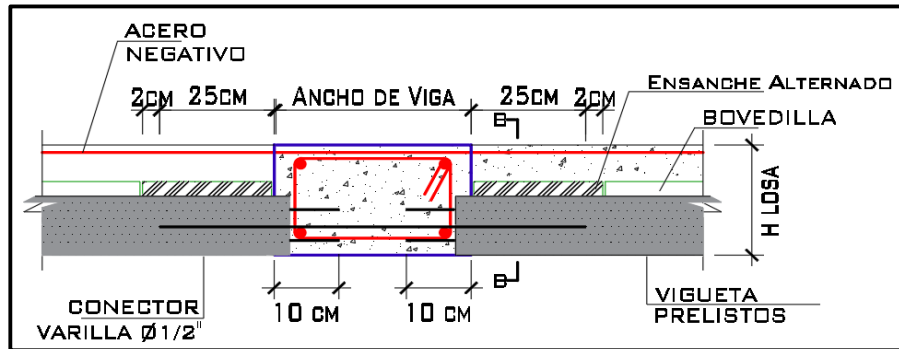


Figura 21: Detalle de ingreso de vigueta a viga chata con alambres vistos extremo continuo longitud mayor a 4.40m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.4 ENCUENTRO DE VIGUETA CON VIGA INVERTIDA

Caso 1: Con alambres vistos y longitud de viguetas menores a 4.40 m.

Extremos Continuos y discontinuos.

Para luces menores a 4,40 y apoyos discontinuos: La vigueta ingresa 10 a 15 cm. en la viga.

Para luces menores a 4,40 y apoyos continuos: La vigueta ingresa 10 cm. en la viga (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

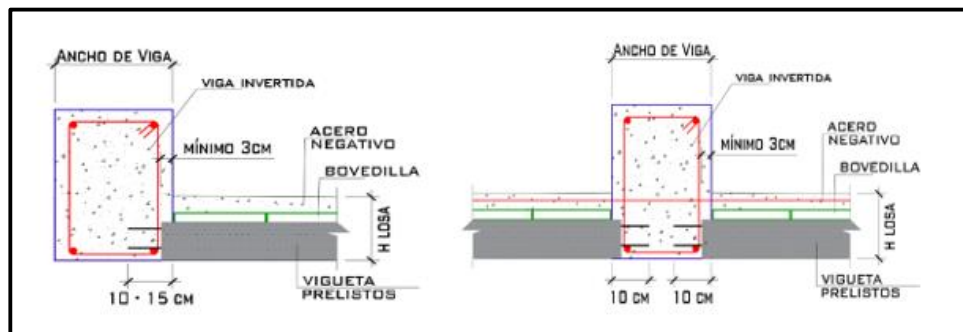


Figura 22: Detalle de ingreso de vigueta a viga invertida con alambres vistos extremo discontinuo y continuo menores a 4.40 m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Caso 2: Con alambres vistos y longitud de viguetas mayores a 4.40 m.

Para luces mayores a 4,40 se coloca conector + ensanche alternado. Ver corte B-B (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

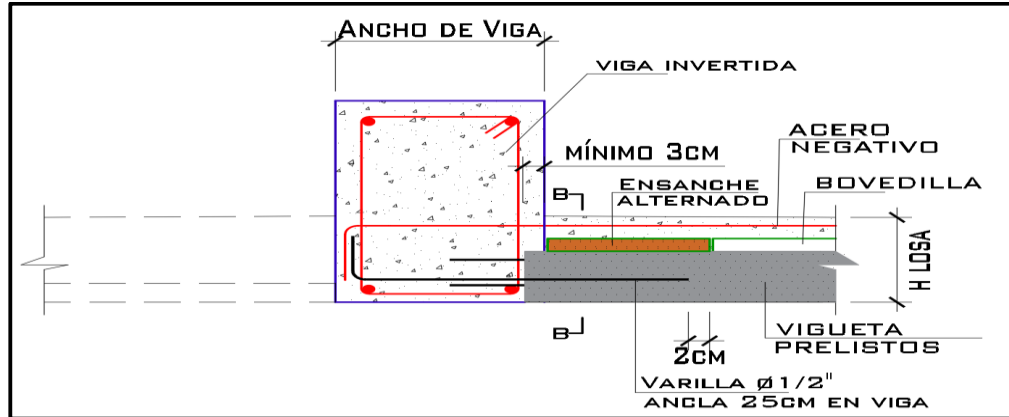


Figura 23: Detalle de ingreso de viga a viga invertida con alambres vistos mayores a 4.40 m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.13.5 ENCUENTRO DE VIGUETA CON PLACA

Caso 1: Sin alambres visto.

Extremos discontinuos.

Luces menores a 5,50 m, la vigueta ingresa 10 cm.

Luces mayores a 5,50 m, la vigueta ingresa 15 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

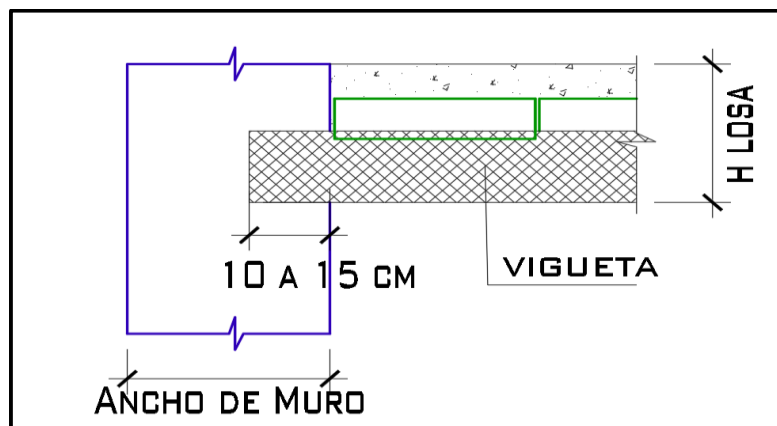


Figura 24: Detalle de ingreso de viga a placa extremo discontinuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Apoyos continuos

La vigueta debe ingresar 10 cm.

Distanciamiento entre viguetas ≥ 3 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

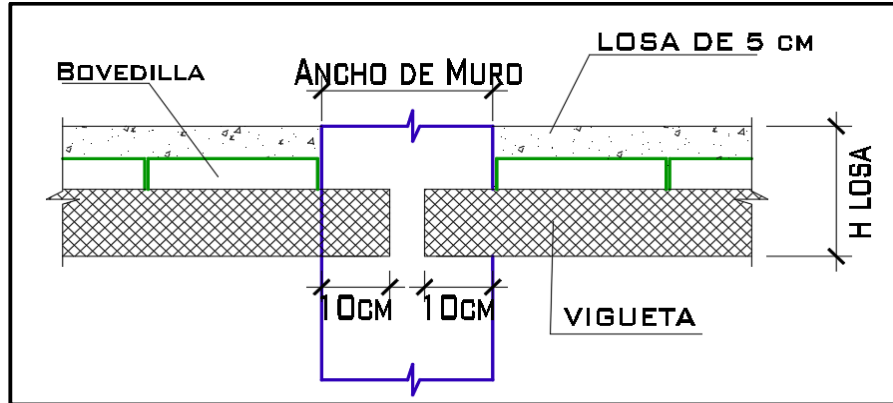


Figura 25: Detalle de ingreso de vigueta a placa apoyo continuo

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Caso 2: Con alambres visto

Extremos discontinuos

En extremos de las vigas (Luces $< 5,50$ m) cuando hay concentración de acero, se recomienda que la vigueta ingrese con cables vistos 10 cm como mínimo.

Luces Mayores a 5,50 m la vigueta ingresa = 15 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

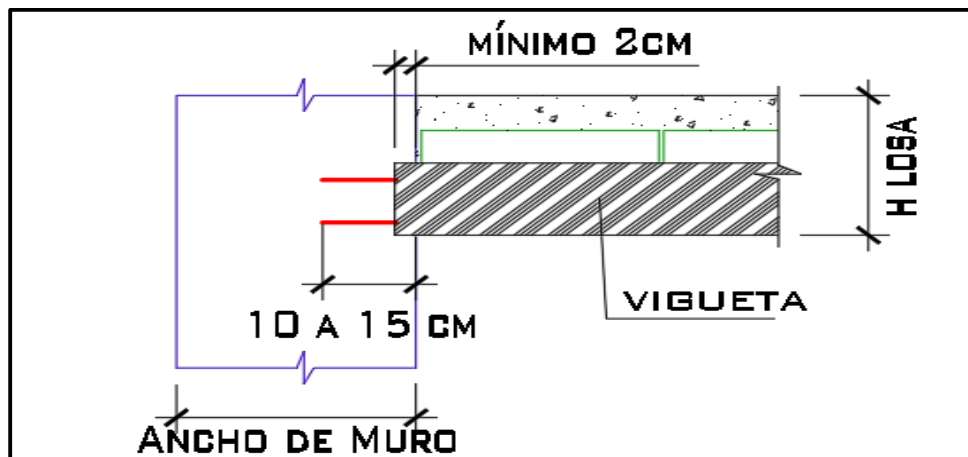


Figura 26: Detalle de ingreso de vigueta a placa con alambres vistos extremo discontinuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Apoyos continuos

La vigueta debe ingresar 10 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

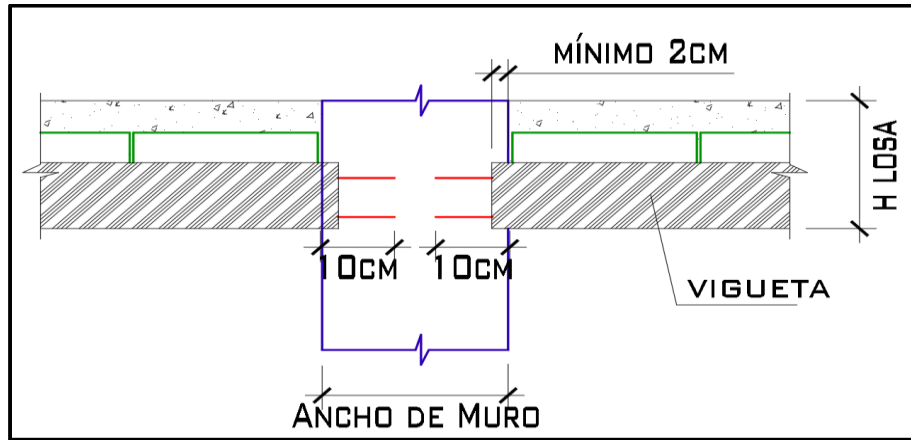


Figura 27: Detalle de ingreso de vigueta a placa con alambres vistos apoyo continuo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.6 ENCUENTRO VIGUETA CON MURO PANTALLA

Caso 1:

Realizar una cajuela de la altura de la losa aligerada, una profundidad de 10 a 15 cm y el ancho de la vigueta. Para luces menores a 6m colocar ensanche de 10cm y para luces mayores e iguales a 6m colocar ensanche de 25 cm.

Colocar epóxico antes de la colocación de la vigueta (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

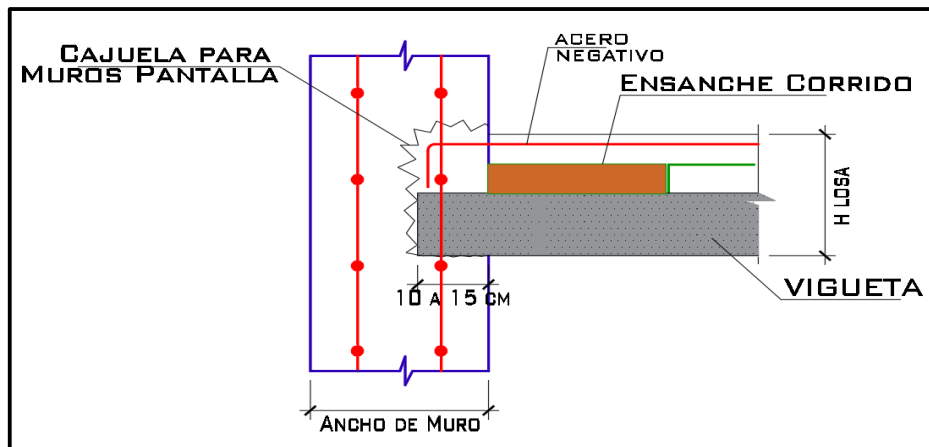


Figura 28: Detalle de ingreso de vigueta a muro pantalla.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Caso 2:

Realizar una cajuela de la altura de la losa aligerada, una profundidad donde la vigueta no llega a ingresar hasta la primera malla de acero solo conector más ensanche.

