

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS COSTO/TIEMPO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO A NIVEL DE
CASCO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD
DEL ALTIPLANO DE PUNO (UNA)**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Henry Alexander Gavancho Zambrano

ASESOR:

Jaime Zapata Carreño


Lima, octubre, 2024

Informe de Similitud

Yo, **Jaime Francisco Zapata Carreño**, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis de investigación titulada **“ANÁLISIS COSTO/TIEMPO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO A NIVEL DE CASCO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD DEL ALTIPLANO DE PUNO (UNA)”**, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil del autor **GAVANCHO ZAMBRANO, HENRY ALEXANDER** dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 18/10/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lima, 18 de octubre de 2024

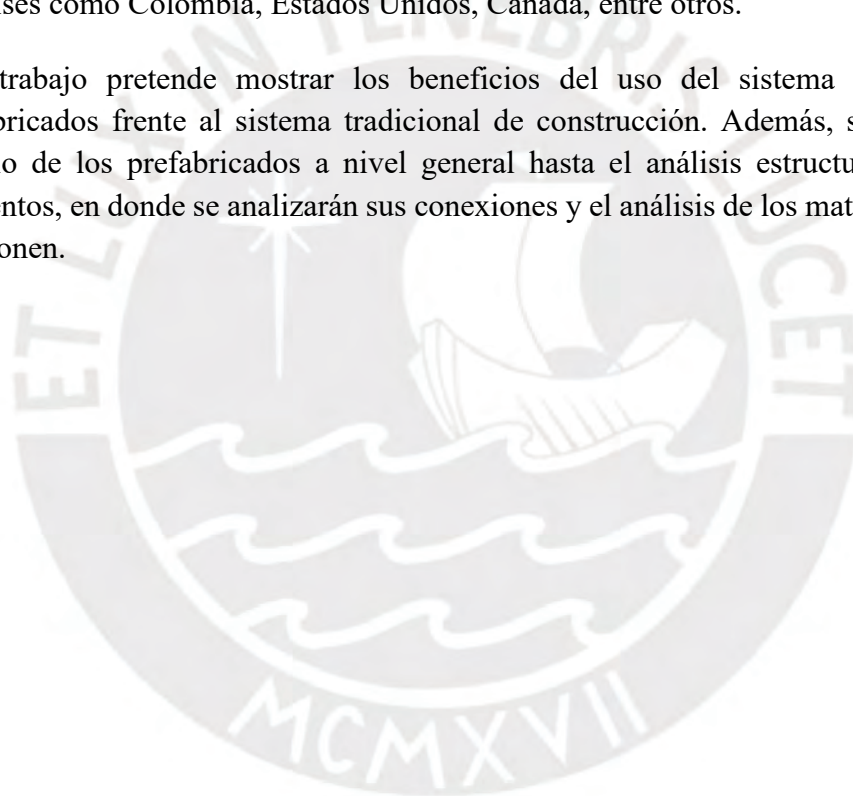
Apellidos y nombres del asesor: <u>Zapata Carreño, Jaime Francisco</u>	
DNI: 08271914	Firma: 
ORCID: 0000-0001-7662-8329	

RESUMEN

En el sector construcción los elementos prefabricados han aumentado su participación a lo largo de estos años, debido a sus diversas ventajas en cuanto a tiempo, calidad y economía comparado con el sistema de construcción *in situ*. Sin embargo, se deben tener en cuenta otros aspectos más para trabajar con ellos y analizar su viabilidad en un proyecto de construcción.

El presente trabajo se centra en analizar y comparar el costo, tiempo y ejecución del proyecto de la Universidad del Altiplano de Puno (UNA) por medio de dos sistemas constructivos. El primero se basa en el sistema tradicional de construcción en el Perú, en el cual los elementos estructurales son vaciadas *in situ*; mientras que en el segundo se basa en la implementación de elementos prefabricados, la cual se ha estado aplicando en países como Colombia, Estados Unidos, Canadá, entre otros.

Este trabajo pretende mostrar los beneficios del uso del sistema de elementos prefabricados frente al sistema tradicional de construcción. Además, se muestra un estudio de los prefabricados a nivel general hasta el análisis estructural de dichos elementos, en donde se analizarán sus conexiones y el análisis de los materiales que las componen.



DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi pilar, por su amor incondicional, y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Gracias por su apoyo en cada paso de este camino.

A mi hermano, por ser mi compañero de vida y por inspirarme a seguir adelante. Tu fortaleza y compañía me han ayudado a mantenerme enfocado en mis metas.

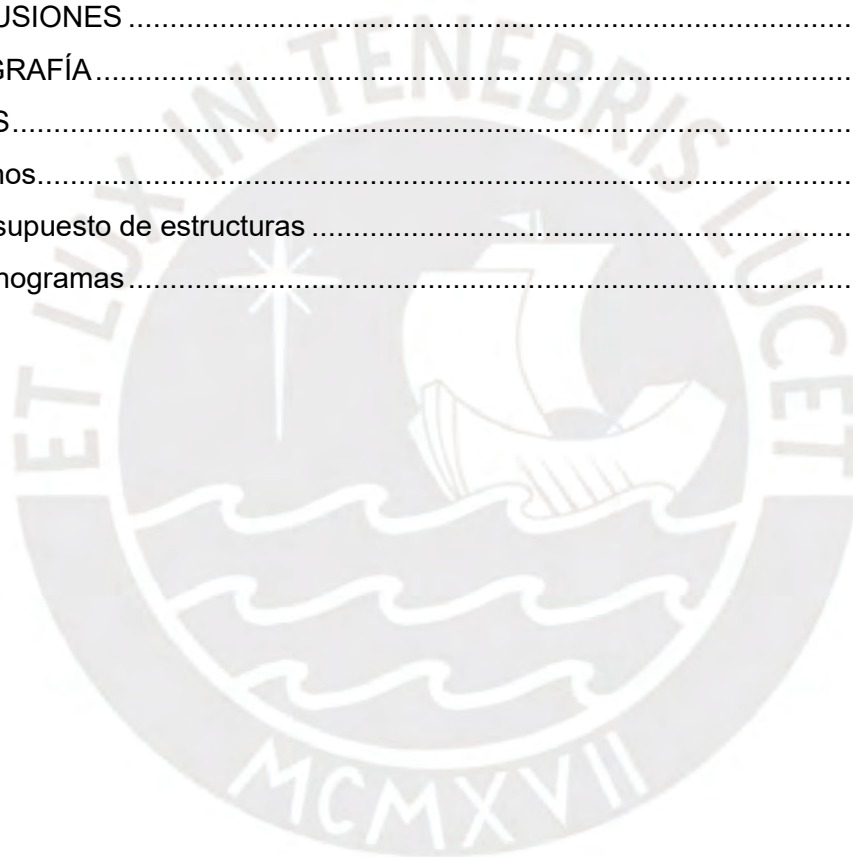
A ustedes les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Esta tesis es para ustedes.



ÍNDICE GENERAL

1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos.....	1
1.2.1. Objetivo General.....	1
1.2.2. Objetivos específicos	1
1.3. Justificación	2
1.4. Hipótesis.....	2
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. Cronología e impacto del prefabricado.....	2
2.1.1. Historia del prefabricado	2
2.1.2. Tipos de elementos prefabricados.....	3
2.1.3. Impacto del prefabricado.....	14
2.2. Principios Estructurales	17
2.2.1. Conceptos Fundamentales	17
2.2.2. Materiales que componen el Prefabricado.....	22
2.2.3. Unión de Elementos Estructurales	22
2.3. Diagnóstico del prefabricado.....	25
2.3.1. Situación del concreto prefabricado en el Perú	25
2.3.2. Situación del concreto prefabricado en otros países	26
3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	26
3.1. Tipo de investigación	26
3.2. Fuentes de información de la investigación.....	26
3.3. Descripción del proyecto.....	27
3.3.1. Resumen del proyecto.....	27
3.3.2. Ubicación del proyecto	27
3.3.3. Planos y cronograma.....	27
3.3.4. Datos financieros.....	27
3.3.5. Periodo y modalidad de ejecución	31
3.4. Diseño de la investigación	32
4. ANÁLISIS DE LAS MODALIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	32
4.1. Proyecto UNA: construcción <i>in situ</i>	34
4.1.1. Actualización de precios unitarios y presupuesto del proyecto	34

4.1.2.	Proceso constructivo.....	52
4.1.3.	Cronograma del proyecto	57
4.2.	Proyecto UNA: construcción con elementos prefabricados	58
4.2.1.	Presupuesto con elementos prefabricados	58
4.2.2.	Proceso de fabricación e instalación de los elementos prefabricados	72
4.2.3.	Cronograma del montaje y transporte.....	91
4.3	Análisis comparativo del proyecto UNA	93
4.3.1	Comparación de costos	93
4.3.2	Comparación de tiempo	94
4.3.3	Comparación de proceso constructivo.....	94
5.	CONCLUSIONES	96
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	97
7.	ANEXOS.....	99
7.1.	Planos.....	99
7.2	Presupuesto de estructuras	103
7.3	Cronogramas.....	107



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Momentos flexionantes de vigas presforzadas simplemente apoyadas.....	18
Tabla 2. Fabricación de un elemento pretensado	19
Tabla 3. Trayectorias típicas de tendones en vigas postensadas.....	20
Tabla 4. Resumen de datos financieros	27
Tabla 5. Resumen de presupuesto desagregado.....	28
Tabla 6. Presupuesto de estructuras.....	28
Tabla 7. Análisis de presupuesto.....	30
Tabla 8. Resumen del costo por ítems	31
Tabla 9. ACU de concreto premezclado en losas aligeradas $F'c= 280\text{kg/cm}^2$	34
Tabla 10. ACU de encofrado y desencofrado en losas aligeradas con viguetas prefabricadas.....	35
Tabla 11. ACU de acero de refuerzo $F'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas prefabricadas.....	36
Tabla 12. ACU de plastroformo p/viguetas eje 41 cm H=20 cm según E.T.....	37
Tabla 13. ACU de viguetas pretensadas prefabricadas	37
Tabla 14. ACU de malla electrosoldado cocada 10x10cm D=4.20 mm según E.T.	38
Tabla 15. ACU de concreto premezclado en losas macizas $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	38
Tabla 16. ACU de encofrado y desencofrado en losas macizas	38
Tabla 17. ACU de acero de refuerzo $F'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en losas macizas	40
Tabla 18. ACU de concreto premezclado en losas macizas $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	40
Tabla 19. Encofrado y desencofrado en losas macizas	40
Tabla 20. ACU de acero de refuerzo $F'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ en losas macizas	41
Tabla 21. ACU de concreto premezclado en vigas $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	42
Tabla 22. ACU de encofrado y desencofrado de vigas	43
Tabla 23. ACU de acero de refuerzo $F'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en vigas	44
Tabla 24. ACU de concreto premezclado en vigas $F'y= 280 \text{ kg/cm}^2$	45
Tabla 25. ACU de encofrado y desencofrado en vigas	46
Tabla 26. ACU de acero de refuerzo $F'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en vigas	47
Tabla 27. ACU de concreto premezclado en vigas $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	48
Tabla 28. ACU de encofrado y desencofrado en vigas.....	49
Tabla 29. ACU de acero de refuerzo $F'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en vigas	50
Tabla 30. Resumen de presupuesto actualizado	51
Tabla 31. Cronograma de análisis	57
Tabla 32. Costo de prelosas por Beton Decken	60
Tabla 33. Costo de prelosas por Entrepisos Lima	63
Tabla 34. Costo de prelosas por Concremax	69
Tabla 35. Costo de previgas por Concremax	71
Tabla 36. Análisis del flete Lima - Puno	72
Tabla 37. Comparación de costos.....	93
Tabla 38. Comparación del tiempo.....	94
Tabla 39. Comparación de los sistemas constructivos para una viga.....	94
Tabla 40. Comparación de los sistemas constructivos para una losa	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Detalle mix de bandeja de concreto con bloque de poliestireno.....	4
Figura 2. Procesos del proceso constructivo de losas con viguetas prefabricadas.....	4
Figura 3. Esquema de prelosas pretensadas.....	5
Figura 4. Detalle del proceso constructivo con prelosas pretensadas.....	6
Figura 5. Esquema de diseño de prelosas ligeras -aligerado simple.....	7
Figura 6. Vista de planta del diseño de prelosas ligeras – aligerado simple.....	7
Figura 7. Modelo de instalación de prelosas ligeras – aligerado simple.....	8
Figura 8. Esquema de diseño de prelosas ligeras - aligerado compuesto.....	9
Figura 9. Vista de planta del diseño de prelosas ligeras – aligerado compuesto.....	9
Figura 10. Modelo de instalación de prelosas ligeras – aligerado compuesto.....	10
Figura 11. Esquema de diseño de prelosas macizas.....	11
Figura 12. Vista de planta del diseño de prelosas macizas.....	11
Figura 13. Modelo de instalación de prelosas macizas.....	12
Figura 14. Placas alveolares de concreto mostradas en corte.....	12
Figura 15. Proceso constructivo de placas alveolares.....	13
Figura 16. Previgas especiales.....	14
Figura 17. Diagrama de Gantt con la construcción in situ.....	15
Figura 18. Diagrama de Gantt con prefabricados.....	16
Figura 19. Gráfica carga-deflexión de una viga presforzada típica.....	21
Figura 20. Conexión soldada en el lecho inferior.....	23
Figura 21. Conexión soldada en el lecho superior.....	23
Figura 22. Detalles de conexión soldada en un elemento prefabricado.....	24
Figura 23. Conexión emulativa del concreto reforzado.....	24
Figura 24. Detalles de conexión emulativa de elementos prefabricados.....	25
Figura 25. Corte típico interior.....	33
Figura 26. Leyenda de elementos del corte interior.....	33
Figura 27. Esquema de diseño de columna.....	53
Figura 28. Vaciado de concreto en columna.....	53
Figura 29. Esquema de encofrado de viga y losa.....	54
Figura 30. Vaciado de concreto en losa.....	55
Figura 31. Nivelado en vaciado de techo.....	56
Figura 32. Curado de techo.....	56
Figura 33. Análisis del cronograma total.....	58
Figura 34. Cotización de prelosas por Beton Decken.....	59
Figura 35. Cotización de prelosas por Entrepisos Lima.....	61
Figura 36. Detalle técnico de prelosas por Entrepisos Lima.....	62
Figura 37. Cotización de prelosas por Concremax.....	64
Figura 38. Sistema y ventajas de prelosas por Concremax.....	65
Figura 39. Precios unitarios de prelosas por Concremax.....	66
Figura 40. Diseño técnico, asistencia técnica y transporte de Concremax.....	67
Figura 41. Entrega de los productos, pinza de izaje y otras condiciones por Concremax.....	68
Figura 42. Cotización de previgas por Concremax.....	70
Figura 43. Proceso emulativo de previga.....	73
Figura 44. Softwares de modelado 3D.....	74