Colocar epóxico antes de la colocación de la vigueta (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

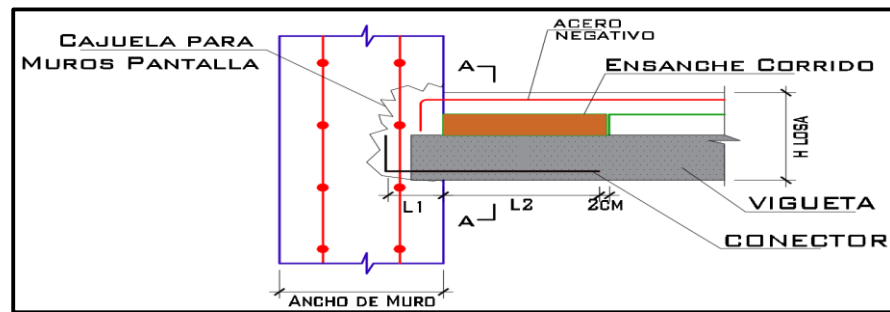


Figura 29: Detalle de ingreso de vigueta a muro con refuerzo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.7 ENCUENTRO VIGUETA CON MURO MDL

Caso 1:

En placas de 10 cm, la conexión es de 3cm hasta luces de 4,5m. 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. Distanciamiento entre viguetas ≥ 4 cm (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

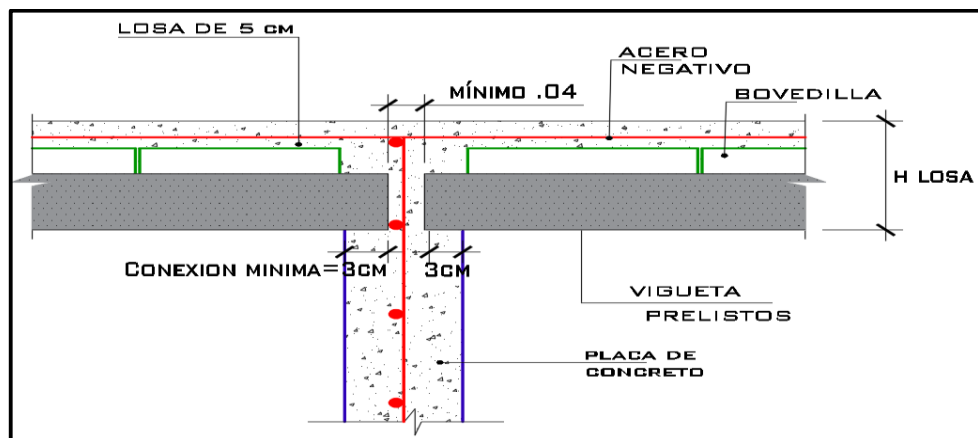


Figura 30: Detalle de ingreso de vigueta a muro MDL.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Caso 2:

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 (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

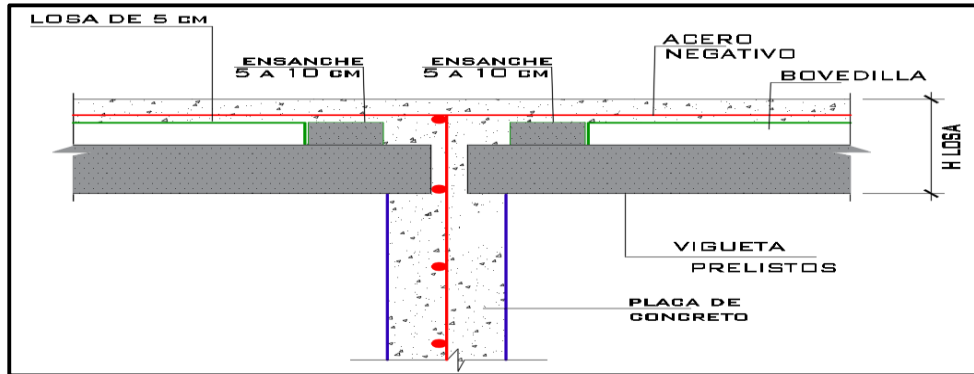


Figura 31: Detalle de ingreso de vigueta a muro MDL cuando el vaciado es irregular.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.8 APUNTALAMIENTO DEL TECHO

Es muy importante tener una superficie plana y rígida que impida que el puntal descienda (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

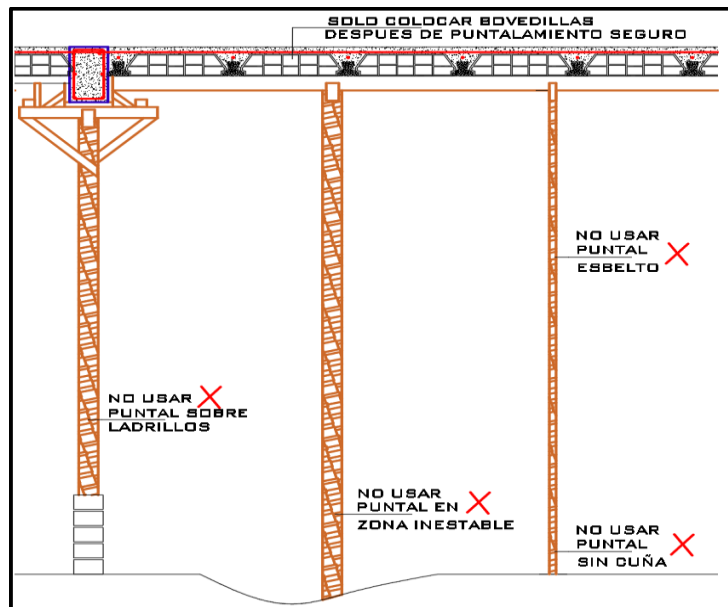


Figura 32: Detalle de apuntalamiento del techo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.9 APUNTALAMIENTO EN VIGAS PERALTADAS PERPENDICULARES A LAS VIGUETAS

Cuando el elemento 1 es un panel (4"), la vigueta puede apoyarse sin necesidad de un puntal, sin embargo, se recomienda reforzar mejor el apuntalamiento del elemento 2 ya que recibe el peso del techo. Es muy importante tener una superficie plana y rígida que impida que el puntal descienda (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

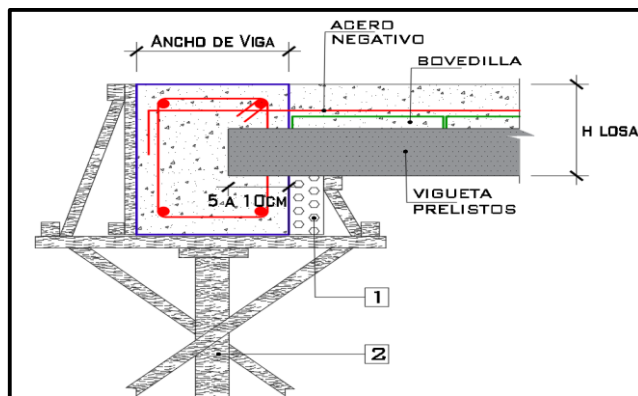


Figura 33: Detalle de apuntalamiento en viga peraltada cuando el elemento 1 es de 4".

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Se recomienda apuntalar en los extremos próximos a las vigas (elemento2) cuando el elemento 1 es una tabla de 1"(mín) (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

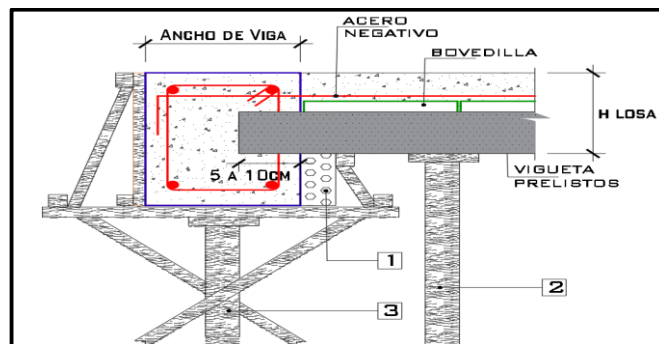


Figura 34: Detalle de apuntalamiento en viga peraltada cuando el elemento 1 es de 1".

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.10 ENTABLADO DE BOVEDILLAS CON VIGAS CHATAS

Soportar las bovedillas con tablas y puntales y asegurarlas con clavos, con dados de concreto o con un acero corrido amarrado al encofrado (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

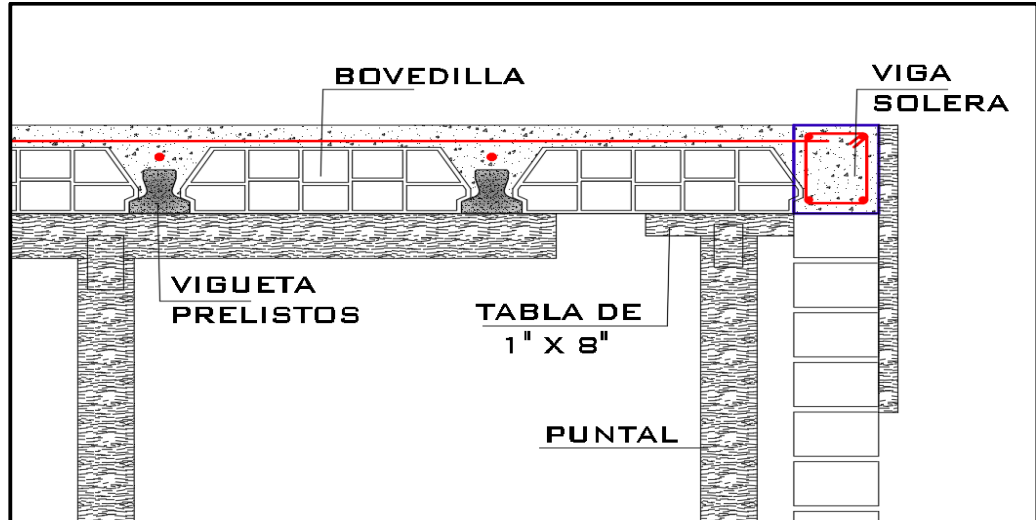


Figura 35: Detalle de entablado de bovedillas con vigas chatas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.11 ENTABLADO DE BOVEDILLAS CON VIGAS PERALTADAS

Soportar las bovedillas con tablas y puntales y asegurarlas con clavos, con dados de concreto o con un acero corrido amarrado al encofrado (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

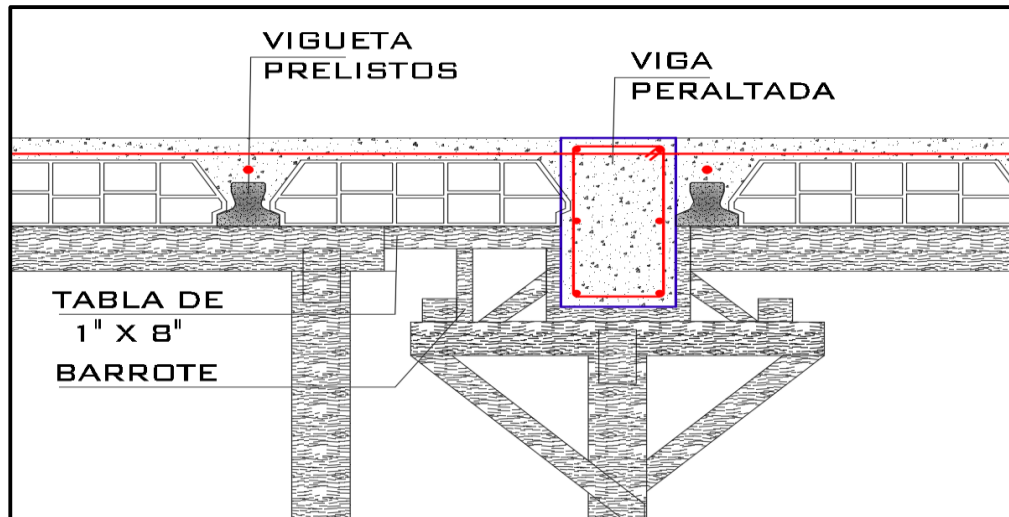


Figura 36: Detalle de entablado de bovedillas con vigas peraltadas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.12 APUNTALAMIENTO DE VIGAS CHATAS PARALELAS A LAS VIGUETAS

Se coloca tablas de 1" sobre las soleras para nivelar las viguetas con las vigas (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

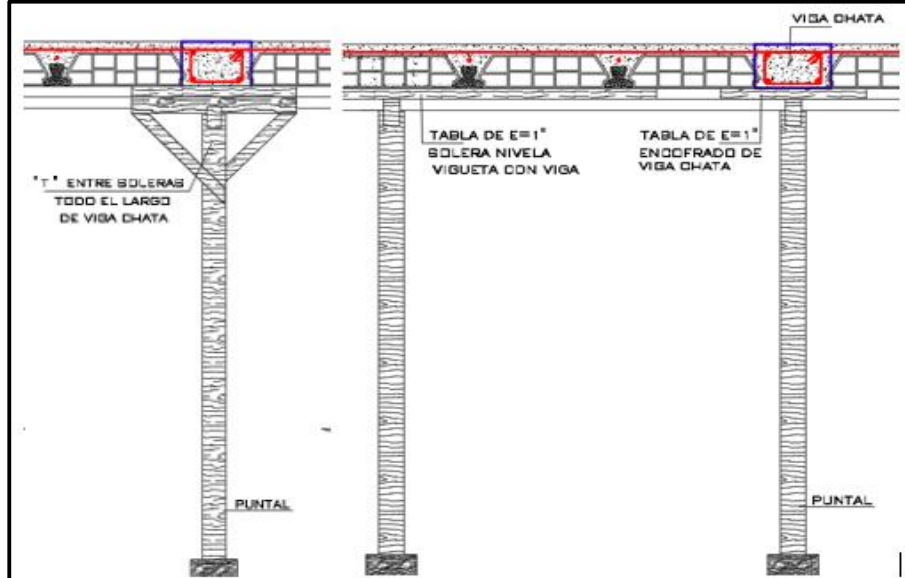


Figura 37: Detalle de apuntamiento de vigas chatas paralelas a las viguetas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.13 ACERO DE TEMPERATURA