Figura 45. Compatibilización BIM de instalaciones con previgas	74
Figura 46. Modelo de diseño de previsa	74
Figura 47. Realización de la fabricación y colocación de acero en una previsa.....	75
Figura 48. Colocación de acero	76
Figura 49. Esquema de previsa	76
Figura 50. Montaje de aceros en una previsa.....	77
Figura 51. Acero en previsa.....	77
Figura 52. Empalmes en acero longitudinal de una previsa.....	78
Figura 53. Estribos en zona de empalme de una previsa	78
Figura 54. Fabricación y colocación de acero en una previsa	79
Figura 55. Transporte de aceros de previgas.....	79
Figura 56. Colocación de moldes para previgas	80
Figura 57. Vaciado de concreto en previsa	80
Figura 58. Transporte de previgas a obra	81
Figura 59. Montaje de previsa.....	81
Figura 60. Conexión de la previsa	82
Figura 61. Colocación de aceros en los nudos	82
Figura 62. Estribos en la conexión de previgas	83
Figura 63. Colocación de previsa en obra	83
Figura 64. Vaciado y apuntalamiento de previgas	84
Figura 65. Molde para prelosas	85
Figura 66. Trazado y encofrado de prelosa.....	85
Figura 67. Instalación de acero en prelosa.....	86
Figura 68. Colocación de separadores en prelosa	86
Figura 69. Vaciado de concreto en prelosa.....	87
Figura 70. Desmoldaje de una prelosa	88
Figura 71. Apilado de prelosas macizas	89
Figura 72. Colocación de tacos de madera para prelosas macizas.....	89
Figura 73. Curado de prelosas	90
Figura 74. Transporte de prelosas hacia la obra	90
Figura 75. Flujo VDC de Concremax AASA – UNICON	91
Figura 76. Gráfico de barras de comparación del costo.....	93
Figura 77. Plano de losa aligerado del sótano	99
Figura 78. Plano de losa aligerado del mezanine.....	100
Figura 79. Plano de losa aligerado del segundo piso.....	101
Figura 80. Plano de losa aligerado del piso típico	102
Figura 81. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA.....	103
Figura 82. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA.....	104
Figura 83. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA.....	105
Figura 84. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA.....	106
Figura 85. Cronograma general del proyecto.....	107
Figura 86. Cronograma general del proyecto.....	108
Figura 87. Cronograma general del proyecto.....	109

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

El presente trabajo de investigación evaluó y comparó dos distintos métodos constructivos *in situ* y la implementación de elementos prefabricados a nivel de casco estructural del proyecto de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (UNA), de manera hipotética, con el fin de mostrar similitudes y/o diferencias. Por lo tanto, se estudió los principios estructurales del prefabricado; partiendo del concepto de los tipos de concreto (presforzado, pretensado y postensado) y los principios de transmisión de cargas. Seguidamente, se estudió los principales materiales que lo componen: concreto y acero. Luego, se estudió los diferentes tipos de conexiones y nudos que se utilizan en el prefabricado.

Esta investigación se basa en un proyecto ya culminado que fue construido mediante el sistema tradicional de construcción (*in situ*). El desarrollo de la tesis parte desde la realización del costo y cronograma del proyecto para ambos métodos constructivos. Por un lado, se tiene la construcción con elementos prefabricados donde se realizó el presupuesto, cronograma y la planificación del proyecto basándonos en los precios y tiempos que las empresas de prefabricados manejan. Por otro lado, en el método de construcción *in situ* se realizó el presupuesto y cronograma del proyecto tomando como referencia la información existente del expediente técnico.

Asimismo, se analizó el proyecto tomando en cuenta el costo y cronograma realizado de ambos métodos y se procedió a comparar y analizar las distintas áreas del proyecto como la planificación, ejecución y el presupuesto. Esto se realizó con el fin de mostrar los beneficios de costo/tiempo implementando un sistema constructivo frente a otro.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Realizar un análisis comparativo de costo/tiempo del proyecto de la Universidad Nacional del Altiplano en Puno “UNA” implementando elementos prefabricados en su construcción frente al sistema convencional a nivel de casco estructural.

1.2.2. Objetivos específicos

- Estudiar la oferta actual del uso de prefabricados de concreto en la construcción de edificaciones en Perú.
- Establecer la metodología para la implementación del prefabricado.
- Actualizar el presupuesto, la planificación y el cronograma implementado con el sistema convencional de construcción.
- Realizar el presupuesto, la planificación y el cronograma implementando elementos prefabricados.

- Identificar las diferencias de la implementación de elementos prefabricados frente al sistema convencional.

1.3. Justificación

Actualmente, los componentes preconstruidos de concreto en el Perú han mejorado, pues el desarrollo de esta tecnología del prefabricado ha crecido bastante en los últimos años. Es por ello que su demanda ha aumentado en el mercado permitiendo que existan diversos tipos de elementos prefabricados que se puedan usar en la construcción de edificaciones en nuestro país, tales como vigas, columnas, losas, muros, viguetas, entre otros.

Con el precedente del año 2020 pasado, por la llegada del Coronavirus, se produjo un impacto significativo en las distintas áreas del sector construcción a una escala global. Por ello, una de las consecuencias de mayor relevancia se vio reflejada en la reducción de la cantidad de trabajadores en los proyectos de construcción por el tema de los contagios, impactando de esta forma en el tiempo y costo de las distintas obras de construcción dejando abierta la posibilidad de buscar nuevas formas y metodologías de trabajo en el sector construcción.

Por lo tanto, se pretende promover la implementación de elementos prefabricados ya que la fabricación de estos elementos puede ser realizadas por terceros o trabajadas en paralelo a otras actividades del proyecto disminuyendo la cantidad de trabajadores en obra y optimizando los procesos constructivos tradicionales. Además, permite trabajar de la mano con diversas herramientas de construcción como la metodología *BIM* y la filosofía *Lean Construction* que nos brindan un enfoque capaz de aumentar la productividad de nuestras actividades en obra. De esta forma, se busca demostrar los beneficios del prefabricado en cuanto a costo, ejecución y tiempo de un proyecto frente al sistema de construcción tradicional actual.

1.4. Hipótesis

La implementación de elementos prefabricados en el proyecto de la Universidad Nacional del Altiplano en Puno “UNA” permite reducir el costo por lo menos en un 30% y el tiempo de ejecución en un 25% frente a la construcción convencional.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cronología e impacto del prefabricado

2.1.1. Historia del prefabricado

Los elementos prefabricados se pueden definir como productos elaborados a base de concreto que son fabricados en lugares externos a la localización de su uso final. Estos elementos son el resultado de un proceso industrial que cumple con controles de producción, brindando la posibilidad de disminuir plazos de entrega. (Lopez, 2015)

El origen del prefabricado, entendido como la aplicación de procesos industriales, nace a mitad del siglo XVIII en el contexto de la revolución industrial en respuesta a la necesidad de crear nuevos materiales, destacando entre todos el vidrio y el acero. Asimismo, la unión del concreto con la técnica de prefabricación se empezó a difundir a mediados del siglo XX, teniendo como

precedente “Cemento Portland” la patente concedida en 1824 por Joseph Aspdin. Desde su aparición, el concreto prefabricado ha evolucionado en cuanto a técnica, explotación y uso ayudando a enfrentar los retos ingenieriles. (Fernández-Ordoñez & Fernández Gomez, 2009)

A continuación, se muestran las tres grandes etapas del concreto prefabricado a lo largo de los años.

Primera etapa: se desarrolló entre los años 1850 a 1940; los elementos prefabricados eran contruidos de manera manual en el sitio de la obra para posteriormente ser ensamblados. En este periodo resaltan muchos personajes, tales como Louis Lambot (1848) con su obra La barca o Joseph Monier (1849) con La jardinería. Sin embargo, el más grande representante de esta etapa es el ingeniero francés Eugene Freyssinet con diversas aportaciones siendo la principal la introducción de la patente inicial del concreto pretensado. Además, otra de sus aportaciones son la invención de la técnica de vibrado, curado del concreto a edades tempranas y la creación del primer puente con 9 metros de luz que estaba compuesto por losas y vigas prefabricadas. (Fernández-Ordoñez & Fernández Gomez, 2009)

Segunda etapa: se desarrolló entre los años 1940 a 1970, como una solución rápida y económica para las reconstrucciones de edificaciones dañadas por la Segunda Guerra Mundial. Las principales obras de esta etapa son: el Viaducto ferroviario Adam Wigan construido con 16 vigas doble T de 9 cm en todos sus vanos en Inglaterra, la cúpula del Palacio de Deportes a manos del ingeniero italiano Pier Luigi Nervi y la implementación de paneles prefabricados de concreto desarrollado por la Unión Soviética para reducir costos y tiempo de ejecución en edificios iguales. (Lopez, 2015)

Tercera etapa: se desarrolló en el tramo final del siglo XX y está marcada por una creciente mecanización y diversificación de la industria, debido al desarrollo de nuevas máquinas que introducen mejoras en los procesos constructivos. Por ejemplo, los fabricantes empiezan a satisfacer demandas más pequeñas permitiendo la adaptación a todo tipo de obras y mejoras visuales a nivel arquitectónico en las fachadas de paneles por el uso de vibraciones en el concreto. Una de las obras más resaltantes de esta etapa es la Ópera de Sidney en Australia, donde las conchas de concreto que se emplearon fueron prefabricadas para lograr el acabado que se buscaba. Además, se empiezan a implementar puentes prefabricados mejorando las características de resistencia y durabilidad. (Lopez, 2015)

2.1.2. Tipos de elementos prefabricados

El mercado actual de los elementos prefabricados a nivel mundial es amplio y cuenta con mucha variedad de productos de acuerdo a lo que se requiere. Las empresas brindan información necesaria como las especificaciones técnicas, sugerencias para su uso y el almacenaje de los productos. Seguidamente, se describirán los componentes prefabricados estructurales que forman el casco del proyecto que se encuentran en nuestro medio.

❖ Viguetas prefabricadas

Las viguetas pueden ser pretensadas o postensadas y al ser prefabricadas se requiere menos encofrado en las losas, siendo necesaria solo el apuntalamiento y refuerzos en los sobreanchos

propuestos por el diseñador. Existen muchas empresas en el Perú que las fabrican, tales como: Prodac, Concremax, entre otros. (Lopez, 2015)

En la **Figura 1**, se observa el armado de las losas utilizando las viguetas prefabricadas, se puede apreciar el armado del acero de temperatura, el acero negativo, los espesores de cada componente e incluso los bloques de poliestireno empleados en la construcción.

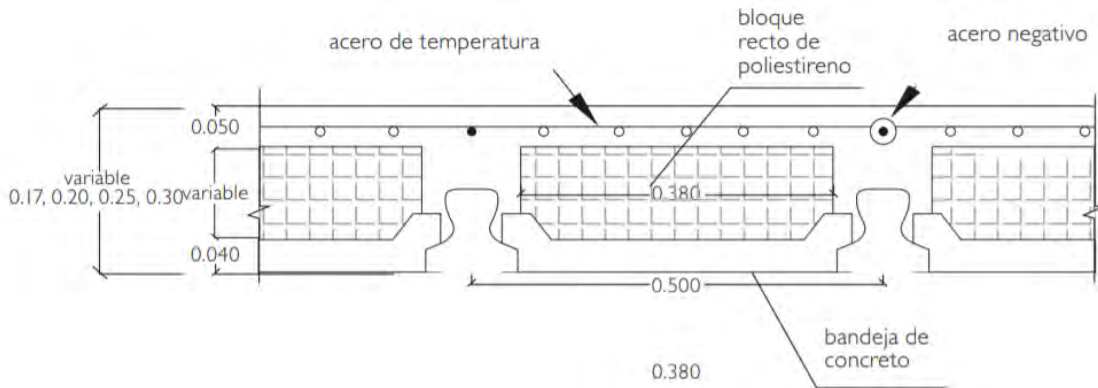


Figura 1. Detalle mix de bandeja de concreto con bloque de poliestireno.

Tomado de “Manual de viguetas” por Concremax (Lima), 2021

En la **Figura 2**, se puede apreciar el ciclo de instalación de las viguetas prefabricadas en las losas de concreto. Este proceso inicia con el apilamiento de las viguetas que llegan de fábrica, seguido del apuntalamiento, la colocación de viguetas y las bovedillas o poliestireno, la limpieza y el mojado de las mismas, el vaciado del concreto y finalmente el retiro de los puntales de la losa.

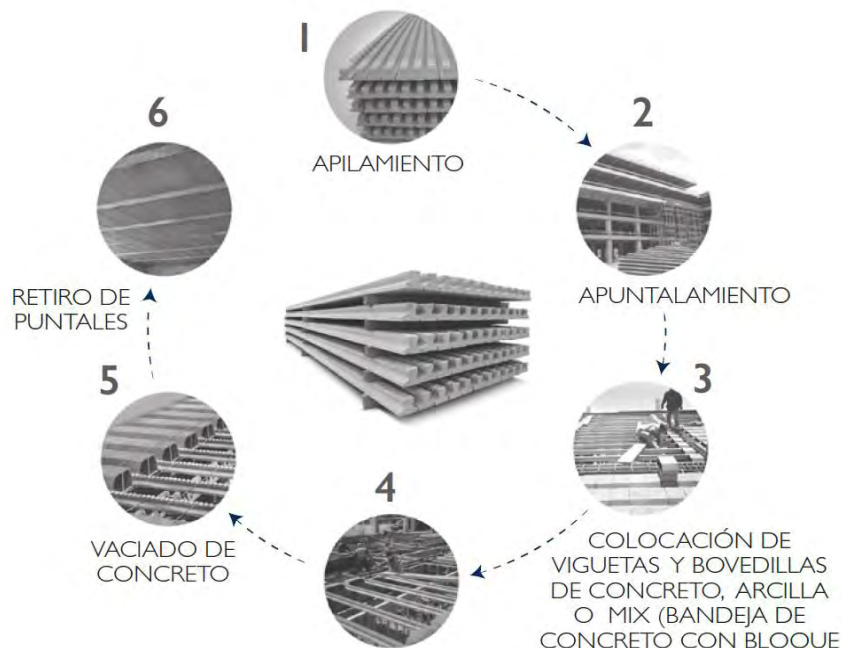


Figura 2. Procesos del proceso constructivo de losas con viguetas prefabricadas.

Tomado de “Manual de viguetas” por Concremax (Lima), 2021

❖ Prelosas

Son elementos formados por nervios y una superficie plana, aunque pueden ser moldeados según se requiera. Da la facilidad de permitir instalar las conexiones eléctricas y sanitarias con mayor simplicidad y no necesita de encofrado en su fondo de losa. El proceso de instalación solo necesita de apuntalamiento y permite el ahorro de materiales como el concreto. Las empresas que ofrecen este servicio a nivel nacional son: Unicon, Entrepisos Lima, Prelima, Betondecken, entre otras. (Montenegro Carrillo, López Chaupijulca, García Arriola, Vílchez Moreno, & Muñoz Blanco, 2020)

Son elementos formados por nervios de una superficie plana, aunque pueden ser moldeados según lo que se desee. Facilitan la realización de instalaciones sanitarias y eléctricas, ya que no necesitan un encofrado en la parte inferior de la losa y solo necesitan apuntalamiento. Las empresas dedicadas a este tipo de servicio a nivel nacional son: Unicon, Entrepisos Lima, Prelima, Beton Decken, entre otras. (Montenegro Carrillo, López Chaupijulca, García Arriola, Vílchez Moreno, & Muñoz Blanco, 2020)

En la **Figura 3** se puede apreciar el esquema de las prelosas pretensadas desde dos ángulos distintos, incluso se puede apreciar el armado de los aceros, el poliestireno, entre otros.

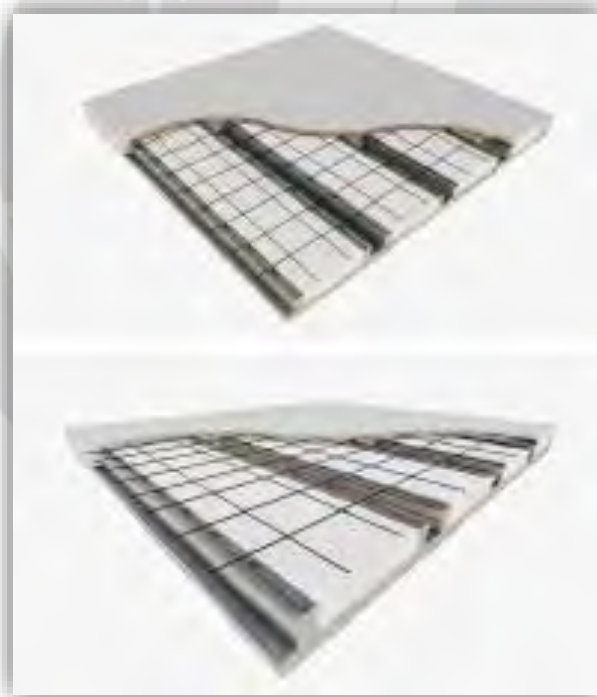


Figura 3. Esquema de prelosas pretensadas.

Tomado de “Manual de prelosas pretensadas” por Concremax (Lima), 2021

En la **Figura 4** se aprecia el proceso de instalación de las prelosas pretensadas en la obra. Este proceso inicia con el traslado a obra de las losas, posteriormente el izaje y montaje de la misma. El segundo paso es la instalación de las soleras y puntales para que el armado no

ceda. El siguiente paso es la colocación del poliestireno, el acero negativo y temperatura en el armado. Finalmente, se realiza el vaciado de la capa de compresión.



Figura 4. Detalle del proceso constructivo con prelosas pretensadas.

Tomado de “Manual de prelosas pretensadas” por Concremax (Lima), 2021

❖ Prelosas ligeras – Aligerado simple:

Este componente prefabricado de concreto con un espesor de 4.5 cm tiene una figura geométrica que varía dependiendo los requerimientos de la obra. Este elemento se encuentra reforzado con acero cada 62.5 cm en sus viguetas longitudinales y contiene poliestireno pegado entre sus viguetas. Es muy utilizado para edificios que requieran losas aligeradas simples. (Entrepisos-Lima, Prelosas ligeras - Aligerado simple, 2022)

Ventajas:

- ✓ Una de las ventajas en la implementación de este elemento es en el medio de descarga, ya que se hace de manera directa a la zona de vaciado y de esta manera poder reducir el almacenamiento como también el acarreo vertical del material.

- ✓ Otra ventaja de este elemento prefabricado es la reducción del personal para la colocación de los ladrillos, ya que para su instalación se utiliza a un rigger, un oficial y un ayudante como se muestra en la **Figura 7**.
- ✓ La reducción de los plazos es otra ventaja y una de las más importantes en los proyectos de edificación.
- ✓ Por último, este tipo de elementos prefabricados no necesita de trabajos de acabados culminada la instalación.

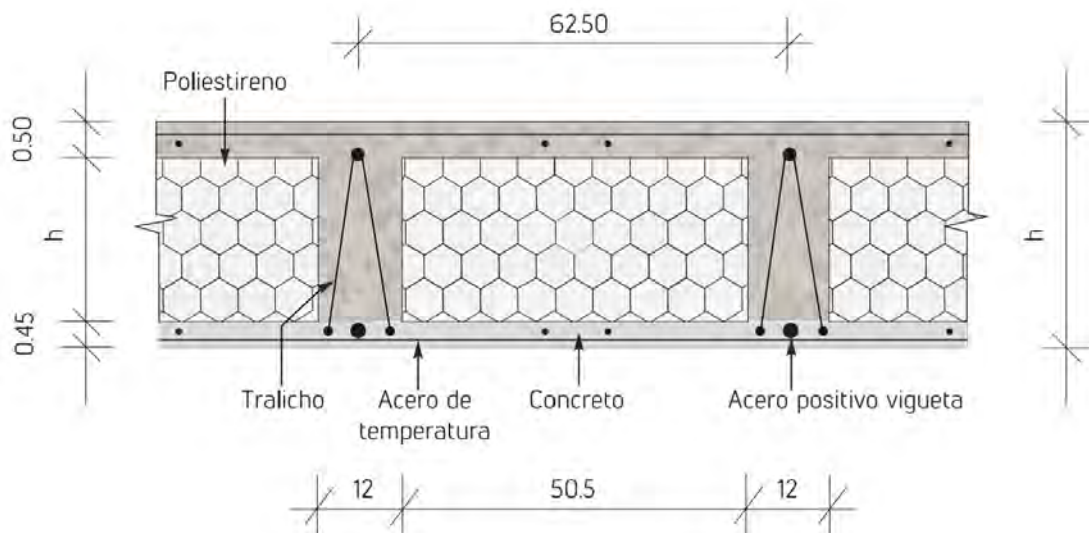


Figura 5. Esquema de diseño de prelosas ligeras -aligerado simple

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022



Figura 6. Vista de planta del diseño de prelosas ligeras – aligerado simple

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022



Figura 7. Modelo de instalación de prelosas ligeras – aligerado simple

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022

❖ **Prelosas ligeras – aligerado compuesto:**

Este elemento prefabricado de concreto tiene un espesor de 4.5 cm y con forma cambiante de acuerdo a los requerimientos de obra. También está reforzado con acero cada 62.5 cm y contiene poliestireno entre las viguetas. A diferencia del aligerado simple, el aligerado compuesto se utiliza en construcciones con armadas en dos direcciones. (Entrepisos-Lima, 2022)

Ventajas:

- ✓ Una de las ventajas en la implementación de este elemento es en el medio de descarga, ya que se hace de manera directa a la zona de vaciado y de esta manera poder reducir el almacenaje como también el acarreo vertical del material.
- ✓ Otra ventaja de este elemento prefabricado es la reducción del personal para la colocación de los ladrillos, ya que para su instalación se utiliza un rigger, un oficial y un ayudante como se observa en la **Figura 10**.
- ✓ La disminución de los plazos es otra ventaja y una de las más importantes en los proyectos de edificación.

- ✓ Por último, este tipo de elementos prefabricados no necesita de trabajos de acabados culminada la instalación.

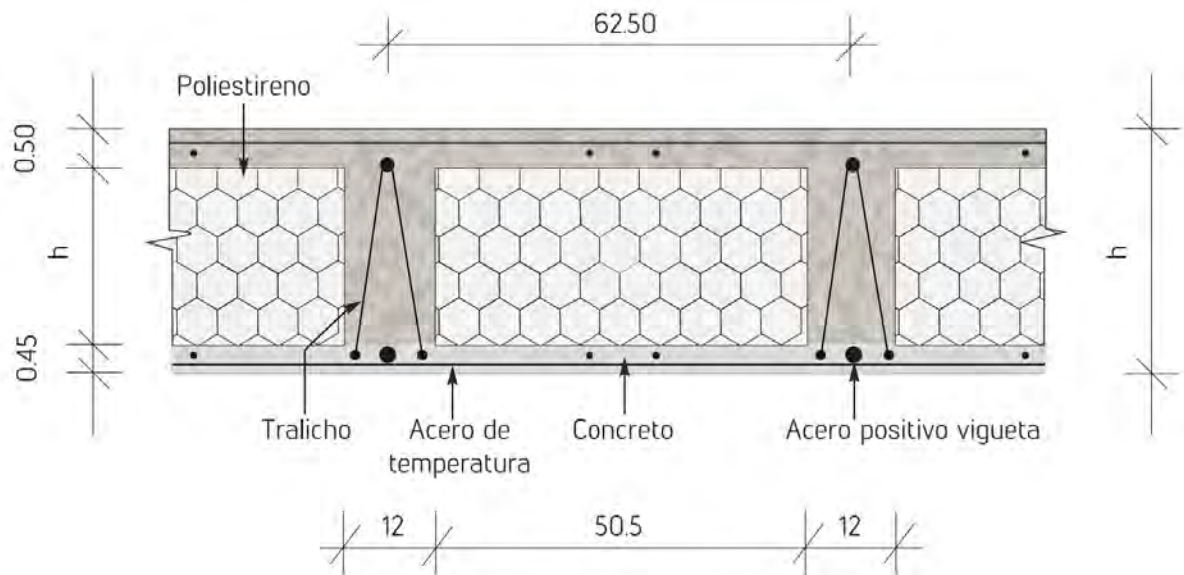


Figura 8. Esquema de diseño de prelosas ligeras - aligerado compuesto

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022

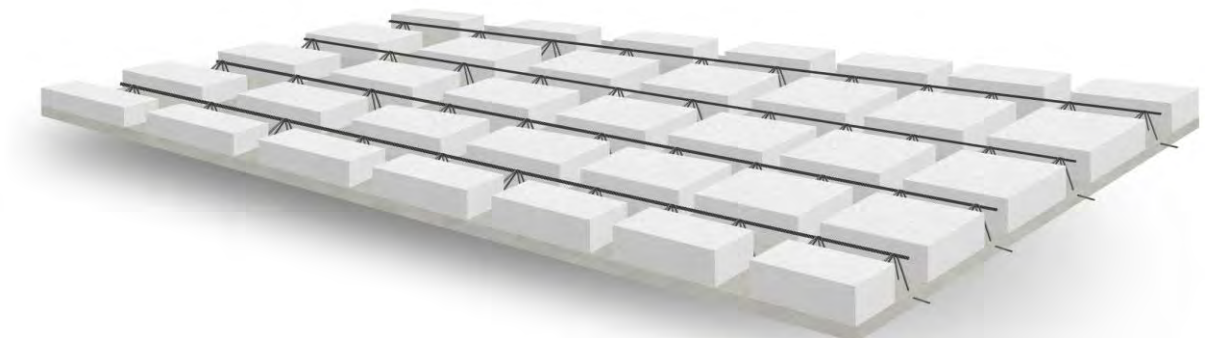


Figura 9. Vista de planta del diseño de prelosas ligeras – aligerado compuesto

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022



Figura 10. Modelo de instalación de prelasas ligeras – aligerado compuesto

Tomado de “Ficha técnica de Prelasas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022

❖ Prelasas macizas

Este elemento prefabricado de concreto tiene un espesor de 4.5 cm y con forma variable de acuerdo a los requerimientos de obra. También está reforzado con acero cada 62.5 cm y contiene poliestireno entre las viguetas por medio de unas bandas. Es utilizado para edificaciones que requieran losas macizas en su diseño. (Entrepisos-Lima, 2022)

Ventajas:

- ✓ Una de las ventajas en la implementación de este elemento es en el medio de descarga, ya que se hace de manera directa a la zona de vaciado y de esta manera poder reducir el almacenaje como también el acarreo vertical del material.
- ✓ Otra ventaja de este elemento prefabricado es la reducción del personal para la colocación de los ladrillos, ya que para su instalación se utiliza un rigger, un oficial y un ayudante como se muestra en la **Figura 13**.
- ✓ La reducción de los plazos es otra ventaja y una de las más importantes en los proyectos de edificación.

- ✓ Por último, este tipo de elementos prefabricados no necesita de trabajos de acabados culminada la instalación.

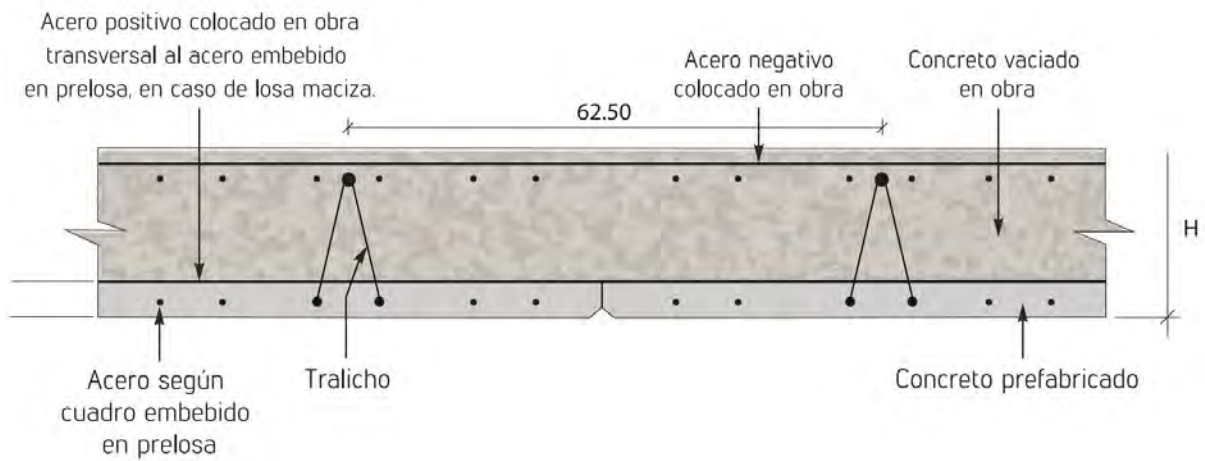


Figura 11. Esquema de diseño de prelosas macizas

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022

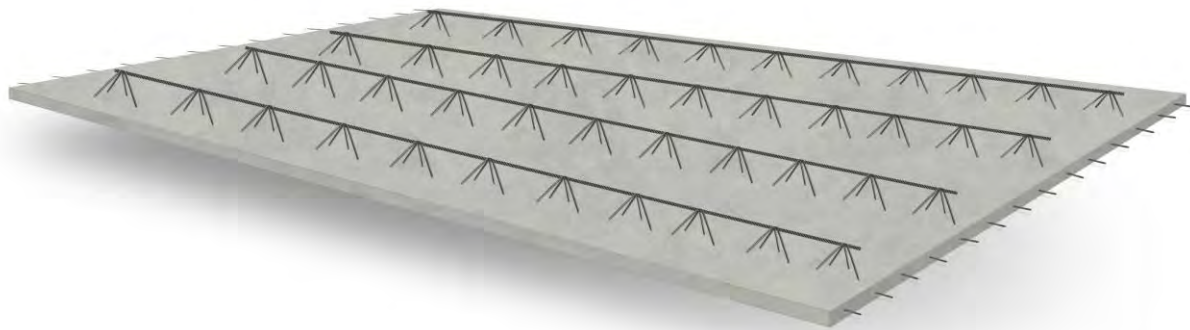


Figura 12. Vista de planta del diseño de prelosas macizas

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022



Figura 13. Modelo de instalación de prelosas macizas

Tomado de “Ficha técnica de Prelosas ligeras – aligerado simple” de Entrepisos Lima (Lima), 2022

❖ Muros o placas:

Son elementos estructurales con mayor capacidad de cargas y de acabado óptimo incluso al ser de menor espesor que las viguetas. Las compañías que brindan este tipo de servicio a nivel nacional son: Unicon, Prelima, Betondecken, entre otras. (Montenegro Carrillo, López Chaupijulca, García Arriola, Vílchez Moreno, & Muñoz Blanco, 2020)

En la **Figura 14** se observa una placa alveolar típica que es elaborada por la empresa Concremax, dentro de estas placas se observa la forma dentro de ella con espacios vacíos y el armado del acero cubierto por concreto.