Para luces menor a 5,00m y entrepisos, el acero de temperatura es de 1/4" a 25 cm en la dirección perpendicular a las viguetas (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

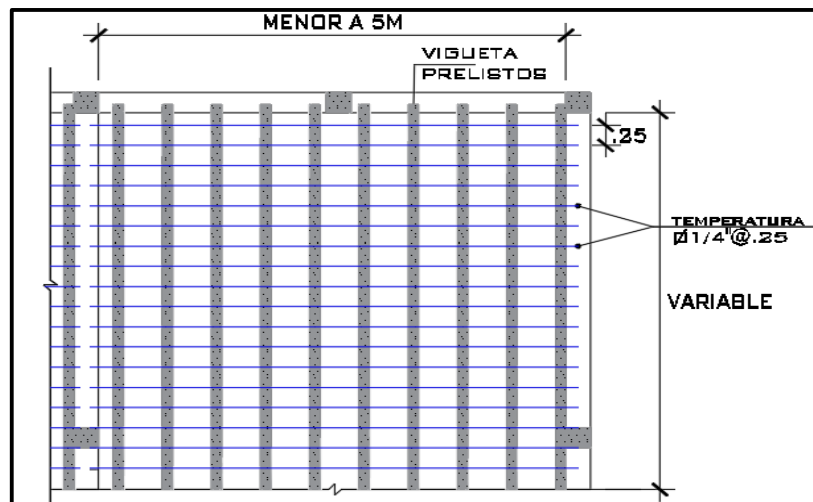


Figura 38: Detalle de malla de temperatura para luces menores a 5m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Para luces mayores e iguales a 5,00 m. y azoteas, el acero de temperatura va en 2 sentidos: ¼" a 25 cm en la dirección perpendicular a las viguetas y ¼" a 30 cm en la dirección paralela a las viguetas (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

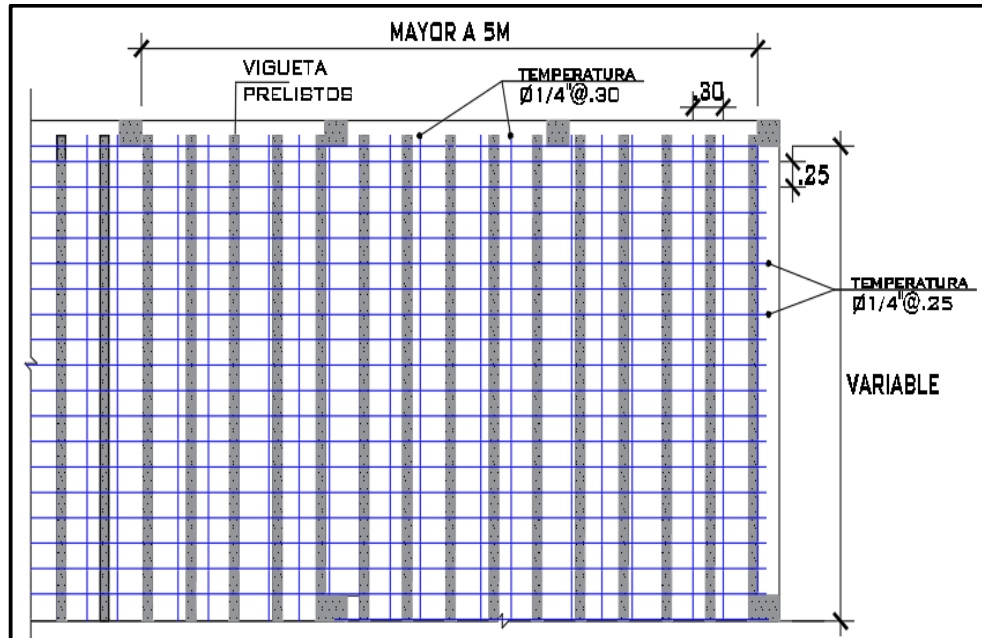


Figura 39: Detalle de malla de temperatura para luces mayores e iguales a 5 m.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.14 CARGA DE TABIQUES

Tabiques Paralelos a viguetas.

Colocar doble acero negativo.

Colocar doble vigueta cuando la tabiquería es mayor o igual a 3 metros (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

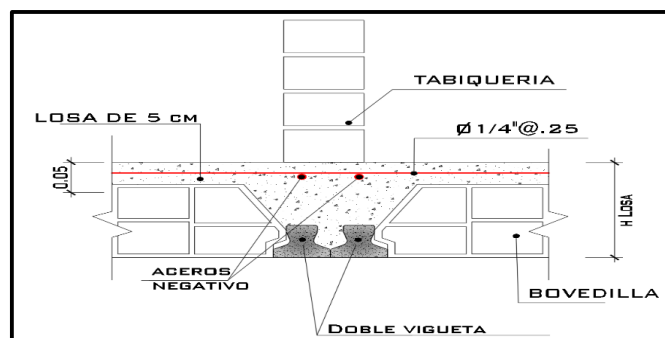


Figura 40: Detalle de tabiques paralelos a viguetas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

Tabiques Transversales a viguetas.

Considerar una sobrecarga equivalente de 150 Kg/m² (luces menores a 5,00m). En caso de ser luces mayores e iguales a 5,00 m, necesariamente se deberá consultar con el ingeniero proyectista. Se dejan dowells para lo cual se coloca una bandeja sanitaria y se maciza luego dicha zona con concreto (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

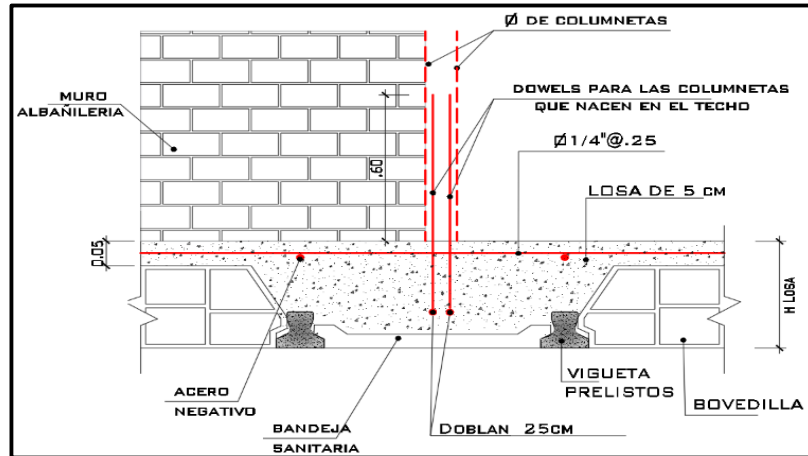


Figura 41: Detalle de tabiques transversales a viguetas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.15 VIGA COSTURA

Este es el detalle típico de la viga costura.

Se recomienda viga costura para luces mayores a 5,50 m (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

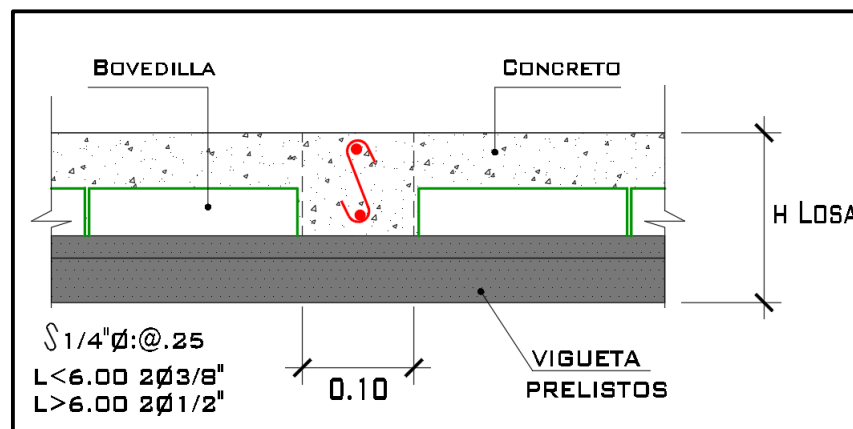


Figura 42: Detalle de viga costura.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.16 BORDE DE LOSA

Los bordes deben estar confinados con vigas para evitar posibles fisuramientos (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

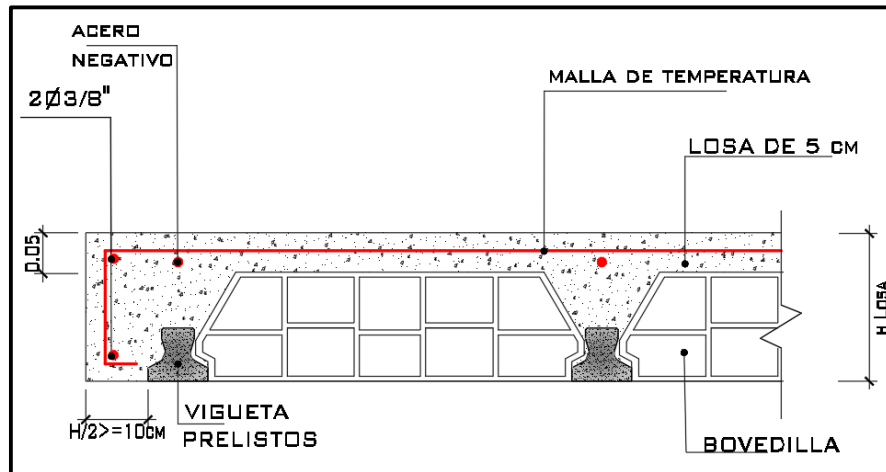


Figura 43: Detalle de borde de losa.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.17 VOLADIZOS

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 (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

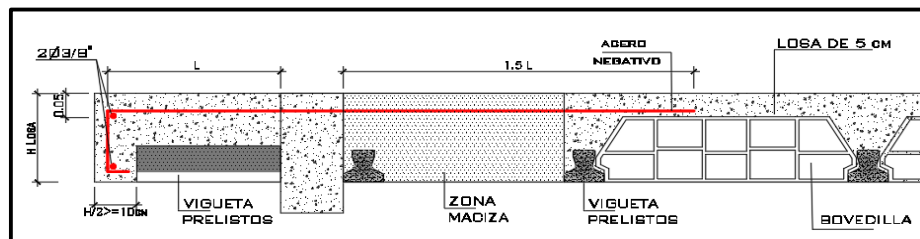


Figura 44: Detalle de voladizo.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.1.3.18 CONTINUIDAD DE VIGUETAS

Para que las viguetas se consideren continuas, los anclajes se realizarán considerando: $Y \leq X$ (Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon).

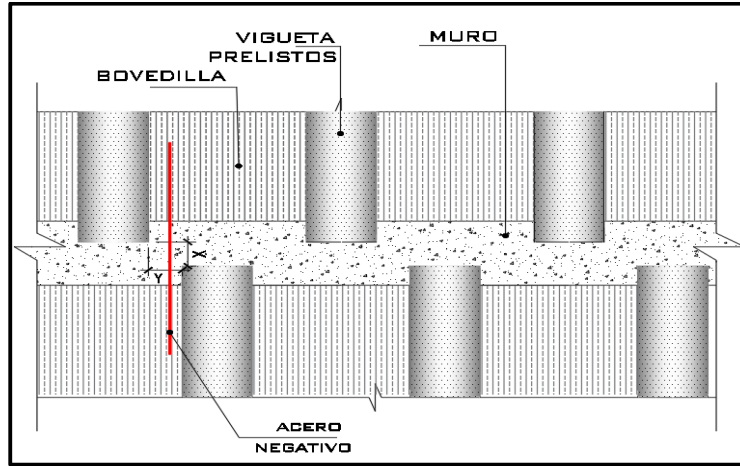


Figura 45: Detalle de continuidad de viguetas.

Fuente: Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos 2018-Mixercon.

2.2.2 SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL

2.2.2.1 DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA CONVENCIONAL

El sistema de losa convencional está conformado por los siguientes elementos:

- Viguetas (acero positivo y negativo).
- Ladrillo para techo de arcilla
- Malla de temperatura
- Losa de compresión

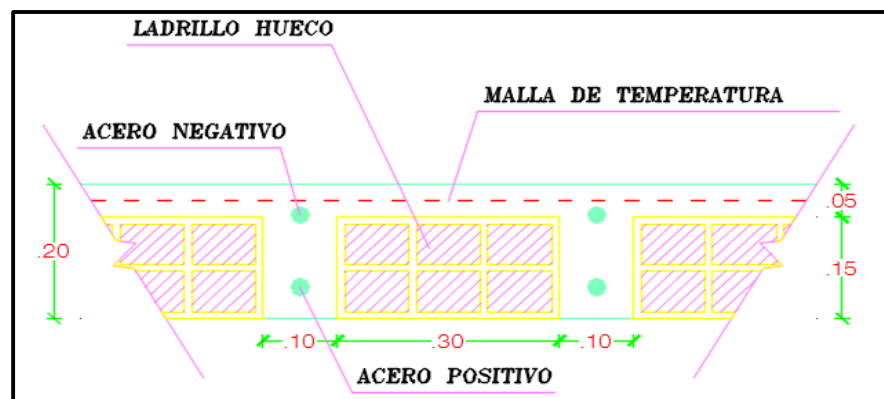


Figura 46: Detalle del sistema de losa aligerada convencional.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.2.1.1 VIGUETAS CONVENCIONALES

Las viguetas convencionales son de concreto armado en una sola dirección espaciadas a 40 cm al eje y están conformadas por dos aceros que son los siguientes:

- **Acero positivo:** Conformado por varillas corrugadas colocadas a lo largo de las viguetas. Su diámetro, la cantidad que se colocará y otros detalles están indicados claramente en los planos de aligerados. Su función es tomar los esfuerzos de tracción (estiramientos) en el centro de la losa, dado que el concreto solo no podría resistirlos (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).
- **Acero negativo:** Son de dos formas:

- Bastón: Son piezas en forma de "L" elaboradas con varillas corrugadas colocadas en los extremos de las viguetas. Como en el caso anterior, su diámetro y otros detalles están indicados en los planos de aligerados.

Su función es tomar los esfuerzos de tracción ubicados en los extremos de cada vigueta (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

- Balancín: Son piezas largas (sin dobleces) elaboradas con varillas corrugadas que se colocan en la parte central de la vigueta. Su diámetro, cantidad y otros detalles están indicados también en los planos de aligerados.

Su función es tomar los esfuerzos de tracción que se encuentran en la zona donde se colocan (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

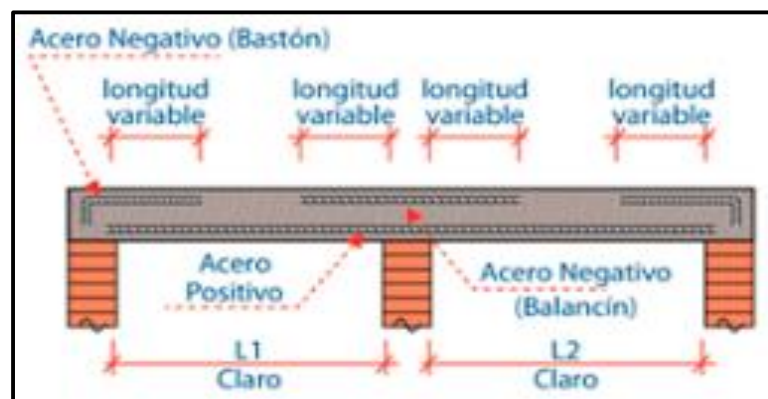


Figura 47: Detalle de acero negativo(bastones y balancines) y positivo.

Fuente: Aceros Arequipa, Boletín Construyendo.

2.2.2.1.2 LADRILLO PARA TECHO

Los ladrillos para techo generalmente miden 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los techos y que pueden ser de 12 cm, 15 cm, 20 cm y 25 cm.

En la mayoría de casos el espesor de la losa aligerada indicada en los planos, el alto de los ladrillos es 5 cm menor que el espesor del techo propuesto. Por ejemplo, si se trata de aligerado de 25 cm, el alto de los ladrillos será de 20 cm. Cumple con la norma técnica peruana ITINTEC 331.017 en cuando a

materia prima y con la norma ITINTEC 331.040 para techos y entrepisos aligerados (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).



Figura 48: Detalle de ladrillo para techo de arcilla.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Medidas, peso y volumen del material.

ALTURA DE LOSA	MEDIDAS (CM)			PESO MAXIMO (KG)	VOLUMEN (M3)
	ALTURA	ANCHO	LARGO		
17	12	30	30	6.5	0.0108
20	15	30	30	7.8	0.0135
25	20	30	30	10	0.0180
30	25	30	30	12.25	0.0225

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Cantidad de materiales por m2.

ALTURA DE LOSA	CANTIDAD POR M2 (UND)
17	8.33
20	8.33
25	8.33
30	8.33

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.1.3 MALLA DE TEMPERATURA

Son piezas elaboradas con varillas corrugadas de menor diámetro que los refuerzos positivos y negativos (4,7 mm., 6 mm.). Se colocan en la losa del techo en dirección perpendicular a la vigueta. Tanto su diámetro como el espaciamiento entre ellas están indicados en los planos de aligerados.

Su función es resistir los esfuerzos por contracción y temperatura presentes en el techo (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

2.2.2.1.4 LOSA DE COMPRESIÓN DE CONCRETO

Es la parte superior de todo el sistema. Está formada por concreto vaciado insitu y reforzado con malla electrosoldada (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

Tabla 13: *Consumo de concreto.*

ALTURA DE LOSA	LOSA CONVENCIONAL (M3/M2)
17	0.0800
20	0.0880
25	0.1000
30	0.1130

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: *Pesos de losa.*

Los	LOSA CONVENCIONAL
	ARCILLA A 40 cm (Kg/m2)
17	270
20	300
25	350
30	400

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

2.2.2.2.1 ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA

Los encofrados de las losas aligeradas están constituidos por:

- Tablones de 1 ½” de espesor por 8” de ancho mínimo.

- Soleras de 2" x 4" de sección.
- Pies derechos (o puntales) de 2" x 3" de sección.
- Frisos de 1 ½" de sección, en alturas variables, según el espesor del techo aligerado.

Para armar el encofrado será necesario contar con **soleras** corridas soportadas por **pies** derechos espaciados como máximo a cada 90 cm.

Luego, se procederá a colocar los tablones sobre las soleras (en sentido contrario a éstas). Estos tablones servirán para apoyar los ladrillos y para ser fondo de encofrado de las viguetas, por tal motivo el espacio entre los ejes de tablón a tablón será de 40 cm.

Para delimitar el vaciado del techo, se colocarán frisos en los bordes de la losa, con una altura igual a su espesor.

Finalmente, por seguridad, se colocarán refuerzos laterales en los puntales o pies derechos que soportan el encofrado. Se recomienda que éstos vayan extendidos horizontalmente y amarren todos los puntales en la parte central de los mismos (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

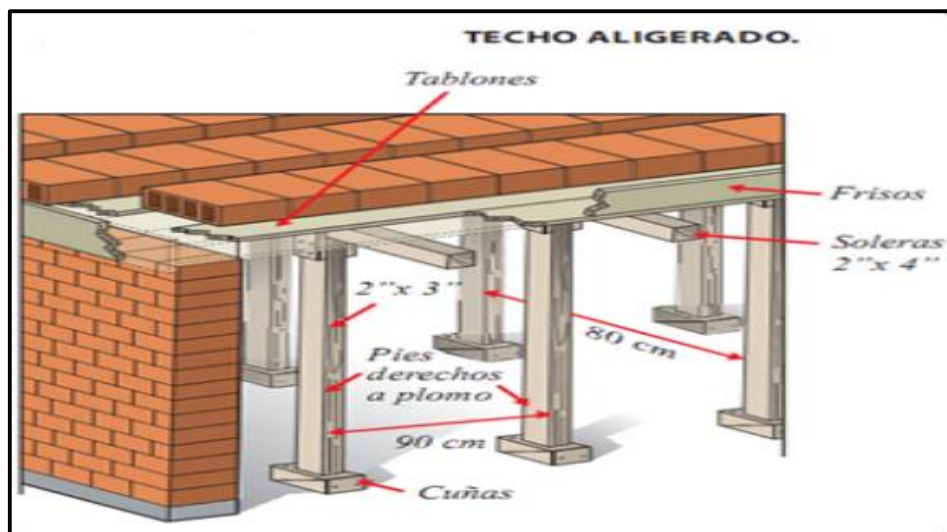


Figura 49: Detalle del encofrado de losa aligerada.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

Consideraciones.

- Al igual que en las vigas, para regular la altura de los pies derechos al contacto con el suelo, no deben usarse piedras ni cartón o cualquier otro material débil, pues pueden fallar con

el peso al que serán sometidos (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

- Los pies derechos deben estar en posición vertical y no inclinados para que puedan funcionar adecuadamente en el apuntalamiento del techo (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).
- Una vez armado el encofrado, debe verificarse que esté perfectamente horizontal. De lo contrario, después se tendrá que corregir por un lado con el tarrajeo del cielo raso, y por otro, con el contrapiso del nivel superior y ocasionará gastos innecesarios (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

2.2.2.2.2 COLOCACION DE LOS LADRILLOS DE TECHO

Una vez que el entablado del techo se ha terminado, y que el fierro de las vigas ya esté ubicado, se procederá a la colocación de los ladrillos y luego a la del fierro en las viguetas y la losa de techo.

Cuando se coloquen los ladrillos de techo, éstos deberán estar alineados uno detrás de otro, sin que queden espacios vacíos entre ellos para evitar que se filtre el concreto durante el vaciado. Se deberá verificar que estos ladrillos no estén rajados ni partidos (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).



Figura 50: Detalle de colocación de los ladrillos de techo.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

2.2.2.2.3 INSTALACIONES SANITARIAS Y ELÉCTRICAS

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

Si en algunas zonas hubiese una concentración de estas tuberías de desagüe, sería recomendable convertir esta área de losa aligerada en losa maciza, es decir, retirar los ladrillos y vaciar toda el área en concreto con su respectivo refuerzo de fierro.

Igualmente, a veces existen muchos cruces de tuberías de agua o luz dentro de la losa de concreto que va sobre los ladrillos. Como esta losa tiene solo 5 cm de espesor, estas tuberías pueden quedar expuestas o con muy poco recubrimiento. En estos casos, es necesario amarrarlas con alambre N°16 y tratar de pegarlas contra los ladrillos lo más que se pueda (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

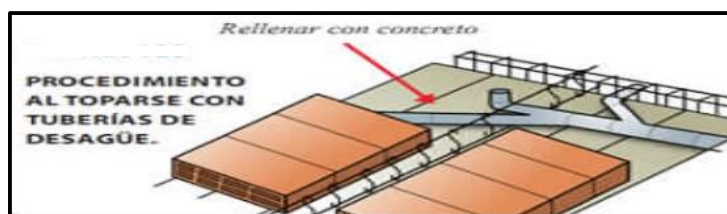


Figura 51: Detalle de instalaciones sanitarias y eléctricas.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

2.2.2.2.4 COLOCACIÓN DEL FIERRO EN VIGUETAS Y LOSA

El fierro de viguetas se coloca entre las filas de ladrillo de techo y se enganchan en el fierro de las vigas de confinamiento que van sobre los muros de ladrillo. El fierro de la losa, llamado también fierro de temperatura, se coloca sobre los ladrillos y en sentido perpendicular a las viguetas, apoyados sobre dados de concreto de 2 cm. de espesor, que se colocan encima de los ladrillos de techo. El fierro de temperatura tiene como función evitar el agrietamiento de la losa. Generalmente, se utiliza varillas de 6 mm ó 4,7 mm.

Estas varillas se amarran a los bastones de las viguetas y a las vigas de amarre cada 25 cm de distancia (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

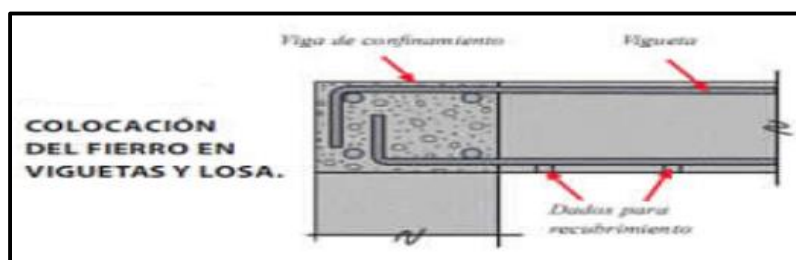


Figura 52: Detalle de colocación de fierros en viguetas y losa.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

2.2.2.2.5 ENCOFRADO DE FRISOS

Posteriormente, cuando el techo aligerado está encofrado y las vigas y viguetas armadas, se procede a colocar los frisos en todo el contorno del techo aligerado.

Los frisos deben ser de madera de 1 1/2" de espesor y la altura de éstos se define de acuerdo al tipo de ladrillo que se utiliza. Se considerará 5 cm más que la altura del ladrillo utilizado, de esta manera el vaciado de losa llegará a este nivel como límite. Esto quiere decir que, si utilizamos ladrillos de 20 cm de altura, la altura de los frisos será de 25 cm y los listones de refuerzo se colocarán a cada 90 cm (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

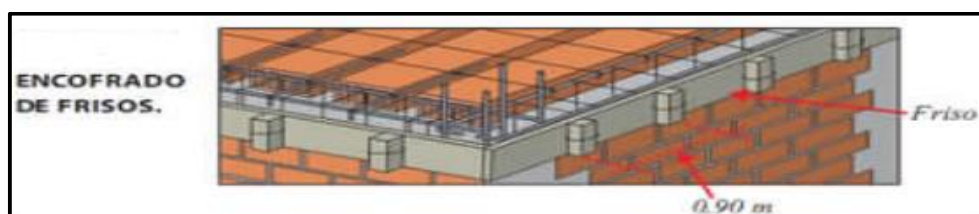


Figura 53: Detalle de encofrado de frisos.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

Consideraciones

- Deberá verificarse que el acero inferior de las viguetas esté 2 cm por encima del encofrado, así se garantiza que el acero inferior tenga el adecuado recubrimiento de concreto (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

- Durante todos estos trabajos, hay que tener mucho cuidado al pararse sobre los ladrillos de techo, ya que estos son muy frágiles. Por esta razón es recomendable poner tablonces para poder pisar sobre ellos y evitar posibles accidentes (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

2.2.2.2.6 VACIADO DE CONCRETO EN TECHO

Durante el vaciado se debe llenar primero las vigas y viguetas, y luego la losa superior hasta cubrir una altura de 5 cm. Para una buena compactación del concreto, se debe usar un vibrador mecánico o chucear la mezcla con una barra de construcción. Hay que tener cuidado de no vibrar en exceso, porque de lo contrario, los componentes del concreto se pueden separar.