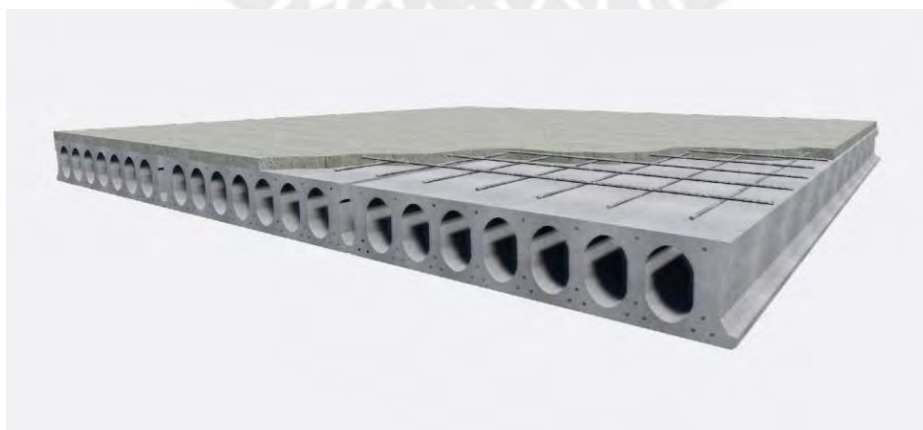


Figura 14. Placas alveolares de concreto mostradas en corte.

Tomado de “Manual de placas alveolares” por Concremax (Lima), 2021

En la **Figura 15** se aprecia el ciclo de instalación de las placas en obra. Este proceso inicia con la llegada de las placas a la obra en el tiempo pactado. Luego se empieza a instalar en el lugar destinado de cada placa para posteriormente colocar los aceros negativos y de temperatura. Finalmente, se realiza un vaciado de concreto en las placas para lograr unir la placa con el acero.



Figura 15. Proceso constructivo de placas alveolares.

Tomado de “Manual de placas alveolares” por Concremax (Lima), 2021

❖ Previgas especiales:

Este elemento estructural es una viga en forma de “U” de 5 cm de espesor en cada lado de la cara, en la cual se coloca un acero positivo embebido que se coloca según las especificaciones del diseño estructural. Además, esta previga de concreto armado tiene una resistencia mínima de $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivos superplastificantes que aseguran la previga con el concreto que se vaciará *in situ*. (Beton-Decken, 2021)

Ventajas:

- ✓ Las previgas pueden ser diseñadas y fabricadas a medida del cliente y establecidas por los planos estructurales, la cual varía su forma geométrica.

- ✓ Permite reducir el tiempo y costo de obra
- ✓ Mejora la productividad/ Disminuye los sectores
- ✓ Reducción de personal en obra
- ✓ Reduce los acabados húmedos



Figura 16. Previgas especiales

Tomado de “Manual de previgas especiales” por Beton Decken (Lima), 2021

2.1.3. Impacto del prefabricado

Economía

Las construcciones realizadas in situ presentan diversos inconvenientes a lo largo de su construcción, tales como trabajos rehechos, cambio de materiales, desperdicios, entre otros. Estos imprevistos perjudican el presupuesto inicial del proyecto e incluso pueden llegar a duplicar el costo directo del proyecto. Por otro lado, utilizar elementos prefabricados permite pactar con la empresa el diseño y cantidad de elementos que se emplearán a lo largo de todo el proyecto definiendo un presupuesto único y cerrado. Si en caso, existieran cambios de diseño, problemas en el prefabricado o alguna modificación en los elementos requeridos, estos deben ser pedidos con anticipación y no en gran cantidad, De esta manera, el uso de prefabricados representa una gran ventaja en la economía del proyecto, pues el presupuesto no varía mucho por imprevistos en la obra como en el caso tradicional. (Madueño, 2016)

Otra ventaja de los elementos prefabricados en relación al costo, radica en las actividades de mantenimiento y operación para años posteriores. Esto se debe a que los elementos son elaborados con tanta precisión y calidad que incluso son muy resistentes al fuego, pues poseen un adecuado recubrimiento para aislarlo del fuego y si en caso la estructura fuera dañada puede ser reemplazada. Por otro lado, la construcción in situ necesita de mantenimiento en años posteriores al no contar con la calidad de los prefabricados. (Montenegro Carrillo, López Chaupijulca, García Arriola, Vílchez Moreno, & Muñoz Blanco, 2020)

Tiempo

El uso de prefabricados representa una gran ventaja en la construcción, pues permite optimizar plazos a lo largo de todo el proyecto. Esta optimización inicia desde la etapa del diseño, al tener claro los elementos a emplear el proyectista contacta con la empresa del prefabricado entregando los detalles para que ésta inicie con su fabricación. Por ejemplo, mientras se inicia con el trabajo de limpieza o excavaciones, la empresa de prefabricados está elaborando los elementos pedidos, permitiendo realizar varias actividades a la par. Incluso, se puede ir realizando el montaje de los elementos mientras otros siguen en fabricación, se sabe que alrededor del 80% de los elementos ya culminó su fabricación cuando se inicia con el montaje. La realización de estas actividades en paralelo representa una ventaja del 40% de rendimiento respecto al sistema tradicional de construcción. (Madueño, 2016)

En la **Figura 17** se aprecia el diagrama de Gantt de un proyecto para centro comercial de 120.00 m² empleando la modalidad de construcción *in situ*. El diagrama nos muestra que en la actividad de estructuras el periodo de desarrollo es de 7 meses y de forma continua. Asimismo, se observa que el proyecto tiene como tiempo de ejecución 18 meses.

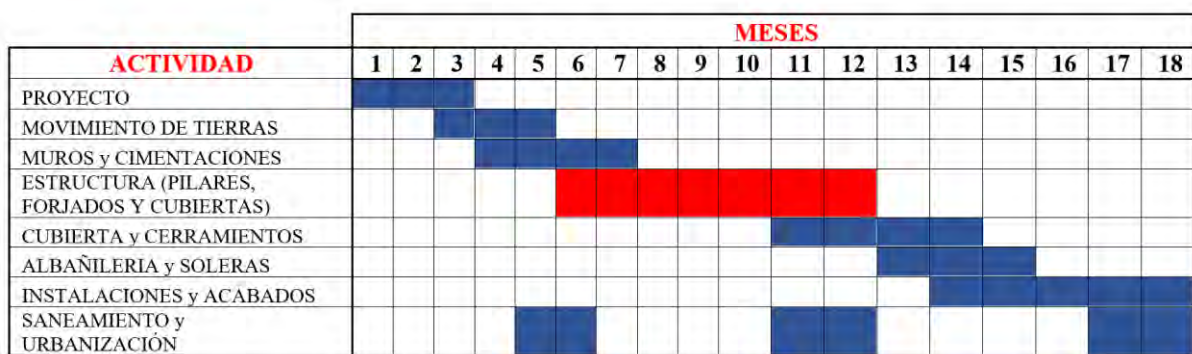


Figura 17. Diagrama de Gantt con la construcción *in situ*.

Tomado de "Asocreto: Evaluación económica de obras con prefabricados" por Noticreto (España), 2015

En la **Figura 18** se presenta el diagrama de Gantt del mismo centro comercial que la **Figura 17**, pero empleando elementos prefabricados. El diagrama nos muestra que las actividades de fabricación empiezan en el mes 4 y culminan en el mes 8, además las actividades de montaje inician en el mes 6 y terminan el mes 9. Entonces, se puede evidenciar que en los meses 6, 7 y 8 algunos elementos están siendo fabricados y otros ensamblados permitiendo un ahorro de tiempo en el plazo total de 4 meses.

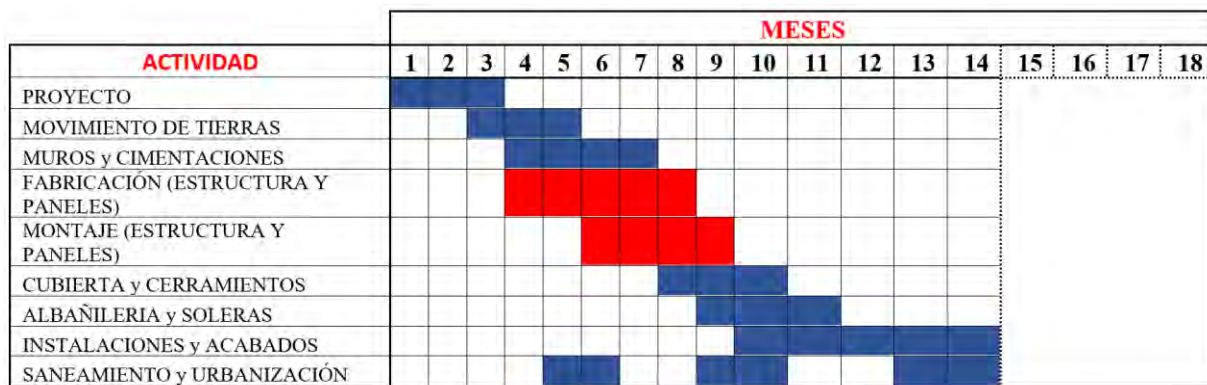


Figura 18. Diagrama de Gantt con prefabricados.

Tomado de “Asocreto: Evaluación económica de obras con prefabricados” por Noticreto (España), 2015

Comparando ambas **Figura 17 y 18**, se observa que los prefabricados permitieron un ahorro de 4 meses en la construcción del proyecto, reafirmando su ventaja competitiva.

No obstante, la prefabricación tiene puntos en contra y uno de los más críticos es el transporte de los componentes prefabricados hasta el punto de realización del proyecto. Por ejemplo, el transporte de elementos diseñados con luces grandes es complicado porque muchas veces es difícil encontrar una ruta adecuada o los vehículos necesarios para el transporte. Por ese motivo, si no se tiene un cuidado riguroso en el anclaje para el transporte pueden ocurrir accidentes o imprevistos que pueden provocar la fisuración del elemento y que deba reemplazarse. (Montenegro Carrillo, López Chaupijulca, García Arriola, Vílchez Moreno, & Muñoz Blanco, 2020)

Calidad

La gestión de calidad es un conjunto de procesos que tiene por objetivo asegurar la calidad de los procesos a partir del cual se obtienen los productos. Estos definen los caminos a seguir en cuestión de la política de cualquier empresa; por ello, el control de calidad es un conjunto de herramientas que son producidas exclusivamente para identificar las posibles fallas. En otras palabras, el control de calidad garantiza que los productos satisfagan los requerimientos mínimos acordados. (Calderón Sanchez, 2020)

Los elementos prefabricados son elaborados en una planta industrial que cumple con patrones y controles exhaustivos a lo largo de todo su ciclo de producción para asegurar un producto adecuado y que se cumplan las especificaciones técnicas requeridas para cada elemento. Por ello, la parte fundamental del prefabricado es la materia prima, ya que es la base de la elaboración; por ello, son seleccionadas de forma cautelosa y pasan por un control de calidad riguroso hasta obtener mezclas de alta resistencia a costos razonables que van a permitir garantizar la calidad. Además, se debe tener en cuenta que la fabricación se elabora en una planta industrial que no está sometida a los eventos meteorológicos, lo cual nos facilita realizar un mejor control de la fabricación. Otro factor importante que nos ayuda a determinar la calidad del prefabricado es el acabado, pues estos son de alta calidad técnica y superior a las obtenidas

in situ y si se buscara mejorar el acabado de estos últimos al nivel de los prefabricados el costo de construcción quedaría afectado, ya que va incrementar su valor. (Madueño, 2016)

Impacto en el entorno

Según las Naciones Unidas, casi el 40% de las emisiones de carbono a nivel mundial en relación con la energía son producidas por los edificios y la construcción de estos. Cerca de un 30% de estas emisiones son producidas por las operaciones de estos edificios (iluminación, calefacción y refrigeración), mientras que un 11% adicional son producidas por el proceso de construcción de los edificios. Es por ello que Nexii Building Solutions, empresa canadiense de tecnología en construcciones sostenibles con sede en Vancouver, desarrolló un sistema que consiste en producir paneles prefabricados para ser implementados como muros, techos y pisos en las edificaciones. Este método es 75% más rápido en comparación con los procesos constructivos tradicionales, ya que en su procedimiento implementa tecnología avanzada utilizando software de modelación 3D que permiten controlar el esquema de la edificación, los recursos que se utilizarán, el potencial de disminuir los residuos y obtener una menor huella de carbono. Por lo tanto, la implementación de elementos prefabricados en la construcción no solo es un ahorro de recursos y tiempo, sino también mejora la calidad de las construcciones haciéndolas más sostenibles y reduce la huella de carbono en la construcción. (Infobae, 2022)

2.2.Principios Estructurales

2.2.1. Conceptos Fundamentales

Concreto Presforzado

El concreto presforzado crea esfuerzos permanentes sobre el elemento estructural para poder incrementar su esfuerzo en servicio y mejorar su resistencia. Estos elementos han sido utilizados para la fabricación de vías de ferrocarriles, depósitos de almacenamiento de agua y en estructuras que por acción del sismo han recibido daño. Además, al ser una combinación entre el concreto y el acero reducen total o parcialmente las deformaciones y esfuerzos producidos por cargas de gravedad haciendo un diseño más eficiente. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

En la **tabla 1** se muestran los diagramas de momentos de una viga simplemente apoyada debido a una carga axial “P” y una fuerza distribuida “w”. A continuación, se explicará las distintas condiciones de fuerza de presfuerzo de la viga:

Viga I: Se observa que la carga axial “P” actúa directamente hacia el eje neutro de la viga, por lo que su DMF, diagrama de momento flector, (P) resulta ser nulo, por lo cual para esta condición no es conveniente colocar una fuerza axial en la viga, ya que no logra contrarrestar el momento provocado por la carga distribuida “w”. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

Viga II: Para esta condición se observa una excentricidad “e” que produce un DMF (P) constante sobre toda la viga, la cual contrarresta el momento máximo al centro de la carga distribuida “w”, pero en el DMT (total), diagrama de momento torsor, se observa un exceso

de momento en los extremos de la viga. Por lo tanto, este diseño aún no es el adecuado ya que no existe momento que contrarreste en los extremos de la viga. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

Viga III: En esta última condición se tiene al elemento con excentricidad mínima en los extremos y máxima en el centro de la viga, provocando una distribución de momentos en el DMF (P) similar al DMF (w), la cual contrarresta de manera eficiente las cargas de la sección de la viga. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

Tabla 1. Momentos flexionantes de vigas presforzadas simplemente apoyadas.

MOMENTOS FLEXIONANTES				
Viga	Condición	DMF (w)	DMF (P)	DMF (total)
I				=
II				=
III				=

Nota. Tomado de “Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas” por ANIPPAC (México), 2000

Concreto Pretensado y Postensado

Es importante mencionar la diferencia entre estos dos sistemas, ya que existen aplicaciones que son exclusivas del pretensado o del postensado, pero es recomendable utilizar el sistema pretensado cuando el proyecto necesita mayor rapidez de construcción.

Concreto Pretensado: Este sistema consiste en tensar los tendones previo al vaciado del concreto. Para conseguirlo es necesario de moldes especiales (bloques de concreto sepultados en el suelo) que soporten la fuerza del presfuerzo, que será transmitida al elemento, durante el vaciado y curado del concreto antes de poder cortar los tendones. Además, el curado de estos elementos se realiza con vapor de agua y cubriéndose con una lona. A continuación, se

muestran los elementos para la fabricación de un elemento pretensado. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

En la **Tabla 2** se observa la fabricación de una viga pretensada.