Es importante tener en cuenta que el proceso de vaciado es continuo. Eso quiere decir, que no se debe postergar el trabajo cuando ya se inició. La única posibilidad de parar para descansar (y aprovechar el refrigerio) es después de vaciar el concreto en todas las vigas y viguetas, tiempo en el cual se dejará asentar la mezcla. Luego de los minutos de descanso, se procederá a vaciar la losa de concreto con el espesor antes indicado.

Finalmente, la losa de techo debe quedar lo más nivelada posible. Esta operación se hace pasando una regla de madera o de aluminio sobre la superficie.

El acabado de la losa debe ser rugoso, para permitir la adherencia al contrapiso (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

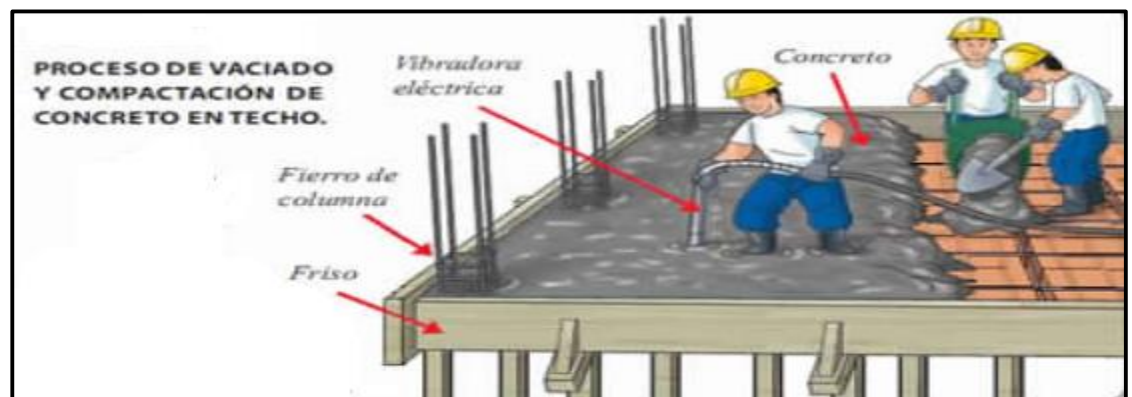


Figura 54: Detalle de vaciado de concreto en techo.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

2.2.2.2.7 CURADO

Debido a la gran superficie expuesta al aire, una losa de concreto es muy susceptible a fisurarse, debido a la contracción por temperatura en estado todavía fresco.

La mejor manera de evitar este problema, es mediante el mojado con agua. Éste se debe iniciar unas horas después del vaciado y debe prolongarse los 7 días posteriores. Esto evitará las rajaduras y hará que el concreto alcance su resistencia definitiva.

Para evitar que el agua se escurra por los bordes de la superficie, se recomienda colocar arena fina en estos bordes, a manera de una barrera. A este procedimiento se le conoce con el nombre de curado con arroceras (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

Consideraciones

- Los frisos del techo aligerado podrán ser retirados al cabo de 24 horas del vaciado del concreto (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).
- Después de 7 días de haberse realizado el vaciado, se procederá al desencofrado de las vigas. Las losas aligeradas se podrán desencofrar antes, pero previendo de dejar puntales cada cierto tramo (Aceros Arequipa, Boletín Construyendo).

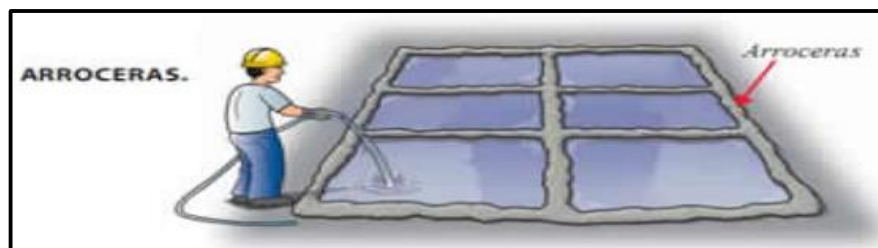


Figura 55: Detalle de curado en losa.

Fuente: Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor.

2.2.3 ANALISIS COMPARATIVO DE AMBOS SISTEMAS

2.2.3.1 ANALISIS TECNICO

2.2.3.1.1 PESOS DE LOSA ALIGERADA

Se considera los pesos de cada elemento según su unidad de medida (viguetas y bovedillas), la cantidad de elementos que ingresan por m² en la losa y el peso del concreto considerando el consumo de concreto por m³/m² como se muestra en la siguiente imagen.

Tabla 15: *Peso por m² de viguetas.*

VIGUETA					
ALTURA DE LOSA(CM)	EJE	MATERIAL	PESO POR ML	CANTIDAD POR M2	PESO POR M2
20	50	ARCILLA	17.1	2	34
25	50	ARCILLA	17.1	2	34
30	50	ARCILLA	17.1	2	34
17	50	POLIESTIRENO	17.1	2	34
20	50	POLIESTIRENO	17.1	2	34
25	50	POLIESTIRENO	17.1	2	34
30	50	POLIESTIRENO	17.1	2	34
17	50	BANDEJA +BLOQUE	17.1	2	34
20	50	BANDEJA +BLOQUE	17.1	2	34
25	50	BANDEJA +BLOQUE	17.1	2	34
30	50	BANDEJA +BLOQUE	17.1	2	34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: *Peso por m2 de bovedilla o bandeja.*

			BOVEDILLA O BANDEJA		
ALTURA DE LOSA(CM)	EJE	MATERIAL	PESO POR UND.	CANTIDAD POR M2	PESO POR M2
20	50	ARCILLA	9.5	8	76
25	50	ARCILLA	12.5	8	100
30	50	ARCILLA	15.6	8	125
99	50	POLIESTIRENO	0.7	2	1
99	50	POLIESTIRENO	0.87	2	2
25	50	POLIESTIRENO	1.15	2	2
30	50	POLIESTIRENO	1.41	2	3
17	50	BANDEJA +BLOQUE	9.85	10	99
20	50	BANDEJA +BLOQUE	9.85	10	99
25	50	BANDEJA +BLOQUE	9.85	10	99
30	50	BANDEJA +BLOQUE	9.85	10	99

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: *Peso por m2 de bloque poliestireno.*

			BLOQUE POLIESTIRENO		
ALTURA DE LOSA(CM)	EJE	MATERIAL	PESO POR UND.	CANTIDAD POR M2	PESO POR M2
20	50	ARCILLA			
25	50	ARCILLA			
30	50	ARCILLA			
17	50	POLIESTIRENO			
20	50	POLIESTIRENO			
25	50	POLIESTIRENO			
30	50	POLIESTIRENO			
17	50	BANDEJA +BLOQUE	0.178	2	0
20	50	BANDEJA +BLOQUE	0.291	2	1
25	50	BANDEJA +BLOQUE	0.479	2	1
30	50	BANDEJA +BLOQUE	0.667	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: *Peso del concreto por m2.*

CONCRETO				
ALTURA DE LOSA(CM)	EJE	MATERIAL	CONSUMO POR M3/M2	PESO POR M2
20	50	ARCILLA	0.0693	167
25	50	ARCILLA	0.0837	201
30	50	ARCILLA	0.0965	232
17	50	POLIESTIRENO	0.062	149
20	50	POLIESTIRENO	0.07	168
25	50	POLIESTIRENO	0.083	200
30	50	POLIESTIRENO	0.097	233
17	50	BANDEJA +BLOQUE	0.0606	143
20	50	BANDEJA +BLOQUE	0.0682	161
25	50	BANDEJA +BLOQUE	0.0804	189
30	50	BANDEJA +BLOQUE	0.0928	219

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: *Peso por m2 de losa aligerada.*

LOSA ALIGERADA			
ALTURA DE LOSA(CM)	EJE	MATERIAL	PESO POR M2
20	50	ARCILLA	277
25	50	ARCILLA	335
30	50	ARCILLA	391
17	50	POLIESTIRENO	185
20	50	POLIESTIRENO	204
25	50	POLIESTIRENO	237
30	50	POLIESTIRENO	270
17	50	BANDEJA +COMPLEMENTO	276
20	50	BANDEJA +COMPLEMENTO	294
25	50	BANDEJA +COMPLEMENTO	323
30	50	BANDEJA +COMPLEMENTO	353

Fuente: Elaboración propia.

La columna de color amarilla indica el peso de la losa aligerada con viguetas pretensadas.

Haciendo la comparación del peso de losas entre los dos sistemas podemos observar que es menor el peso de losa con viguetas pretensadas que el peso de losa convencional.

Tabla 20: *Comparativo entre pesos de losa convencional y con viguetas pretensadas.*

ALTURA LOSA (CM)	LOSA CONVENCIONAL	SISTEMA DE LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS PRELISTOS		
	ARCILLA @40CM (KG/M2)	ARCILLA @50 (KG/M2)	POLIESTIRENO @50CM (KG/M2)	BANDEJA+ BLOQUE DE POLIESTIRENO@50 (KG/M2)
17	270	-	185	276
20	300	277	204	294
25	350	335	237	323
30	400	391	270	353

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.1.2 CONSUMO DE CONCRETO

- **Losa de 20 cm con bovedilla de arcilla**

El consumo de concreto para una losa de 20 cm con bovedilla de arcilla se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.

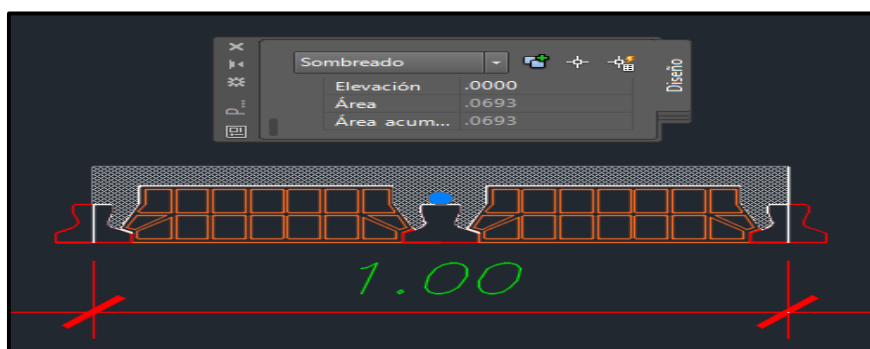


Figura 56: *Detalle de consumo de concreto de una losa de 20cm con bovedilla de arcilla.*

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon.

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0693m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0693 m³ y luego dividiendo el

volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0,0693 m³/m².

- **Losa de 25 cm con bovedilla de arcilla**

El consumo de concreto para una losa de 25 cm con bovedilla de arcilla se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.

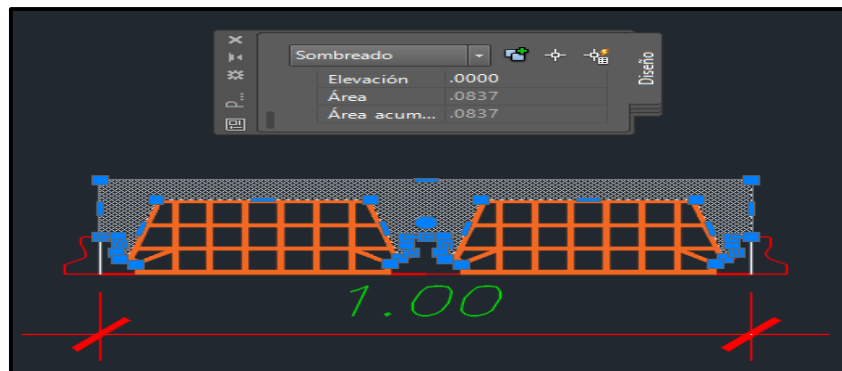


Figura 57: Detalle de consumo de concreto de una losa de 25cm con bovedilla de arcilla.

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon.

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0837m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0837 m³ y luego dividiendo el volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0,0837 m³/m².

- **Losa de 30 cm con bovedilla de arcilla**

El consumo de concreto para una losa de 30 cm con bovedilla de arcilla se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.



Figura 58:Detalle de consumo de concreto de una losa de 30cm con bovedilla de arcilla.

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon.

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0966m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0966 m³ y luego dividiendo el volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0,0966 m³/m².

- **Losa de 17 cm con bovedilla de poliestireno**

El consumo de concreto para una losa de 17 cm con bovedilla de poliestireno se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.

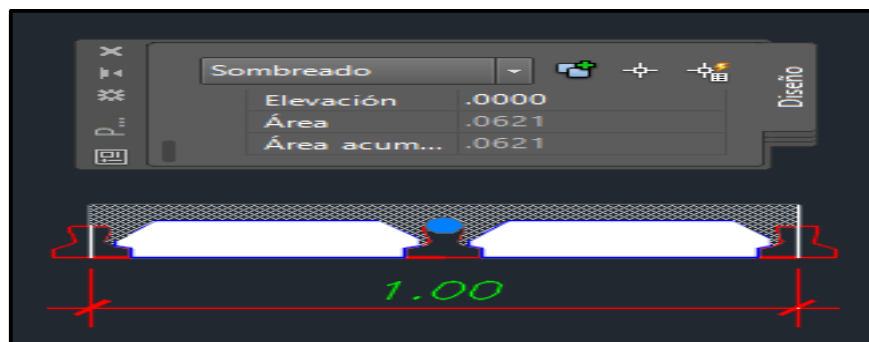


Figura 59: Detalle de consumo de concreto de una losa de 17cm con bovedilla de poliestireno.

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon.

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0621m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0621 m³ y luego dividiendo el volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0,0621 m³/m².

- **Losa de 20 cm con bovedilla de poliestireno**

El consumo de concreto para una losa de 20 cm con bovedilla de poliestireno se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.



Figura 60: Detalle de consumo de concreto de una losa de 20cm con bovedilla de poliestireno.

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon.

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0698m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0698 m³ y luego dividiendo el volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0.0698 m³/m².

- **Losa de 25 cm con bovedilla de poliestireno**

El consumo de concreto para una losa de 25 cm con bovedilla de poliestireno se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.

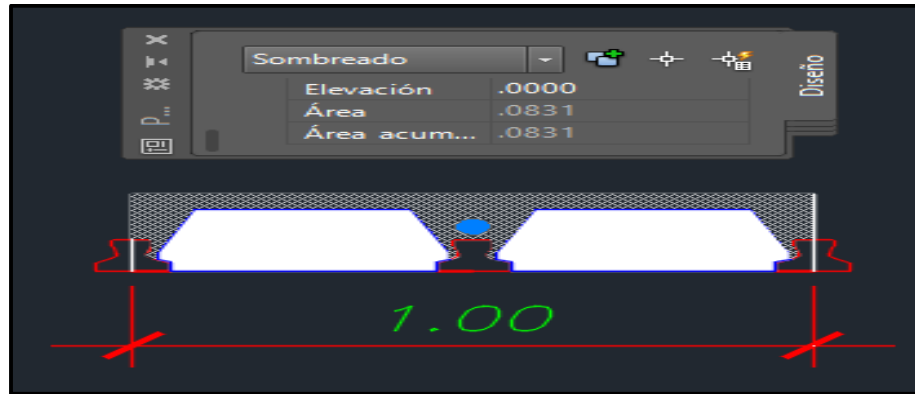


Figura 61: Detalle de consumo de concreto de una losa de 25cm con bovedilla de poliestireno.

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon..

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0831m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0831 m³ y luego dividiendo el volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0,0831 m³/m².

- **Losa de 30 cm con bovedilla de poliestireno**

El consumo de concreto para una losa de 30 cm con bovedilla de poliestireno se calculó con el programa autocad como muestra la imagen.

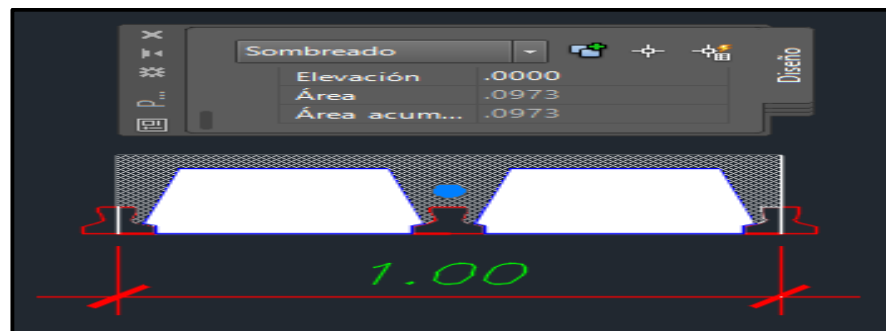


Figura 62: Detalle de consumo de concreto de una losa de 30cm con bovedilla de poliestireno.

Fuente: Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos 2018 – Mixercon.

Como podemos observar en la imagen el área donde ocupará el concreto es de 0,0973m², luego multiplicando por un metro para considerar en m³ el concreto, resulta 0,0973 m³ y luego dividiendo el

volumen entre el área que está ocupando el concreto en 1 m² resulta 0,0973 m³/m².

Se realiza el mismo análisis para las bandejas más el bloque de poliestireno. Haciendo la comparación del consumo de concreto entre los dos sistemas podemos observar que es menor el consumo de concreto con viguetas pretensadas que el consumo de concreto convencional y se puede observar en el porcentaje de ahorro.

Tabla 21: Comparativo entre consumo de concreto del sistema de losa convencional y con viguetas pretensadas.

ALTURA DE LOSA	MATERIAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PRELISTOS	LOSA CONVENCIONAL	% AHORRO
		VIGUETA SIMPLE (m ³ /m ²)	SIMPLE a 40cm (m ³ /m ²)	
17@50	Poliestireno	0.0621	0.0800	22
17@60	Poliestireno	0.0592	0.0800	26
20@50	Poliestireno	0.0700	0.0880	20
25@50	Poliestireno	0.0839	0.1000	16
30@50	Poliestireno	0.0973	0.1130	14
20@50	Arcilla	0.0700	0.0880	20
25@50	Arcilla	0.0834	0.1000	17
30@50	Arcilla	0.0979	0.1130	13
17@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0607	0.0800	24
20@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0681	0.0880	23
25@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0805	0.1000	20
30@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0928	0.1130	18

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.2 ANALISIS ECONOMICO

Se realizó los metrados de ambos sistemas de un sector, los análisis de costos unitarios y el presupuesto por m² de un proyecto comparando ambos sistemas según el plano indicado en la imagen.

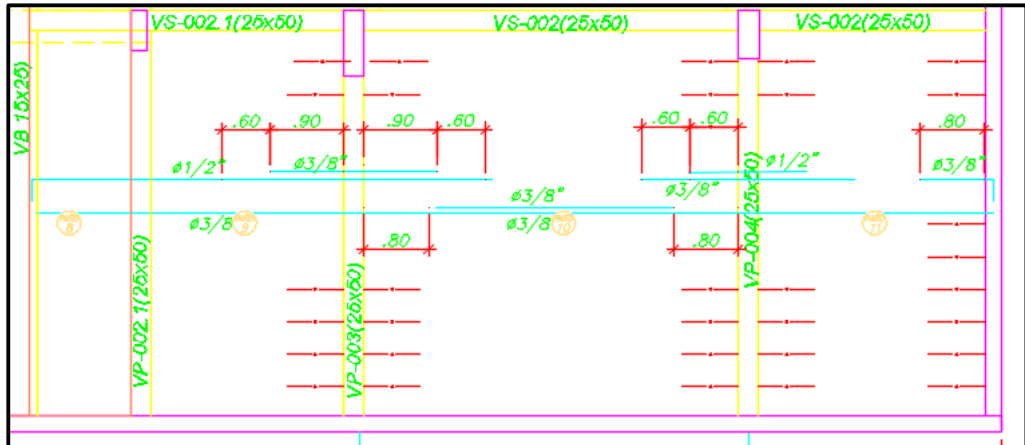


Figura 63: Detalle del sector del plano del sistema de losa aligerada convencional.

Fuente: Plano del sistema de losa aligerada convencional de un proyecto-Mixercon.

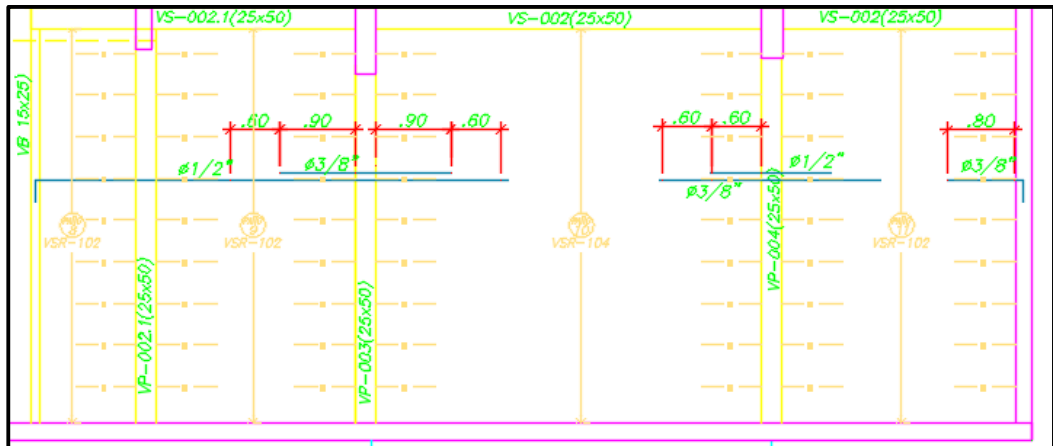


Figura 64: Detalle del sector del plano del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas.

Fuente: Plano elaborado con el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas de un proyecto-Mixercon.

2.2.3.2.1 METRADOS DEL SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL Y VIGUETAS PRETENSADAS

Tabla 22: *Metrado detallado del sistema de losa convencional.*

Descripción	Und.	# veces	Area	Factor	Parcial	Total
Losas aligeradas						
Concreto f'c=210 Kg/cm2 Pre- mezclado	m3					5.19
Paño 8		1	5.41	0.1000	0.54	
Paño 9		1	11.29	0.1000	1.13	
Paño 10		1	21.96	0.1000	2.20	
Paño 11		1	13.23	0.1000	1.32	
Encofrado y desencofrado en losa aligerada	m2					51.89
Paño 8		1	5.41		5.41	
Paño 9		1	11.29		11.29	
Paño 10		1	21.96		21.96	
Paño 11		1	13.23		13.23	
Ladrillo de techo 20X30X30	und.					432.00
Paño 8		1	5.41	8.3300	45.00	
Paño 9		1	11.29	8.3300	94.00	
Paño 10		1	21.96	8.3300	183.00	
Paño 11		1	13.23	8.3300	110.00	
Acero grado 60 en losa aligerada	Kg					272.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: *Metrado general del sistema de losa convencional.*

Descripción	Und.	Total
Losas aligeradas		
Concreto f'c=210 Kg/cm2 Pre- mezclado	m3	5.19
Encofrado y desencofrado en losa aligerada	m2	51.89
Ladrillo de techo 20X30X30	und.	432.00
Acero grado 60 en losa aligerada	Kg	272.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: *Metrado detallado del sistema de losa con viguetas pretensadas.*

Descripción	Und.	# veces	Area	Factor	Parcial	Total
Losas aligeradas						
Concreto f'c=210 Kg/cm2 Pre-mezclado	m3					4.34
Paño 8		1	5.41	0.0837	0.45	
Paño 9		1	11.29	0.0837	0.94	
Paño 10		1	21.96	0.0837	1.84	
Paño 11		1	13.23	0.0837	1.11	
Apuntalamiento y despuntalamiento	m2					51.89
Paño 8		1	5.41		5.41	
Paño 9		1	11.29		11.29	
Paño 10		1	21.96		21.96	
Paño 11		1	13.23		13.23	
Izaje de vigueta	m2					51.89
Paño 8		1	5.41		5.41	
Paño 9		1	11.29		11.29	
Paño 10		1	21.96		21.96	
Paño 11		1	13.23		13.23	
Colocación de viguetas	m2					51.89
Paño 8		1	5.41		5.41	
Paño 9		1	11.29		11.29	
Paño 10		1	21.96		21.96	
Paño 11		1	13.23		13.23	
Colocación de bovedillas de arcilla	und					415
Paño 8		1	5.41	8.0000	43	
Paño 9		1	11.29	8.0000	90	
Paño 10		1	21.96	8.0000	176	
Paño 11		1	13.23	8.0000	106	
Acero grado 60 en losa aligerada	Kg					160.30
Sistema de viguetas y bovedillas	m2					51.89
Paño 8		1	5.41		5.41	
Paño 9		1	11.29		11.29	
Paño 10		1	21.96		21.96	
Paño 11		1	13.23		13.23	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: *Metrado general del sistema de losa con viguetas pretensadas.*

Descripción	Und.	Total
Losas aligeradas		
Concreto $f_c=210$ Kg/cm ² Pre- mezclado	m3	4.34
Apuntalamiento y despuntalamiento	m2	51.89
Izaje de vigueta	m2	51.89
Colocación de viguetas	m2	51.89
Colocación de bovedillas de arcilla	und	415
Acero grado 60 en losa aligerada	Kg	160.30
Sistema de viguetas y bovedillas	m2	51.89

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que en las partidas de concreto, encofrado, ladrillo y acero, las cantidades en el sistema con viguetas pretensadas es mucho menor que el sistema convencional.