Tabla 2. Fabricación de un elemento pretensado

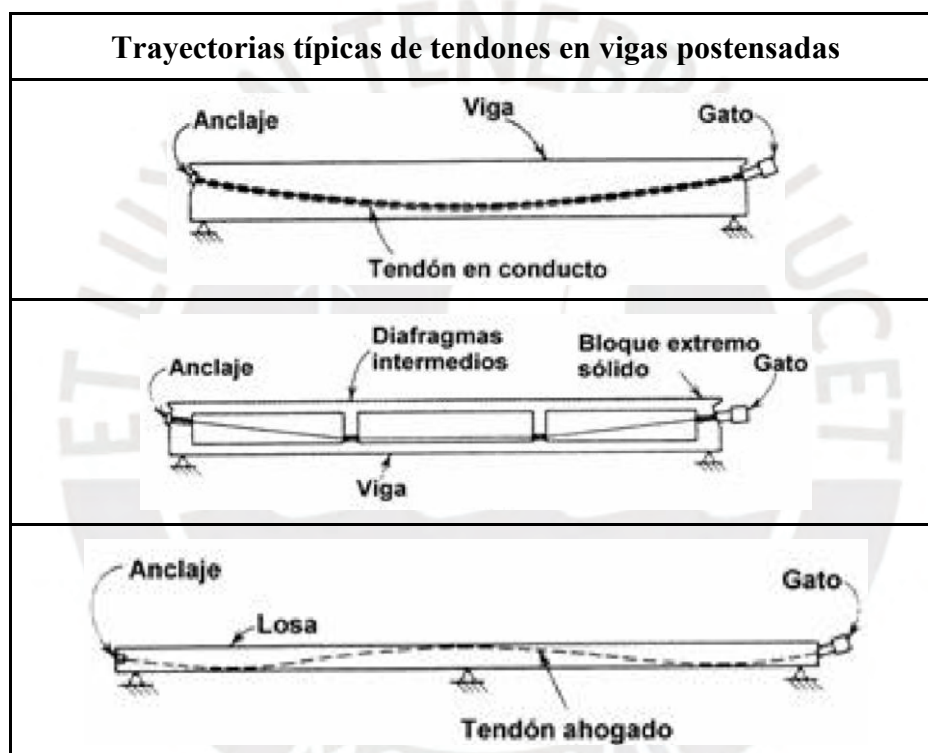
Fabricación de un elemento pretensado	
<p>(a)</p> <p>(ANIPAC, 2000:5)</p>	<p>(a): Trayectoria horizontal</p>
<p>(b)</p> <p>(ANIPAC, 2000:5)</p>	<p>(b): Desvío de torones</p>
<p>(c)</p> <p>(ANIPAC, 2000:5)</p>	<p>(c): Producción en serie</p>

Nota. Tomado de “Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas” por ANIPPAC (México), 2000

Concreto Postensado: Este sistema se basa en tensar los tendones y anclarlos sobre sus extremos posteriormente de que el concreto haya sido vaciado y fraguado. Para que así alcance su resistencia necesaria y cumpla con los objetivos estructurales. Este procedimiento se efectúa colocando ductos que permitan variar la excentricidad a lo largo del elemento. Estos ductos son llenados con mortero cuando el acero del elemento este perfectamente tensado y anclado. A continuación, se muestra la trayectoria más frecuente de los tendones en vigas postensadas. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

En la **Tabla 3** que se observa a continuación, se presentan las trayectorias típicas de los tendones en una viga postensadas.

Tabla 3. Trayectorias típicas de tendones en vigas postensadas



Nota. Tomado de “Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas” por ANIPPAC (México), 2000

Este sistema de postensado puede ser realizado en obra y en elementos fabricados de la misma planta, pero frecuentemente son utilizadas en vigas con grandes dimensiones, vigas hiperestáticas, tanques de agua, losas, dovelas y diafragmas para puentes, entre otros. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

Transmisión de cargas y apoyos

Los elementos prefabricados son sometidos a estados de cargas, las cuales pueden llevar a la estructura a condiciones críticas que podrían dañar la estructura. Por lo tanto, el diseño de una

estructura prefabricada debe ser óptimo y para lograrlo es necesario incluir aceros de presfuerzo para reforzar el elemento estructural y obtenga el comportamiento deseado en el transcurso de todo el proceso de fabricación. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

La **Figura 19** presenta el gráfico de carga-deflexión de una viga presforzada y el proceso de cargas para cada estado de esfuerzos, la cual podemos observar que a medida que aumenta la carga se produce una reducción de la contra flecha hasta que llega a la zona de carga viva, en donde se produce una flecha que llega al punto de descomposición; para luego superar el estado de fluencia y alcanzar la carga última.

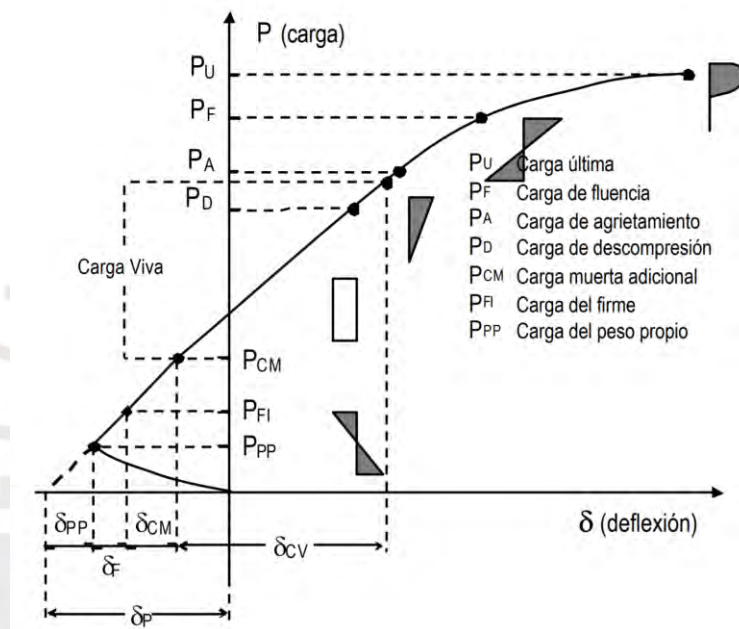


Figura 19. Gráfica carga-deflexión de una viga presforzada típica.

Tomado de “Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas” por ANIPPAC (México), 2000

Todo el proceso del esquema de cargas para su fabricación se divide en tres etapas:

Etapas de transferencia: Se da al desprender los tendones del elemento pretensado o cuando se libera el anclaje de los extremos del elemento postensado. En esta etapa, su resistencia inicial logra alcanzar el 80% del total. Además, en esta etapa se logra alcanzar la contra flecha máxima debido a que el presfuerzo es neutralizado por el peso del propio elemento. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

Etapas intermedia: Se da la movilización y montaje del elemento estructural. Para la colocación de los ganchos y los dispositivos de montaje se debe tener cuidado al colocarlos porque podrían alterar el estado estático del elemento. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

Etapa final: En esta última etapa, se consideran todas las posibles combinaciones de cargas para obtener un comportamiento eficaz de la estructura. Además, para esta etapa se consideran las condiciones de resistencia última y las condiciones de servicio considerando los esfuerzos permisibles, las deformaciones y los agrietamientos. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

2.2.2. Materiales que componen el Prefabricado

Concreto

El concreto es el componente de la construcción que más se utiliza en el rubro de la construcción, la cual es obtenida de la mezcla de la arena con el cemento portland, piedra chancada y agua. Este elemento es muy utilizado por su gran resistencia frente al agua que permite la construcción de múltiples proyectos tales como canales de irrigación, presas, tanques de almacenamiento, edificios, entre otros. El concreto reforzado es la unión del concreto con varillas de acero que permiten un mejor desempeño del elemento al resistir grandes fuerzas. (Kumar, 1998)

En la industria del concreto prefabricado se requieren altas resistencias tempranas de por lo menos 280 kg/cm², por ello pasan por varios procesos de calidad e incluso se incorporan aditivos para lograr la resistencia en 28 días. Para lograr resistencias tempranas se utilizan proporciones de cementos más grandes y relaciones de agua/cementos deben ser menores de 0.45 para obtener velocidades de desarrollo más rápidas. (Kumar, 1998)

Acero de Presfuerzo

El acero es un elemento muy dúctil que permite deformaciones de hasta 9%, por lo cual se encarga de proteger al elemento de los efectos de cargas de gravedad. Además, este elemento contrarresta los esfuerzos y momentos generados por dichas cargas. Se pueden emplear distintas formas de acero de presfuerzo como varillas de acero de aleación, torón y alambres. (Rodríguez, Betancourt, & Reinoso, 2000)

2.2.3. Unión de Elementos Estructurales

Se sabe de la diferencia que existe entre el comportamiento de los elementos vaciados *in situ* y los elementos prefabricados. Por ello, las uniones de estos elementos es un paso muy importante, ya que estas uniones se encargan de poder transmitir las fuerzas de sismo y viento, las variaciones de temperatura y los asentamientos diferenciados, entre otros. Además, se recomiendan usar factores de seguridad con una carga adicional para garantizar el buen funcionamiento de estas uniones, pero esto depende del criterio de diseño que el ingeniero tenga como juicio. Las conexiones para elementos prefabricados se dividen en dos grandes grupos: Conexiones soldadas y conexiones emulativas del concreto vaciado *in situ*. (Quintero & Guerrero, 2020)

Conexiones soldadas de elementos prefabricados

Este tipo de conexiones permite ser realizado con poco esfuerzo en obra, pero es necesario el uso de la soldadura y que la persona a realizar el trabajo tenga una alta precisión para el montaje de los elementos que la componen. Además, este tipo de conexiones están expuestas a las condiciones del clima ya que son ejecutadas en obra. (ANIPPAC, 2020)

En la **Figura 20** se observa un ejemplo de ensamblaje de conexión soldada para un elemento prefabricado sobre su lecho inferior.



Figura 20. Conexión soldada en el lecho inferior.

Tomado de “*Conexiones en las estructuras prefabricadas*” por ANIPPAC (México), 2020

En la **Figura 21** se observa un ejemplo de ensamblaje de conexión soldada para un elemento prefabricado sobre su lecho superior.



Figura 21. Conexión soldada en el lecho superior.

Tomado de “*Conexiones en las estructuras prefabricadas*” por ANIPPAC (México), 2020

En la **Figura 22** se puede observar los detalles del ensamblado de conexiones soldadas de un elemento prefabricado.

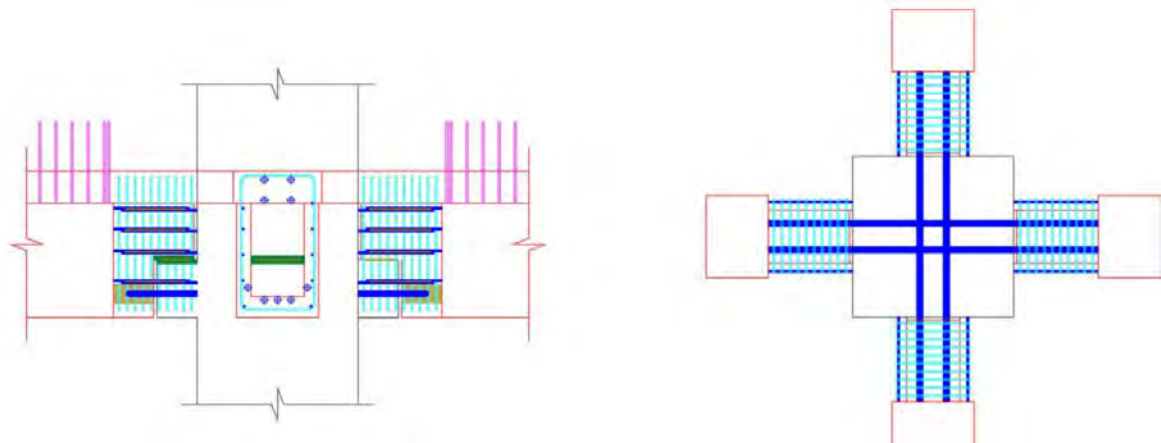


Figura 22. Detalles de conexión soldada en un elemento prefabricado.

Tomado de “Conexiones en las estructuras prefabricadas” por ANIPPAC (México), 2020

Conexiones de elementos prefabricados emulativas del concreto vaciado in situ

Este tipo de conexiones, en general, tiene un mejor comportamiento que las conexiones soldadas descritas anteriormente y no necesitan de soldadura para su implementación. (ANIPPAC, 2020)

En la **Figura 23** se visualiza el ensamblado de un componente prefabricado reforzado concreto con conexiones emulativas



Figura 23. Conexión emulativa del concreto reforzado.

Tomado de “Conexiones en las estructuras prefabricadas” por ANIPPAC (México), 2020

En la **Figura 24** se observan los detalles del ensamblado de una conexión emulativa para elementos prefabricados.

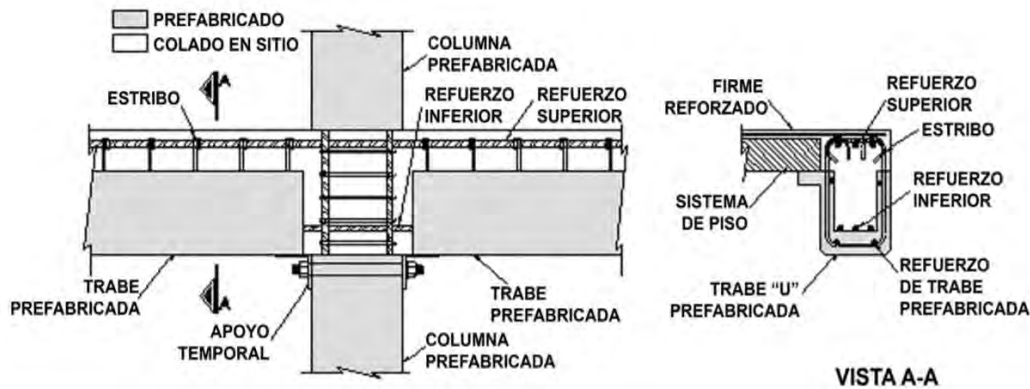


Figura 24. Detalles de conexión emulativa de elementos prefabricados.