2.2.3.2.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL Y VIGUETAS PRETENSADAS

Tabla 26: Análisis de costos unitarios del sistema de losa convencional.

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA							
	RENDIMIENTO DIARIO	20	M2				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		KG	0.1000	4.240	0.424	
	CLAVOS PARA MADERA		KG	0.1100	3.470	0.382	
	MADERA TORNILLO		P2	3.5300	4.660	16.450	17.26
MANO DE OBRA							
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0400	24.080	0.963	
	OPERARIO	1.00	HH	0.4000	20.070	8.028	
	OFICIAL	1.00	HH	0.4000	16.470	6.588	15.58
EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5.0000	15.579	0.779	0.78
						TOTAL S/.	33.61
LADRILLO DE TECHO 20 x 30 x 30							
	RENDIMIENTO DIARIO	1400	UND.				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES							
	LADRILLO DE TECHO 15x30x30		MLL	0.0011	3430.000	3.602	3.60
MANO DE OBRA							
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0006	24.080	0.014	
	OFICIAL	1.00	HH	0.0057	16.470	0.094	
	OPERARIO	1.00	HH	0.0057	20.070	0.115	
	PEON	9.00	HH	0.0514	14.810	0.762	0.98
EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3.0000	0.984	0.030	0.03
						TOTAL S/.	4.62
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA							
	RENDIMIENTO DIARIO	200	KG				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		KG	0.0200	4.240	0.085	
	ACERO CORRUGADO PROMEDIO		KG	1.0700	2.160	2.311	2.40
MANO DE OBRA							
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0040	24.080	0.096	
	OPERARIO	1.00	HH	0.0400	20.070	0.803	
	OFICIAL	1.00	HH	0.0400	16.470	0.659	1.56
EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	CIZALLA	0.33	HH	0.0143	17.810	0.255	
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5.0000	1.558	0.078	0.33
						TOTAL S/.	4.29
COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA ALIGERADA							
	RENDIMIENTO DIARIO	60	M3				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES							
	REGLA DE MADERA		P2	0.0250	2.800	0.070	0.07
MANO DE OBRA							
	CAPATAZ	0.20	HH	0.0267	24.080	0.642	
	OPERARIO	2.00	HH	0.2667	20.070	5.352	
	OFICIAL	1.00	HH	0.1333	16.470	2.196	
	PEON	4.00	HH	0.5333	14.810	7.899	
	OPERADOR DE EQUIPO	2.00	HH	0.2667	21.870	5.832	21.92
EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	VIBRADOR DE CONCRETO	1.00	HM	0.1333	5.520	0.736	
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5.0000	21.921	1.096	1.83
						TOTAL S/.	23.82

Fuente: Análisis de costo por m2 Sistema Prelistos y Convencional-Mixercon

Estos costos fueron sacados de la Revistas de Costos actualizados hasta enero del 2018 como puede verse como referencia en el anexo.

Tabla 27: Análisis de costos unitarios del sistema de losa con viguetas pretensadas.

Losa h=0.25m @ 0.50m. Izaje con winche							
IZAJE DE VIGUETA CON PIEZA DE IZAJE LONG. 4.85M							
RENDIMIENTO DIARIO		180	M2				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
	MANO DE OBRA	Cuad.					
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0044	24.08	0.11	
	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	1.00	HH	0.0444	20.76	0.92	
	PEON	5.00	HH	0.2222	14.81	3.29	4.32
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	WINCHE ELECTRICO	1.00	HH	0.0444	17.78	0.79	
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3.0000	4.32	0.13	0.92
						TOTAL S/.	5.24
COLOCACION DE VIGUETA PRETENSADA PRELISTOS - MANUAL							
RENDIMIENTO DIARIO		140	M2				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
	MANO DE OBRA	Cuad.					
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0057	24.080	0.138	
	OPERARIO	1.00	HH	0.0571	20.070	1.147	
	PEON	5.00	HH	0.2857	14.810	4.231	5.52
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3.0000	5.516	0.165	0.17
						TOTAL S/.	5.68
COLOCACION DE UNA BOVEDILLA DE ARCILLA PARA TECHO ESPACIADO @ 50 - MANUAL							
RENDIMIENTO DIARIO		1600	UND.				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
	MANO DE OBRA	Cuad.					
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0005	24.080	0.012	
	OFICIAL	1.00	HH	0.0050	16.470	0.082	
	PEON	9.00	HH	0.0450	14.810	0.666	0.76
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTA MANUAL (Inc. Amoladora)		%MO	7.0000	0.761	0.053	0.05
						TOTAL S/.	0.81
APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO							
RENDIMIENTO DIARIO		70	M2				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
	MATERIALES						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		KG	0.0100	4.240	0.042	
	CLAVOS PARA MADERA		KG	0.0250	3.470	0.087	
	MADERA TORNILLO		P2	1.0000	4.660	4.660	4.79
	MANO DE OBRA	Cuad.					
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0114	24.080	0.275	
	OPERARIO	1.00	HH	0.1143	20.070	2.294	
	OFICIAL	1.00	HH	0.1143	16.470	1.882	4.45
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5.0000	4.451	0.223	0.22
						TOTAL S/.	9.46
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA							
RENDIMIENTO DIARIO		200	KG				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
	MATERIALES						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		KG	0.0200	4.240	0.085	
	ACERO CORRUGADO PROMEDIO		KG	1.0700	2.160	2.311	2.40
	MANO DE OBRA	Cuad.					
	CAPATAZ	0.10	HH	0.0040	24.080	0.096	
	OPERARIO	1.00	HH	0.0400	20.070	0.803	
	OFICIAL	1.00	HH	0.0400	16.470	0.659	1.56
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	CIZALLA	0.33	HH	0.0143	17.810	0.255	
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5.0000	1.558	0.078	0.33
						TOTAL S/.	4.29
COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA ALIGERADA							
RENDIMIENTO DIARIO		60	M3				
COD.	INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
	MATERIALES						
	REGLA DE MADERA		P2	0.0250	2.800	0.070	0.07
	MANO DE OBRA	Cuad.					
	CAPATAZ	0.20	HH	0.0267	24.080	0.642	
	OPERARIO	2.00	HH	0.2667	20.070	5.352	
	OFICIAL	1.00	HH	0.1333	16.470	2.196	
	PEON	4.00	HH	0.5333	14.810	7.899	
	OPERADOR DE EQUIPO	2.00	HH	0.2667	21.870	5.832	21.92
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	VIBRADOR DE CONCRETO	1.00	HH	0.1333	5.520	0.736	
	HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5.0000	21.921	1.096	1.83
						TOTAL S/.	23.82

Fuente: Análisis de costo por m2 Sistema Prelistos y Convencional-Mixercon

Estos costos fueron sacados de la Revistas de Costos actualizados hasta enero del 2018 como puede verse como referencia en el anexo.

PRESUPUESTOS DEL SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL Y VIGUETAS PRETENSADAS

Tabla 28: *Presupuesto de losa aligerada convencional.*

Descripción	Und.	Metrado	Precio Unitario	Precio Total
LOSA ALIGERADA				
CONCRETO F _c =210 KG/CM2 PRE-MEZCLADO	m3	5.19	S/. 274.82	S/. 1,426.33
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	51.89	S/. 33.61	S/. 1,744.21
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	272.35	S/. 4.29	S/. 1,167.43
LADRILLO DE TECHO 20x30x30	und	432.00	S/. 4.62	S/. 1,993.79
			PRESUPUESTO SIN IGV	S/. 6,331.76
			IGV	S/. 1,139.72
			PRESUPUESTO TOTAL	S/. 7,471.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: *Presupuesto de losa aligerada con viguetas pretensadas.*

Descripción	Und.	Metrado	Precio Unitario	Precio Total
LOSA ALIGERADA				
CONCRETO F _c =210 KG/CM2 PRE-MEZCLADO	m3	4.34	S/. 274.82	S/. 1,192.73
APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	51.89	S/. 9.46	S/. 491.03
IZAJE DE VIGUETA	m2	51.89	S/. 5.24	S/. 271.94
COLOCACION DE VIGUETA	m2	51.89	S/. 5.68	S/. 294.81
COLOCACION DE BOVEDILLAS DE ARCILLA	und	415.00	S/. 0.81	S/. 337.85
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	160.30	S/. 4.29	S/. 687.13
SISTEMA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS	m2	51.89	S/. 42.27	S/. 2,193.39
			PRESUPUESTO SIN IGV	S/. 5,468.87
			IGV	S/. 984.40
			PRESUPUESTO TOTAL	S/. 6,453.27

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas 27 y 28 que el presupuesto de losa aligerada con viguetas pretensadas sale mucho menor que el de losa convencional, así de esa manera se puede ahorrar en dinero en diferentes tipos de proyectos de edificación.

2.2.3.3 ANALISIS DE TIEMPO

Se analizó los tiempos teóricos de cada proceso constructivo considerando el rendimiento y los metrados.

Tabla 30: *Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada convencional.*

Descripción	Und.	Metrado	Rendimiento	Tiempo(días)
LOSA ALIGERADA				
CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PRE-MEZCLADO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m3	5.19	60	0.1
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	272.35	200	1.4
LADRILLO DE TECHO 20x30x30	und	432.00	1400	0.3
Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada convencional (días)				4.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: *Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada con viguetas pretensadas.*

Descripción	Und.	Metrado	Rendimiento	Tiempo(días)
LOSA ALIGERADA				
CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PRE-MEZCLADO APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO IZAJE DE VIGUETA COLOCACION DE VIGUETA COLOCACION DE BOVEDILLAS DE ARCILLA	m3	4.34	60	0.07
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	m2	51.89	70	0.74
	m2	51.89	180	0.29
	m2	51.89	140	0.37
	und	415.00	1600	0.26
	kg	160.30	200	0.80
Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada con viguetas pretensadas (días)				2.53

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las imágenes que la cantidad de tiempo en la losa aligerada con viguetas pretensadas es mucho menor a la losa convencional, así de esa manera se puede ahorrar en tiempo para cualquier tipo de proyecto de edificación.

2.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

El sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es más económico y el proceso de construcción se realiza en menos tiempo que el sistema de losa aligerada convencional.

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- El peso de la losa aligerada con viguetas pretensadas es mucho menor que el sistema convencional.
- El consumo de concreto en el sistema de viguetas pretensadas es menor que el sistema convencional.
- Se necesitan menos acero en el sistema con viguetas pretensadas que en el sistema convencional.
- El tiempo de los procesos constructivos es menor en el sistema de viguetas pretensadas que en el sistema convencional.
- El presupuesto realizado con el sistema de viguetas pretensadas es menor que el sistema convencional.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es descriptiva porque permite describir los sistemas de losas aligeradas con viguetas pretensadas y convencional.

3.1.2 DISEÑO

Se empleó el tipo No Experimental pues los datos se recogieron de la realidad; se observó que la cantidad de materiales a usar en el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es menor que el sistema Convencional.

3.1.3 ENFOQUE

El enfoque es cualitativo porque se describe detalladamente cada sistema de losas aligeradas desde cada concepto y procesos constructivos.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La investigación se realizó en las oficinas de Mixercon ubicado en KM 17.5 Antigua Panamericana Sur, Villa EL Salvador 15842.

3.2.2 Muestra

La muestra se tomó los datos de un proyecto ejecutado por la empresa Mixercon con el sistema de losa aligerada con viguetas Pretensadas.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE			
1. Evaluación entre el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas y losa aligerada convencional.	1.1 Técnico	Peso de la losa aligerada	Razón
		Consumo de concreto en la losa aligerada	Razón
	1.2 Económico	Metrado de la losa aligerada	Razón
		Analisis de costos unitarios de la losa aligerada	Razón
		Metrado de la losa aligerada	Razón
		Rendimiento de cada proceso constructivo de la losa aligerada	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE			
2. Optimización del tiempo en función de la economía.	2.1 Consumo de concreto	Cantidad de concreto por m3/m2 que ingresa en la losa aligerada.	Nominal
	2.2 Peso de losa aligerada	Peso que se calcula para los diseños de una losa aligerada. Su unidad de medida es en m2.	Nominal
	2.3 Acero negativo y positivo	Son piezas en forma de "L" o largas sin dobleses elaboradas con varillas corrugadas que se colocan en la parte central de la vigueta. Su diámetro, cantidad y otros detalles están indicados también en los planos aligerados.	Nominal
	2.4 Tiempo en procesos constructivos.	Se cálculo tiempo teórico considerando los metrados y rendimientos de cada proceso constructivo.	Nominal
	2.5 Presupuesto	Cálculo aproximado del costo de una obra.	Nominal

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 TÉCNICAS A EMPLEAR

En la recopilación de datos se utilizaron los medios técnicos adecuados que permitieron captar la real dimensión de la problemática planteada; razón por la cual de entre las técnicas de recopilación de datos tenemos: la observación, medición y documental.

3.4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

- **Observación** En lo concerniente a la identificación del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas y convencional.
- **Medición** Se usó el software Microsoft Excel para el metrado de las losas aligeradas con viguetas pretensadas y convencional.
- **Documental** En lo que se refiere a la recolección de datos tomadas de los metrados y análisis de costos unitarios.

CAPITULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos del análisis comparativo entre el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas y el sistema de losa aligerada convencional.