Tomado de “*Conexiones en las estructuras prefabricadas*” por ANIPPAC (México), 2020

2.3. Diagnóstico del prefabricado

2.3.1. Situación del concreto prefabricado en el Perú

Actualmente, el sector construcción registra un crecimiento continuo en el último año, pero no todo es favorable puesto que los costos que comúnmente se manejaban se han ido incrementando en los últimos 12 meses. Por ejemplo, según la revista Costos, el precio de los materiales como el acero ha crecido un 41%; los ladrillos, un 41.9%; y las losetas, un 7.9% en el mercado peruano y a nivel mundial también los precios se han incrementado. Por un lado, los elementos prefabricados son bastante demandados en el sector construcción y minería, al contar con elementos que permiten construir distintos tipos de infraestructuras en un menor tiempo comparada con la construcción convencional. Esto se debe a que el prefabricado es elaborado en fábricas estando expuesto a un mejor control de calidad, se logra reducir los costos en mano de obra de la elaboración del proyecto, las piezas diseñadas son más precisas e incluso se recicla materiales en su elaboración y es de fácil armado o instalación en las construcciones. El objetivo principal del prefabricado es la optimización del proceso de construcción, tener un costo adecuado y un ahorro de recursos. Un claro ejemplo es la empresa Cementos Pacasmayo, quien controla alrededor del 10% del mercado de prefabricados en el norte del Perú; además, existen otras empresas de prefabricados: Mixercon, Unicon, Precast, etc. Por otro lado, hoy en día en las diversas construcciones tarde o temprano se tendrán al menos una pieza prefabricada en sus proyectos a corto y largo plazo. (OptimizaContratistas, 2020)

Durante la época de pandemia debido a la paralización y posterior reinicio de la construcción la demanda de prefabricados se incrementó por la fácil instalación y manipulación de dichos elementos estructurales. De esta forma, también, se redujo el personal de algunas actividades en la construcción por el fácil manejo del prefabricado y los contagios que se vienen afrontando por la COVID-19. (Meneses & Ramirez, 2021)

Finalmente, según el representante de UNICON el Ingeniero Fabian Agudelo, el impacto de los elementos prefabricados en un proyecto es variable y va a depender la cantidad de elementos que se va a prefabricar para posteriormente ser usada. Por ejemplo, para un edificio residencial, que contará con vigas y elementos de entresijos prefabricados, el plazo de

ejecución se puede reducir hasta un 25% con el uso de prefabricados. (OptimizaContratistas, 2020)

2.3.2. Situación del concreto prefabricado en otros países

El país que lidera la construcción con prefabricados en Sudamérica es Chile y según el estudio realizado por Precast Concrete Institute (PCI), los edificios se caracterizan por tener un buen comportamiento sísmico producto de una elaborada investigación y adaptación del prefabricado en zonas sísmicas. Otro país que usa de forma continua los prefabricados desde los años 80 es México y la construcción más icónica es la sección del metro de la ciudad de México, construida por TICONSA en el año 1984 (Percca, 2015). Asimismo, Estados Unidos es el país que cuenta con mayor investigación en prefabricados de concreto a nivel mundial y en los años 50 inaugura el Precast Concrete Institute (PCI) en la ciudad de Tampa, Florida con el propósito de recopilar experiencias para elaborar especificaciones que puedan guiar el uso de los prefabricados. (Montenegro Carrillo, López Chaupijulca, García Arriola, Vílchez Moreno, & Muñoz Blanco, 2020)

Por otro lado, a inicios del presente año 2021 el número de obras con prefabricados en España experimentó una baja del 6%, pero para el siguiente mes (febrero) se logró un incremento del 20% en obras de prefabricados. Esta información fue recopilada por Construdatos - Doubletrade y la Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón (ANDECE), quien a su vez está conformada por las compañías más importantes de la industria del concreto en España, manejando aproximadamente el 70% del negocio industrial (Concremax, Manual de viguetas, 2021). (Newswire, 2021)

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación será de tipo descriptiva, ya que se describirán las diferencias más comunes entre el sistema tradicional de vaciado *in situ* y la implementación de elementos prefabricados. Además, esta investigación tiene un carácter analítico y cuantitativo, ya que se analizarán y cuantificarán las diferencias en el costo y tiempo de estos dos sistemas partiendo de un proyecto ya realizado, el cual será el caso de estudio.

3.2. Fuentes de información de la investigación

Para el desarrollo y validez de la información se acudirá a las siguientes fuentes:

- ✓ Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA”
- ✓ Presupuesto actualizado del proyecto
- ✓ Cotización de precios de viguetas prefabricadas brindadas por CONCREMAX
- ✓ Revistas científicas

3.3.Descripción del proyecto

3.3.1. Resumen del proyecto

Este proyecto tuvo como nombre “Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” y tuvo como finalidad el mejoramiento de la infraestructura del área académica y gestión administrativa de la UNA ubicada en Puno. Además, el expediente técnico obedece al cumplimiento de la programación de proyectos aprobada y ejecutada en el año 2012.

3.3.2. Ubicación del proyecto

El proyecto fue realizado sobre las fronteras de la ciudad universitaria de la UNA.

3.3.3. Planos y cronograma

Los planos y el cronograma general serán presentados en los Anexos.

3.3.4. Datos financieros

A continuación, se presentará un resumen de los datos financieros del proyecto en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Resumen de datos financieros

RESUMEN DE DATOS FINANCIEROS	
Sector:	Universidades
Pliego:	Universidad Nacional Del Altiplano
Función:	Educación
Programa:	Educación Superior
Sub Programa:	Educación Superior Universitaria
Fuente De Financiamiento:	Recursos Ordinarios
Emtodad Gestora:	Universidad Nacional Del Altiplano
Ejecución:	"Oficina De Arquitectura Y Construcción"
Código Snip:	206514

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

Además, en la siguiente **Tabla 5** se muestra un resumen del presupuesto total desagregado por componentes de ejecución.

Tabla 5. Resumen de presupuesto desagregado

DESCRIPCIÓN	COSTO S/.
I.- COSTO DIRECTO:	
1.1.- OBRAS DE ESTRUCTURAS	8'834,337.38
1.2.- OBRAS DE ARQUITECTURA	6'869,449.13
1.3.- OBRAS DE INSTALACIONES SANITARIAS	589,783.59
1.4.- OBRAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2'110,476.88
1.5.- RED PRIMARIA 10 KV	451,373.75
1.6.- MITIGACION AMBIENTAL	37,500.00
TOTAL COSTO DIRECTO	18'892,920.73
II.- COSTOS INDIRECTOS	
II.1.-GASTOS GENERALES (5.00%)	944,646.04
II.2.-GASTOS DE SUPERVISION (1.50%)	283,393.81
II.3.-GASTOS DE LIQUIDACION (0.20%)	37,785.84
TOTAL COSTO INDIRECTO	1'265,825.69
PRESUPUESTO TOTAL	20'158,746.42

Tomado del "Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA" (2012)

Cabe precisar que el presupuesto del proyecto fue realizado en el año 2012, por lo cual se actualizará el presupuesto de la especialidad de estructuras para el análisis comparativo.

En la **Tabla 6** se puede observar el presupuesto de la partida de estructuras, la cual está subdividida en 4 ítems: Edificio de 15 niveles, tanque de cisterna, casa de fuerza y sistema de protección de aguas subterráneas.

Tabla 6. Presupuesto de estructuras

PRESUPUESTO		
Ítem	Descripción	Parcial
01	Edificio 15 Niveles	S/ 8,721,897.31
01.01	OBRAS PROVISIONALES	S/ 43,439.76
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	S/ 24,064.80
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES	S/ 19,374.96
1.02	TRABAJOS PRELIMINARES	S/ 593,537.31
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO	S/ 4,657.11
01.02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	S/ 2,090.20
01.02.03	SERVICIOS	S/ 521,430.00

01.02.04	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	S/	65,360.00
1.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	166,298.67
01.03.01	NIVELACIÓN DE TERRENO	S/	1,051.20
01.03.02	CORTES	S/	2,289.00
01.03.03	RELLENOS	S/	161,828.25
01.03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	S/	1,130.22
1.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/	97,002.91
01.04.01	CONCRETO SIMPLE	S/	97,002.91
1.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	S/	7,821,618.66
01.05.01	ZAPATAS	S/	73,225.34
01.05.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN	S/	88,674.87
01.05.03	CIMENTACION REFORZADA PARA MUROS DE CONTENCIÓN	S/	218,908.77
01.05.04	MURO DE CONTENCIÓN	S/	199,964.61
01.05.05	COLUMNAS	S/	694,865.91
01.05.06	PLACAS	S/	1,075,074.36
01.05.07	PLACAS DE ASCENSOR	S/	694,647.64
01.05.08	VIGAS	S/	2,151,252.62
01.05.09	LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS	S/	2,061,436.06
01.05.10	ESCALERAS	S/	191,453.34
01.05.11	PLACA INCLINADA REFORZADA	S/	112,201.41
01.05.12	COLUMNETAS Y VIGUETAS	S/	160,468.45
01.05.13	TANQUE ELEVADO	S/	34,908.01
01.05.14	CUARTO DE ESCALERAS	S/	38,237.40
01.05.14.01	COLUMNAS	S/	8,786.15
01.05.14.02	VIGAS	S/	11,458.63
01.05.14.03	LOSAS MACIZAS	S/	17,992.62
01.05.15	CASA DE MAQUINA DE ASCENSOR	S/	26,299.87
01.05.15.01	COLUMNAS	S/	5,056.12
01.05.15.02	PLACAS	S/	3,020.98
01.05.15.03	VIGAS	S/	5,093.38
01.05.15.04	LOSAS MACIZAS	S/	13,129.39
02	TANQUE DE CISTERNA	S/	73,777.45
2.01	TRABAJOS PRELIMINARES	S/	287.29
2.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	S/	108.84
2.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	5,170.25
2.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/	2,003.95
2.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	S/	66,207.12
02.05.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	S/	12,965.01
02.05.02	MURO REFORZADO PARA TANQUE CISTERNA	S/	25,264.60
02.05.03	COLUMNAS	S/	4,571.52
02.05.04	VIGAS	S/	4,714.00
02.05.05	LOSAS MACIZAS	S/	15,789.11
02.05.06	LOSAS ALIGERADAS	S/	2,902.88
03	CASA DE FUERZA	S/	17,732.13
3.01	TRABAJOS PRELIMINARES	S/	229.60

3.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	S/	137.90
3.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	1,133.17
3.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/	2,659.54
3.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	S/	13,571.92
03.05.01	ZAPATAS	S/	1,007.81
03.05.02	COLUMNAS	S/	1,990.95
03.05.03	VIGAS	S/	4,484.43
03.05.04	LOSAS ALIGERADAS	S/	6,088.73
4	SISTEMA DE PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS	S/	20,930.49
	COSTO DIRECTO	S/	8,834,337.38

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

El costo directo del presupuesto de estructuras resultó S/ **8,834,337.38**, por lo cual se realizó el siguiente análisis mostrado en la **Tabla 7** de las vigas y losas que se van a comparar con respecto al costo directo:

Tabla 7. Análisis de presupuesto

Elementos a analizar	Parcial
Vigas	S/ 2,151,252.62
	S/ 11,458.63
	S/ 5,093.38
	S/ 4,714.00
	S/ 4,484.43
Losas Aligeradas con viguetas prefabricadas	S/ 2,061,436.06
Losas Macizas	S/ 17,992.62
	S/ 13,129.39
	S/ 15,789.11
Losas Aligeradas	S/ 2,902.88
	S/ 6,088.73
Total	S/ 4,294,341.85
COSTO DIRECTO	S/ 8,834,337.38
%Representación	48.61%

En la **Tabla 8** se presenta un resumen del costo de los elementos a analizar por ítems y el porcentaje con respecto al costo directo del total del presupuesto de estructuras.

Tabla 8. Resumen del costo por ítems

Ítem	Costo(S./) / Representación del CD (%)
Edificio de 15 niveles	 <p data-bbox="1257 790 1394 857"> Vigas y Losas S/ 4,260,362.70 48.23% </p>
Tanque de cisterna	 <p data-bbox="1225 1137 1362 1205"> Vigas y Losas S/ 23,405.99 0.26% </p>
Casa de fuerza	 <p data-bbox="1225 1435 1362 1503"> Vigas y Losas S/ 10,573.16 0.12% </p>

3.3.5. Periodo y modalidad de ejecución

La duración de la realización de la obra duró 730 días calendarios (24 meses) desde la entrega del terreno. La forma de ejecución se realizó por ejecución presupuestaria directa y la designación de los recursos fue realizado por parte del Gobierno Central – Ministerio de Economía y Finanzas. Además, las valorizaciones mensuales fueron dispuestos según el cronograma de progreso de la obra del expediente técnico presentado.

3.4. Diseño de la investigación

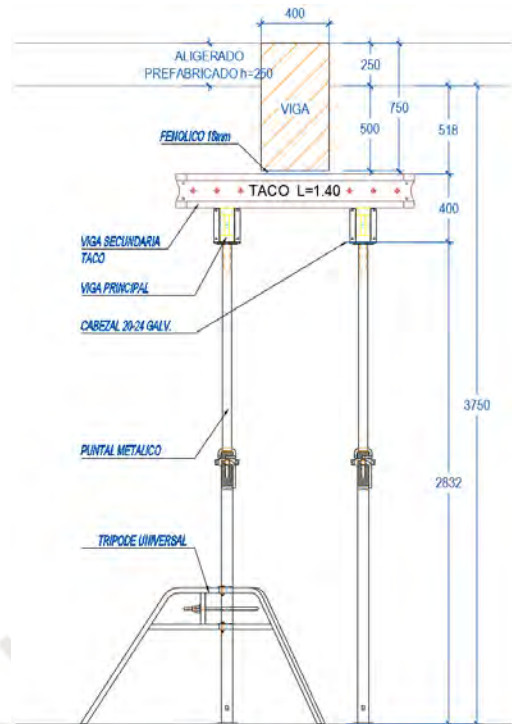
La investigación se desarrolló en 4 etapas fundamentales para ambas modalidades de construcción:

- a) En el caso de la modalidad de construcción *in situ* se actualizó los precios unitarios del proyecto UNA para determinar el presupuesto total del proyecto. Por otro lado, para la construcción con prefabricados se tienen cotizaciones de prelosas y previgas brindadas por Concremax, Entrepisos Lima y Beton Decken, la cual se utilizaron para estimar el costo de la obra con prefabricados para cada empresa.
- b) Se detallaron los procesos constructivos para las losas y vigas vaciadas *in situ* como también para la fabricación, instalación y posicionamiento de las prelosas y previgas.
- c) Se mostró el cronograma de obra de las losas y vigas de la modalidad de construcción *in situ* y se estimó el cronograma de montaje y transporte de las prelosas y previgas.
- d) Por último, se realizó un análisis comparativo de las 3 fases anteriores para estimar los beneficios del sistema de prefabricados frente al sistema *in situ*.

4. ANÁLISIS DE LAS MODALIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La investigación abarcó el análisis para losas aligeradas, losas macizas y vigas tanto para la modalidad de construcción *in situ* como para la modalidad de construcción con elementos prefabricados.

Para ello, el proyecto de “Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” utilizó vigas principales de 40 cm x 75 cm como se muestra en la **Figura 25** extraídos de los planos del proyecto. También, utilizó losas aligeradas de 25 cm de espesor y losas macizas de 20 cm de espesor que se pueden observar en el **Anexo 7.1** de planos.



CORTE TIPICO INTERIOR

Figura 25. Corte típico interior

Tomado de “*Planos del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA*” (2012)

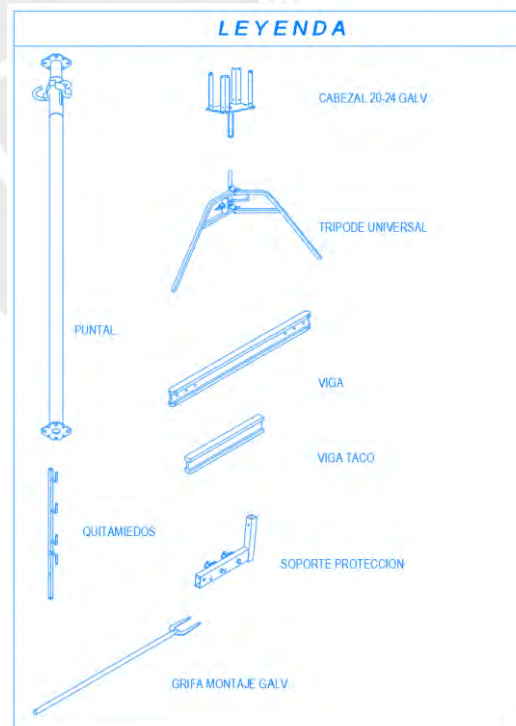


Figura 26. Leyenda de elementos del corte interior

Tomado de “*Planos del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA*” (2012)

4.1. Proyecto UNA: construcción *in situ*

4.1.1. Actualización de precios unitarios y presupuesto del proyecto

Seguidamente, se muestran las tablas del análisis de costo unitario (ACU) actualizados de cada partida dividida en 3 ítems: obras de concreto armado, cuarto de escaleras y cajá de máquinas del ascensor del proyecto de ampliación de la universidad para el sistema de construcción *in situ*.

Cabe mencionar que los precios fueron actualizados tomando como referencia la revista Costos edición 2022. (Costos, 2022)

Losas:

Obras de concreto armado

Tabla 9. ACU de concreto premezclado en losas aligeradas F'c= 280kg/cm2

Partida Rendimiento	01.05.09.01 m3/DIA	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS ALIGERADAS F'c = 280 KG/CM2			Costo unitario directo	78.49
		MO.			por: m3	
		60.000	EQ.	60.000		
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	29.08	0.39
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.5333	24.23	12.92
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.2667	19.13	5.10
0147010004	PEON	hh	8.0000	1.0667	17.29	18.44
						36.85
	Materiales					
02190100010027	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	m3		1.0200	319.27	325.66
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	36.12	36.84
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						38.87
	Equipos					
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	HE	2.0000	0.2667	6.25	1.67
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	36.85	1.11
						2.77

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 10. ACU de encofrado y desencofrado en losas aligeradas con viguetas prefabricadas

Partida	01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS					48.55
Rendimiento	m2/DIA	MO.				Costo unitario	
			50.000	EQ.	50.000	directo por : m2	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	29.08	0.47	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	24.23	7.75	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	19.13	6.12	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.6400	17.29	11.07	
							25.41
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0500	4.48	0.22	
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.0500	4.48	0.22	
0253100003	PETROLEO	glh		0.0500	14.05	0.70	
							1.15
	Equipos						
0301030014	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA SOPORTE DE LOSA PREFABRICADA INC. ACCESORIOS	m2		1.0200	20.00	20.40	
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m-3.00 m)	he	0.2500	0.0400	8.00	0.32	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	25.41	1.27	
							21.99

Tomado del Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 11. ACU de acero de refuerzo $F'y=4200$ kg/cm² en losas aligeradas prefabricadas

Partida	01.05.09.03		ACERO DE REFUERZO $F'y=4200$ KG/CM ² EN LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS			Costo unitario directo por : kg	6.80
	Rendimiento	kg/DIA	MO.	250.000	EQ.		
Código	Descripción Recurso Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	29.08	0.09
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.23	0.78
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.0640	19.13	1.22
							2.09
Materiales							
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16		kg		0.0300	4.48	0.13
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60		kg		1.0500	4.10	4.31
							4.44
Equipos							
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)		he	0.5000	0.0160	8.00	0.13
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.09	0.10
0337030001	CIZALLA P/ FIERRO CONST. HASTA 3/4"		HE	0.5000	0.0160	1.90	0.03
							0.26

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 12. ACU de plastroformo p/viguetas eje 41 cm H=20 cm según E.T.

Partida	01.05.09.04	PLASTOFORMO P/VIGUETAS EJE 41 CM H=20 CM SEGÚN E.T.			188.35	
Rendimiento	m3/DIA	MO.	Costo unitario			
			100.000	EQ.	100.000	directo por : m3
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	29.08	0.23
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	24.23	1.94
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.1600	19.13	3.06
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.2400	17.29	4.15
						9.38
	Materiales					
02100500020002	POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA TECHO 100X44X20CM DENSIDAD 9 - 12 KG/M3	m3		1.0200	175.00	178.50
						178.50
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.38	0.47
						0.47

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 13. ACU de viguetas pretensadas prefabricadas

Partida	01.05.09.05	VIGUETAS PRETENSADAS PREFABRICADAS			32.17	
Rendimiento	m/DIA	MO.	Costo unitario			
			200.000	EQ.	200.000	directo por : m3
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	29.08	0.12
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	24.23	0.97
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	19.13	1.53
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1600	17.29	2.77
						5.38
	Materiales					
0229010101	VIGUETA PRETENSADA PREFABRICADA FC= 350 - 400 KG/CM2 m			1.0200	26.00	26.52
						26.52
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.38	0.27
						0.27

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 14. ACU de malla electrosoldado cocada 10x10cm D=4.20 mm según E.T.

Partida Rendimiento	01.05.09.06 m2/DIA	MALLA ELECTROSOLDADO COCADA 10X10CM D=4.20MM SEGUN E.T.			Costo unitario	
		MO.			23.62	
			200.000	EQ.	200.000	directo por : m3
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	29.08	0.12
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	24.23	0.97
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	19.13	1.53
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0800	17.29	1.38
						4.00
	Materiales					
02041500010004	MALLA ELECTROSOLDADA 2.40x6.00M COCADA 10X10CM D=4.20MM	m2		1.0500	18.50	19.43
						19.43
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.00	0.20
						0.20

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Cuarto de escaleras

Tabla 15. ACU de concreto premezclado en losas macizas F'c= 280 kg/cm2

Partida Rendimiento	01.05.14.03.01 m3/DIA	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS F'c = 280 KG/CM2			Costo unitario	
		MO.			608.48	
			10.000	EQ.	10.000	directo por : m3
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.08	2.33
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	3.2000	24.23	77.54
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	19.13	30.61
0147010004	PEON	hh	8.0000	6.4000	17.29	110.66
						221.13
	Materiales					
02190100010027	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	m3		1.0200	319.27	325.66
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	36.12	36.84
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						364.52
	Equipos					
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	1.6000	7.36	11.78
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	1.0000	5.0000	221.13	11.06
						22.83

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 16. ACU de encofrado y desencofrado en losas macizas

Partida	01.05.14.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS			72.19	
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario		
				directo por : m2		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh		0.0700	29.08	2.04
0147010002	OPERARIO	hh		0.7000	24.23	16.96
0147010003	OFICIAL	hh		1.0500	19.13	20.09
0147010004	PEON	hh		0.5700	17.29	9.86
						48.94
	Materiales					
02190100010027	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2200	4.48	0.99
02190500010001	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	5.00	0.50
0234000000	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		3.5000	5.80	20.30
						21.79
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	1.0000	3.0000	48.94	1.47
						1.47

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 17. ACU de acero de refuerzo $F'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en losas macizas

Partida Rendimiento	01.05.14.03.03 kg/DIA	ACERO DE REFUERZO $F'y=4200\text{KG/CM}^2$ EN LOSAS MACIZAS MO.	Costo unitario directo por : kg				9.93
			250.000	EQ.	250.000		
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	29.08	0.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.23	0.78	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	19.13	1.22	
							2.09
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.48	0.13	
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	7.04	7.39	
							7.53
	Equipos						
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)	he	0.5000	0.0160	8.00	0.13	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.09	0.10	
0337030001	CIZALLA P/BIERRO CONST. HASTA 3/4"	HE	0.5000	0.0160	5.00	0.08	
							0.31

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Casa de máquina de ascensor

Tabla 18. ACU de concreto premezclado en losas macizas $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Partida Rendimiento	01.05.14.04.01 m3/DIA	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ MO.	Costo unitario directo por : m3				608.48
			10.000	EQ.	10.000		
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.08	2.33	
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	3.2000	24.23	77.54	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	19.13	30.61	
0147010004	PEON	hh	8.0000	6.4000	17.29	110.66	
							221.13
	Materiales						
02190100010027	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	m3		1.0200	319.27	325.66	
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	36.12	36.84	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03	
							364.52
	Equipos						
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	1.6000	7.36	11.78	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	1.0000	5.0000	221.13	11.06	
							22.83

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 19. Encofrado y desencofrado en losas macizas

Partida	01.05.14.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS				72.19
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario	
					directo por : m2	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh		0.0700	29.08	2.04
0147010002	OPERARIO	hh		0.7000	24.23	16.96
0147010003	OFICIAL	hh		1.0500	19.13	20.09
0147010004	PEON	hh		0.5700	17.29	9.86
						48.94
	Materiales					
02190100010027	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2200	4.48	0.99
02190500010001	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	5.00	0.50
0234000000	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		3.5000	5.80	20.30
						21.79
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	1.0000	3.0000	48.94	1.47
						1.47

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 20. ACU de acero de refuerzo F'y=4200 kg/cm2 en losas macizas

Partida	02.05.04.03	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN LOSAS MACIZAS				9.93
Rendimiento	kg/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario	
			250.000	250.000	directo por : kg	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	29.08	0.09
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.23	0.78
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	19.13	1.22
						2.09
	Materiales					
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.48	0.13
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	7.04	7.39
						7.53
	Equipos					
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)	he	0.5000	0.0160	8.00	0.13
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.09	0.10
0337030001	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 3/4"	HE	0.5000	0.0160	5.00	0.08
						0.31

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Vigas:

Obras de concreto armado

Tabla 21. ACU de concreto premezclado en vigas F'c= 280 kg/cm2

Partida	01.05.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2				413.31
Rendimiento	m2/DIA	MO.			Costo unitario	
		50.000	EQ.	50.000	directo por : m3	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	29.08	0.47
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.6400	24.23	15.51
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	19.13	6.12
0147010004	PEON	hh	8.0000	1.2800	17.29	22.13
						44.23
	Materiales					
0202040009	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	m3		1.0200	319.27	325.66
0202040010	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	36.12	36.84
0253100003	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						364.52
	Equipos					
0301030014	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	he	2.0000	0.3200	7.36	2.36
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	44.23	2.21
						4.57

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 22. ACU de encofrado y desencofrado de vigas

Rendimiento	Partida	01.05.08.02 m2/DIA	MO.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS			Costo unitario directo por : m2	85.34
				60.000	EQ.	60.000		
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	29.08	0.39		
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.4000	24.23	9.69		
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.2667	19.13	5.10		
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.8000	17.29	13.83		
							29.01	
	Materiales							
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0500	4.48	0.22		
0253100003	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gln		0.0400	58.50	2.34		
							2.56	
	Equipos							
0301030014	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA SOPORTE DE VIGA INC. ACCESORIOS	m2		1.0250	50.00	51.25		
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)	he	1.0000	0.1333	8.00	1.07		
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.01	1.45		
							53.77	

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 23. ACU de acero de refuerzo F'y= 4200 kg/cm2 en vigas

Partida		01.05.08.03		ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN VIGAS			6.95
Rendimiento	kg/DIA	MO.	250.000	EQ.	250.000	Costo unitario directo por : kg	
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	29.08	0.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.23	0.78	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	19.13	1.22	
							2.09
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.48	0.13	
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	4.20	4.41	
							4.54
	Equipos						
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)	he	0.5000	0.0160	8.00	0.13	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.09	0.10	
0337030001	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 3/4"	HE	0.5000	0.0160	5.00	0.08	
							0.31

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Cuarto de escaleras

Tabla 24. ACU de concreto premezclado en vigas F'y= 280 kg/cm²

Partida	01.05.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2				413.31
Rendimiento	m2/DIA	MO.			Costo unitario	
		50.000	EQ.	50.000	directo por : m3	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	29.08	0.47
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.6400	24.23	15.51
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	19.13	6.12
0147010004	PEON	hh	8.0000	1.2800	17.29	22.13
						44.23
	Materiales					
0202040009	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm ² CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	m ³		1.0200	319.27	325.66
0202040010	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m ³		1.0200	36.12	36.84
0253100003	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						364.52
	Equipos					
0301030014	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	he	2.0000	0.3200	7.36	2.36
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	44.23	2.21
						4.57

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 25. ACU de encofrado y desencofrado en vigas

Rendimiento	Partida	01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS			Costo unitario	85.34
	m2/DIA	MO.	60.000	EQ.	60.000	directo por : m2	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	29.08	0.39	
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.4000	24.23	9.69	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.2667	19.13	5.10	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.8000	17.29	13.83	
							29.01
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0500	4.48	0.22	
0253100003	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gln		0.0400	58.50	2.34	
							2.56
	Equipos						
0301030014	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA SOPORTE DE VIGA INC. ACCESORIOS	m2		1.0250	50.00	51.25	
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m-3.00 m)	he	1.0000	0.1333	8.00	1.07	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.01	1.45	
							53.77

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 26. ACU de acero de refuerzo F'y= 4200 kg/cm2 en vigas

Partida		01.05.08.03	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN VIGAS			6.95
Rendimiento	kg/DIA	MO.	250.000	EQ.	250.000	Costo unitario directo por : kg
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	29.08	0.09
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.23	0.78
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	19.13	1.22
						2.09
	Materiales					
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.48	0.13
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	4.20	4.41
						4.54
	Equipos					
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)	he	0.5000	0.0160	8.00	0.13
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.09	0.10
0337030001	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 3/4"	HE	0.5000	0.0160	5.00	0.08
						0.31

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Casa de máquina de ascensor

Tabla 27. ACU de concreto premezclado en vigas F'c= 280 kg/cm²

Partida		01.05.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2				413.31
Rendimiento	m2/DIA	MO.	50.000	EQ.	50.000	Costo unitario	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	29.08	0.47	
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.6400	24.23	15.51	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	19.13	6.12	
0147010004	PEON	hh	8.0000	1.2800	17.29	22.13	
						44.23	
	Materiales						
0202040009	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm ² CON CEMENTO PORTLAND TIPO I	m ³		1.0200	319.27	325.66	
0202040010	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m ³		1.0200	36.12	36.84	
0253100003	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03	
						364.52	
	Equipos						
0301030014	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	he	2.0000	0.3200	7.36	2.36	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	44.23	2.21	
						4.57	

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 28. ACU de encofrado y desencofrado en vigas

Rendimiento	Partida	01.05.08.02 m2/DIA	MO.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS			85.34
				60.000	EQ.	60.000	
Código	Descripción Recurso Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	29.08	0.39
0147010002	OPERARIO		hh	3.0000	0.4000	24.23	9.69
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.2667	19.13	5.10
0147010004	PEON		hh	6.0000	0.8000	17.29	13.83
							29.01
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16		kg		0.0500	4.48	0.22
0253100003	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gln		0.0400	58.50	2.34
							2.56
	Equipos						
0301030014	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA SOPORTE DE VIGA INC. ACCESORIOS		m2		1.0250	50.00	51.25
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m-3.00 m)		he	1.0000	0.1333	8.00	1.07
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	29.01	1.45
							53.77

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Tabla 29. ACU de acero de refuerzo F'y= 4200 kg/cm2 en vigas

Rendimiento	Partida	01.05.08.03 MO.	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN VIGAS			Costo unitario directo por : kg	6.95
			250.000	EQ.	250.000		
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	29.08	0.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.23	0.78	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	19.13	1.22	
						2.09	
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.48	0.13	
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	4.20	4.41	
						4.54	
	Equipos						
03013400010010	ANDAMIO METALICO (0.80 m- 3.00 m)	he	0.5000	0.0160	8.00	0.13	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.09	0.10	
0337030001	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 3/4"	HE	0.5000	0.0160	5.00	0.08	
						0.31	

Tomado de "Revista Costos" (2022)

Finalizado la actualización de las tablas del análisis de precios unitarios, se procedió a realizar un resumen del presupuesto actualizado con los metrados correspondientes para determinar de esta manera el presupuesto total de los elementos estructurales analizados como se observa en la **Tabla 30**.