4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO

4.1.1 ANÁLISIS TÉCNICO

Tabla 32: Comparativo entre pesos por m² de losa convencional y con viguetas pretensadas.

ALTURA LOSA (CM)	LOSA CONVENCIONAL	SISTEMA DE LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS PRELISTOS		
	ARCILLA @40CM (KG/M2)	ARCILLA @50 (KG/M2)	POLIESTIRENO @50CM (KG/M2)	BANDEJA+ BLOQUE DE POLIESTIRENO@50 (KG/M2)
17	270	-	185	276
20	300	277	204	294
25	350	335	237	323
30	400	391	270	353

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la tabla 32 muestra que los pesos de la losa aligerada con viguetas pretensadas en las diferentes alturas son menores a los pesos de la losa aligerada convencional. El rango de porcentaje está entre 11.75% y 31.48%.

Tabla 33: Comparativo entre el consumo de concreto(m³/m²) del sistema de losa convencional y con viguetas pretensadas.

ALTURA DE LOSA	MATERIAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PRELISTOS	LOSA CONVENCIONAL	% AHORRO
		VIGUETA SIMPLE (m ³ /m ²)	SIMPLE a 40cm (m ³ /m ²)	
17@50	Poliestireno	0.0621	0.0800	22
17@60	Poliestireno	0.0592	0.0800	26
20@50	Poliestireno	0.0700	0.0880	20
25@50	Poliestireno	0.0839	0.1000	16
30@50	Poliestireno	0.0973	0.1130	14
20@50	Arcilla	0.0700	0.0880	20
25@50	Arcilla	0.0834	0.1000	17
30@50	Arcilla	0.0979	0.1130	13
17@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0607	0.0800	24
20@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0681	0.0880	23
25@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0805	0.1000	20
30@50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0.0928	0.1130	18

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la tabla 33 muestra que los consumos de concreto de la losa aligerada con viguetas pretensadas en las diferentes alturas son menores a los consumos de concreto de la losa aligerada convencional especificando el porcentaje de ahorro.

4.1.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 34: Presupuesto de losa aligerada convencional.

Descripción	Und.	Metrado	Precio Unitario	Precio Total
LOSA ALIGERADA				
CONCRETO $F'c=210$ KG/CM2 PRE-MEZCLADO	m3	5.19	S/. 274.82	S/. 1,426.33
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	51.89	S/. 33.61	S/. 1,744.21
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	272.35	S/. 4.29	S/. 1,167.43
LADRILLO DE TECHO 20x30x30	und	432.00	S/. 4.62	S/. 1,993.79
			PRESUPUESTO SIN IGV	S/. 6,331.76
			IGV	S/. 1,139.72
			PRESUPUESTO TOTAL	S/. 7,471.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Presupuesto de losa aligerada con viguetas pretensadas.

Descripción	Und.	Metrado	Precio Unitario	Precio Total
LOSA ALIGERADA				
CONCRETO $F'c=210$ KG/CM2 PRE-MEZCLADO	m3	4.34	S/. 274.82	S/. 1,192.73
APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	51.89	S/. 9.46	S/. 491.03
IZAJE DE VIGUETA	m2	51.89	S/. 5.24	S/. 271.94
COLOCACION DE VIGUETA	m2	51.89	S/. 5.68	S/. 294.81
COLOCACION DE BOVEDILLAS DE ARCILLA	und	415.00	S/. 0.81	S/. 337.85
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	160.30	S/. 4.29	S/. 687.13
SISTEMA DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS	m2	51.89	S/. 42.27	S/. 2,193.39
			PRESUPUESTO SIN IGV	S/. 5,468.87
			IGV	S/. 984.40
			PRESUPUESTO TOTAL	S/. 6,453.27

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de las tablas 34 y 35 muestran que el presupuesto del sistema de losa aligerada convencional es mayor a la del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas. El porcentaje de ahorro en dinero es de un 13.62%.

4.1.3 ANÁLISIS TIEMPO

Tabla 36: *Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada convencional.*

LOSA ALIGERADA					
CONCRETO $F'_c=210$ KG/CM2 PRE-MEZCLADO	m3	5.19	60	0.1	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	51.89	20	2.6	
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	272.35	200	1.4	
LADRILLO DE TECHO 20x30x30	und	432.00	1400	0.3	
Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada convencional (días)					4.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: *Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada con viguetas pretensadas.*

LOSA ALIGERADA					
CONCRETO $F'_c=210$ KG/CM2 PRE-MEZCLADO	m3	4.34	60	0.07	
APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	51.89	70	0.74	
IZAJE DE VIGUETA	m2	51.89	180	0.29	
COLOCACION DE VIGUETA	m2	51.89	140	0.37	
COLOCACION DE BOVEDILLAS DE ARCILLA	und	415.00	1600	0.26	
ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	kg	160.30	200	0.80	
Tiempo teórico de los procesos constructivos de una losa aligerada con viguetas pretensadas (días)					2.53

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de las tablas 36 y 37 muestran que el tiempo del sistema de losa aligerada convencional es mayor a la del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas. El porcentaje de ahorro en tiempo es de un 41.84%.

CAPITULO V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 DISCUSIÓN

Como podemos observar en los resultados del análisis técnico, el consumo de concreto como el peso de la losa aligerada en el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas entre un porcentaje de 13 – 25 y 11.75 – 31.48 respectivamente es menor que el sistema convencional. Por ello la hipótesis mencionada sobre el consumo de concreto y el peso de la losa aligerada queda demostrada.

Referente al resultado del análisis económico, el presupuesto en un porcentaje del 13.62% es más económico el sistema de los aligerada con viguetas pretensadas que el sistema convencional. Por lo tanto, la hipótesis de la cantidad de acero y el presupuesto queda demostrado.

Finalizando con el resultado del análisis del tiempo, podemos observar que el tiempo teórico de los procesos constructivos calculado en un porcentaje del 41.84% es más óptimo el sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas que el sistema convencional. Por ello la hipótesis mencionada del tiempo queda demostrada.

5.2 CONCLUSIONES

- El sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas, se ahorra en el consumo de concreto y el peso por m² es menor que el sistema convencional.
- Es más económico el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas que el sistema convencional, debido a que ingresa menos concreto, se emplea menos acero y encofrado.
- El tiempo de los procesos constructivos es más óptimo en el sistema de los aligerada con viguetas pretensadas debido a que se usa menos encofrado, menos acero y el consumo de concreto es menor.

5.3 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, hago las siguientes recomendaciones:

- Es recomendable usar el sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas debido a que el porcentaje tanto en el consumo de concreto y en el peso por m² es menor considerablemente.
- El presupuesto generado del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es más económico que el sistema convencional por eso se recomienda usar dicho sistema.
- La cantidad de tiempo de cada proceso constructivo del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es más óptima que el sistema convencional como se observa en los resultados.

CAPITULO VI

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1 FUENTES DOCUMENTALES

- Mixercon S.A. (2018). *Manual Técnico de Viguetas Pretensadas Prelistos.*
- Mixercon S.A. (2018). *Plano de detalles del sistema de vigueta Prelistos.*
- Mixercon S.A. (2018). *Plano elaborado con el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas de un proyecto.*
- Mixercon S.A. (2018). *Metrado y Presupuesto cotizado por m² elaborado en la Oficina Técnica de Prelistos.*
- Mixercon S.A. (2018). *Análisis de Costos Unitarios elaborado en la Oficina Técnica de Prelistos.*
- Mixercon S.A. (2018). *Detalles de materiales elaborados en la Oficina Técnica de Prelistos.*

6.2 FUENTES ELECTRÓNICAS

- (sin fecha) Aceros Arequipa. Arequipa, Perú. Manual del Maestro Constructor. <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/techos/encofrado-de-losa-aligerada.html>
- (sin fecha) Aceros Arequipa. Arequipa, Perú. Boletín Construyendo. http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_21/capacitandonos-refuerzo-de-vigas-1.html
- (2018) Mixercon S.A. Lima, Perú. Ficha Técnica Prelistos http://www.mixercon.com/pdf/FICHA_TECNICA_PRELISTOS.pdf.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			MÉTODOS Y TÉCNICAS
				DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>El sistema de losa aligerada convencional es mas caro y el tiempo de los procesos constructivos es mucho mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Demostrar que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas se optimiza el tiempo en los procesos constructivos y es más económico que el sistema de losa aligerada convencional.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es más económico y el proceso de construcción se realiza en menos tiempo que el sistema de losa aligerada convencional.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>1. Evaluación entre el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas y losa aligerada convencional.</p>	<p>1.1 Técnico</p> <p>1.2 Económico</p>	<p>Peso de la losa aligerada</p> <p>Consumo de concreto en la losa aligerada</p> <p>Metrado de la losa aligerada</p> <p>Analisis de costos unitarios de la losa aligerada</p> <p>Metrado de la losa aligerada</p> <p>Rendimiento de cada proceso constructivo de la losa aligerada</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Descriptiva</p> <p>DESEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>No experimental</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN</p> <p>Observación</p> <p>Medición</p> <p>Documental</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El consumo de concreto en una losa aligerada convencional es mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas. • El peso por m2 en una losa aligerada convencional es mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas. • La cantidad de acero en el sistema de losa aligerada convencional de 25 cm de altura es mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas. <p>El tiempo de proceso constructivo del sistema convencional es mucho mayor que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas.</p> <p>El presupuesto de losa aligerada convencional es más caro que el sistema de losa aligerada con vigueta pretensadas.</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demostrar que el consumo de concreto por m3/m2 en una losa aligerada con viguetas pretensadas es mucho menor que el sistema convencional. • Demostrar que el peso por m2 de una losa aligerada con viguetas pretensadas es menor que el sistema convencional. • Demostrar que la cantidad de acero es menor en el sistema con viguetas pretensadas con el sistema convencional para una losa de 25 cm de altura. • Demostrar que el tiempo de los procesos constructivos del sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es menor que el sistema de losa aligerada convencional. • Demostrar a través del presupuesto que el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas es más económico que el sistema de losa aligerada convencional. 	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El consumo de concreto en el sistema de viguetas pretensadas es menor que el sistema convencional. • El peso de la losa aligerada con viguetas pretensadas es mucho menor que el sistema convencional. • Se necesitan menos acero en el sistema con viguetas pretensadas que en el sistema convencional. • El tiempo de los procesos constructivos es menor en el sistema de viguetas pretensadas que en el sistema convencional. • El presupuesto realizado con el sistema de viguetas pretensadas es menor que el sistema convencional. 	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>2. Optimización del tiempo en función de la economía.</p>	<p>2.1 Consumo de concreto</p> <p>2.2 Peso de losa aligerada</p> <p>2.3 Acero negativo y positivo</p> <p>2.4 Tiempo en procesos constructivos.</p> <p>2.5 Presupuesto</p>	<p>Cantidad de concreto por m3/m2 que ingresa en la losa aligerada.</p> <p>Peso que se calcula para los diseños de una losa aligerada. Su unidad de medida es en m2.</p> <p>Son piezas en forma de "L" o largas sin dobleces elaboradas con varillas corrugadas que se colocan en la parte central de la vigueta. Su diámetro, cantidad y otros detalles están indicados también en los planos aligerados.</p> <p>Se cálculo teórico considerando los metrados y rendimientos de cada proceso constructivo.</p> <p>Cálculo aproximado del costo de una obra.</p>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>	<p>PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</p> <p>ETAPA DE PLANIFICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de datos de la Unidad de Negocios Prelistos – Mixercon. • Identificación del problema. <p>ETAPA DE EJECUCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de bases teóricas desarrollado de la tesis. • Recopilación de datos del Sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas y convencional. • Planos de proyecto con sistema convencional y viguetas pretensadas. • Costo por m2 de viguetas y bovedillas del proyecto. • Metrados realizados del proyecto con ambos sistemas mencionados. • Recopilación de los análisis de costos unitarios. <p>ETAPA FINAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redacción del informe final. • Presentación del informe final.

REVISTA DE COSTOS

EDICIÓN 286 / ENERO 2018

PUBLICACIÓN MENSUAL DEL GRUPO S10

COSTOS

CONSTRUCCIÓN, ARQUITECTURA E INGENIERÍA

LÍNEA AMARILLA

MAPA DE LAS PRÓXIMAS INVERSIONES
EN INFRAESTRUCTURA

PROYECCIONES DE LOS LÍDERES
DEL SECTOR AL 2018

AVANCES EN LICITACIONES
Y EJECUCIONES
DE LA RECONSTRUCCIÓN

ELEVADORES EN OBRA
MEJORANDO LA PRODUCTIVIDAD

CENTRO EMPRESARIAL
VOLTERRA



PERÚ S/. 39



ISSN 2223-0017

SUPLEMENTO TÉCNICO

TIPOLOGÍA H - CAMPAMENTO MINERO MÓDULO DE INGENIEROS - PRECIOS PARTIDAS DESAGREGADAS
- ANÁLISIS DE PRECIOS - PRECIOS DE MATERIALES, COSTOS DE MANO DE OBRA - TARIFAS DE EQUIPO -
INDICADORES DEL SECTOR - ÍNDICES UNIFICADOS

Incluye acceso digital para suscriptores

www.costosperu.com