Tabla 30. Resumen de presupuesto actualizado

PRESUPUESTO ACTUALIZADO					
item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	EDIFICIO 15 NIVELES				4,945,238.98
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				4,945,238.98
01.05.08	VIGAS				2,806,097.30
01.05.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F' _c =280 KG/CM ²	m ³	1,262.06	413.31	521,622.02
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	8,356.55	85.34	713,147.98
01.05.08.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 KG/CM ² EN VIGAS	kg	226,090.26	6.95	1,571,327.31
01.05.09	LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS				2,069,193.17
01.05.09.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS ALIGERADAS F' _c = 280 KG/CM ²	m ³	846.08	78.49	66,408.82
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS	m ²	10,355.99	48.55	502,783.31
01.05.09.03	ACERO DE REFUERZO F' _y = 4200 KG/CM ² EN LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS	kg	22,607.13	6.80	153,728.48
01.05.09.04	PLASTOFORMO P/VIGUETAS EJE 41cm H= 20CM SEGÚN E.T.	m ³	1,461.46	188.35	275,265.99
01.05.09.05	VIGUETAS PRETENSADAS PREFABRICADAS	m	25,688.47	32.17	826,398.08
01.05.09.06	MALLA ELECTROSOLDADO COCADA 10X10 CM D=4.20 MM SEGÚN E.I	m ²	10,355.99	23.62	244,608.48
01.05.14	CUARTO DE CAJA DE ESCALERAS				45,183.20
01.05.14.02	VIGAS				14,411.80
01.05.14.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F' _c =280 KG/CM ²	m ³	6.88	413.31	2,843.57
01.05.14.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	71.09	85.34	6,066.82
01.05.14.02.03	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 KG/CM ² EN VIGAS	kg	791.57	6.95	5,501.41
01.05.14.03.01	LOSAS MACIZAS				30,771.39
01.05.14.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS F' _c = 280 KG/CM ²	m ³	13.74	608.48	8,360.52

01.05.14.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	m ²	68.68	72.19	4,958.01
01.05.14.03.03	ACERO DE REFUERZO F'y= 4200 KG/CM2 EN LOSAS MACIZAS	kg	1,757.59	9.93	17,452.87
01.05.15	CASA DE MAQUINA DE ASCENSOR				24,765.31
01.05.15.03	VIGAS				5,748.93
01.05.15.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2	m ³	5.33	413.31	2,202.94
01.05.15.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	22.37	85.34	1,909.06
01.05.15.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 KG/CM2 EN VIGAS	kg	235.53	6.95	1,636.93
01.05.15.04	LOSAS MACIZAS				19,016.38
01.05.15.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS F'c= 280 KG/CM2	m ³	14.74	608.48	8,969.00
01.05.15.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	m ²	73.70	72.19	5,320.40
01.05.15.04.03	ACERO DE REFUERZO F'y= 4200 KG/CM2 EN LOSAS MACIZAS	kg	476.03	9.93	4,726.98
				COSTO DIRECTO	4,945,238.98

Tomado del "Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA" (2012)

4.1.2. Proceso constructivo

Columna

Las columnas son componentes estructurales verticales con un área transversal constante (forma rectangular, cuadrangular o circular) que reciben cargas de compresión y flexión (pandeo) de los demás componentes de la estructura y se encargan de transmitirlas a las cimentaciones. Por esta razón, su construcción demanda especial atención, dado que las columnas son los componentes más cruciales para el soporte estructural de una edificación. (Aceros-Arequipa, 2018)

El proceso constructivo de las columnas se basa primero en localizar y marcar en el terreo la ubicación de las columnas y su espaciamiento según los planos estructurales brindados. Luego, tomando en cuenta la altura de las columnas, según las especificaciones de los planos, se deberá disponer de andamios u otros medios de elevación como escaleras o plataformas (tomando en cuenta siempre la seguridad de los trabajadores) para la realización de todas las actividades previas al encofrado de concreto como: colocación de puntales, barrotes, tablas y acero de refuerzo (longitudinal y transversal) que deberán ponerse en longitud, diámetro y distribución según lo especificado en el diseño estructural.

Terminada las actividades previas al encofrado de concreto, se deberá verificar que el pilar estructural debe ser apuntalada en tres caras y plomada para que pueda asegurar la verticalidad del elemento. Por último, la descarga del concreto se deberá realizar con mucho cuidado

evitando siempre que el acero de colocación no sea golpeado por el concreto para así evitar una segregación entre estos elementos. Además, se debe verificar la correcta vibración del concreto durante el vaciado, ya sea con herramientas vibratoras o con un martillo de caucho y para el curado utilizar plásticos que permitan evitar pérdidas de humedad. (Sanabria, 2017)

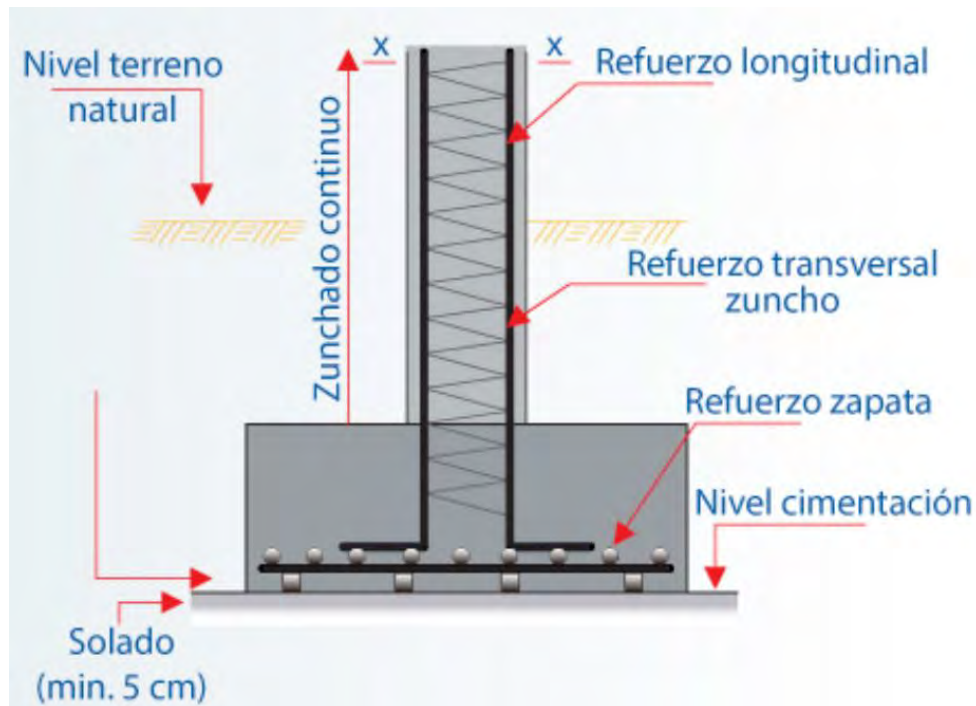


Figura 27. Esquema de diseño de columna

Tomado del “*Columna con refuerzo en espiral(zuncho)*” por Aceros Arequipa (Lima), 2018



Figura 28. Vaciado de concreto en columna

Tomado del “*Vaciado de concreto en columnas*” por Aceros Arequipa (Lima), 2018

Encofrado de vigas y losas de entrepiso

Las vigas son componentes horizontales del casco estructural que están sujetas a esfuerzos de flexión y cuentan con una sección constante o variable y están ubicadas sobre los muros portantes y entre los pilares. Estos elementos se encargan de transmitir el peso del techo sobre los muros o columnas repartiéndolas de manera uniforme. También tiene una función de proporcionar arriostre a los muros portantes de ladrillo y confinamiento. (Aceros-Arequipa, 2018)

Las losas son componentes estructurales que se apoyan sobre los muros portantes, las vigas y placas. Su función es transmitir las cargas de los acabados, carga viva, fuerzas producidas de los terremotos y el de su propio peso hacia los muros, placas y vigas en las que está apoyada. Además, este elemento estructural une a los otros componentes estructurales como lo son las columnas, vigas y muros para que puedan trabajar como una sola unidad. (Aceros-Arequipa, 2018)

El encofrado de estos elementos estructurales (vigas y losas) están compuestas por una cama ya sea de tableros de madera o sobre planchas metálicas apoyados sobre puntales (vertical) y riostras (diagonal) de forma temporal. Las losas empleadas pueden ser aligeradas o macizas; por un lado tenemos a las losas macizas que son secciones rectangulares llenas constituidas por concreto armado que generalmente suelen ser estructuras muy pesadas, mientras que, por otro lado, tenemos a las losas aligeradas conformadas por viguetas de concreto armado y un aligerante de relleno como ladrillo, madera o poliestireno expandido que ayuda a disminuir el peso de la estructura. (Sanabria, 2017)

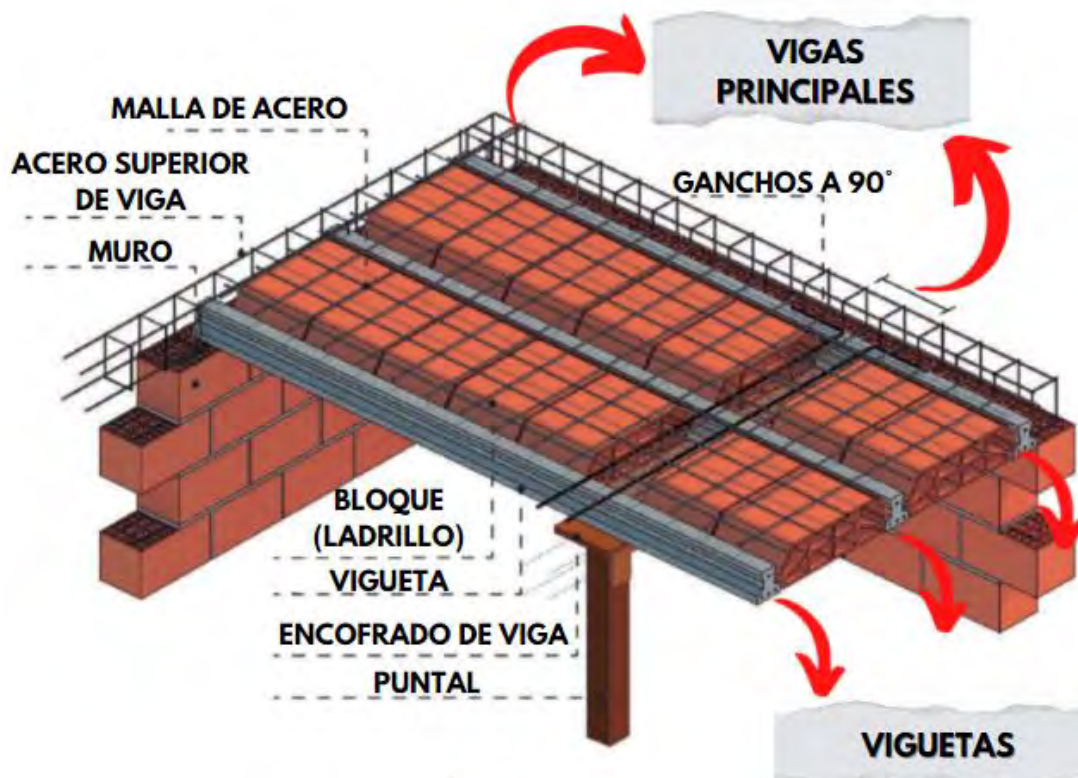


Figura 29. Esquema de encofrado de viga y losa

Tomado del "Esquema de encofrado de viga y losa" por INGEGEEK (Lima), 2018

Vaciado y curado del concreto de entrepiso

Previo al vaciado de concreto sobre la losa, es necesario comprobar la posición de los fierros, de las tuberías de agua, desagüe y electricidad establecidas como se indican en los planos de cada especialidad. Además, se recomienda humedecer la formaleta (si es de madera) y los ladrillos (para losas aligeradas) para prevenir pérdidas de agua del concreto y que pierden resistencia y manejabilidad. (Aceros-Arequipa, 2018)

En el vaciado de concreto se debe completar primero las vigas y viguetas, para posteriormente llenar 5 cm de losa superior. Se debe vibrar con un equipo mecánica o chucear la mezcla con una barra de construcción para que la mezcla tengan una buena compactación, pero una vibración excesiva puede provocar una separación de los componentes del concreto, por ello se debe de tener mucho cuidado y asegurarnos de que el vaciado sea continuo. Luego de vaciar las vigas y viguetas se debe de terminar de vaciar la losa con la altura o espesor requerida. (Aceros-Arequipa, 2018)

El vaciado sobre la losa debe ser uniforme, por lo cual debe nivelarse lo más posible utilizando una regla de aluminio o madera y el acabado debe ser rugoso para que pueda permitir una adherencia en el contrapiso. (Aceros-Arequipa, 2018)

Como la losa de concreto se encuentra expuesta al aire es muy susceptible a que sufra de fisuras o rajaduras por el cambio de temperatura que sufre en su estado fresco. Es por eso que para prevenir fisuras y que el concreto llegue a su máxima resistencia es necesario humedecer la superficie expuesta de la losa horas después de finaliza el vaciado de concreto y también 7 días posteriores al vaciado. (Aceros-Arequipa, 2018)

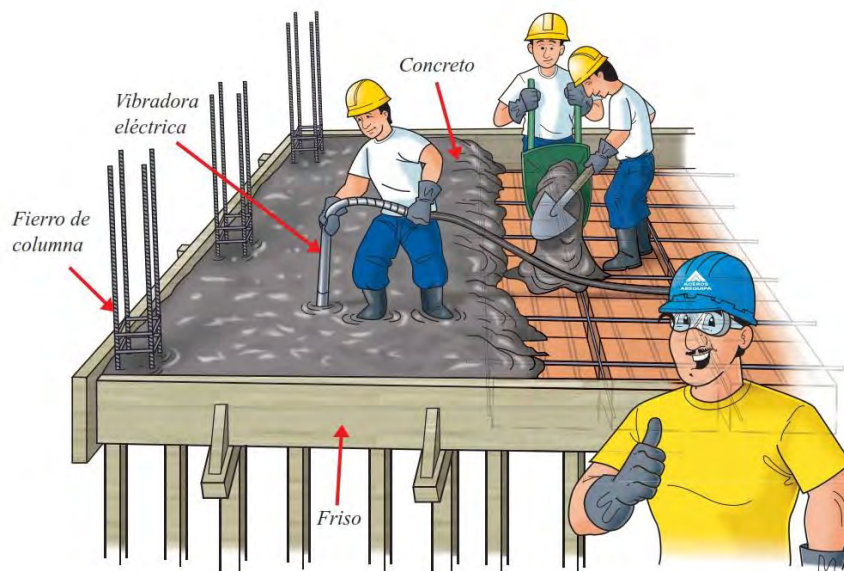


Figura 30. Vaciado de concreto en losa

Tomado del "Vaciado de concreto en losas" por Aceros Arequipa (Lima), 2018

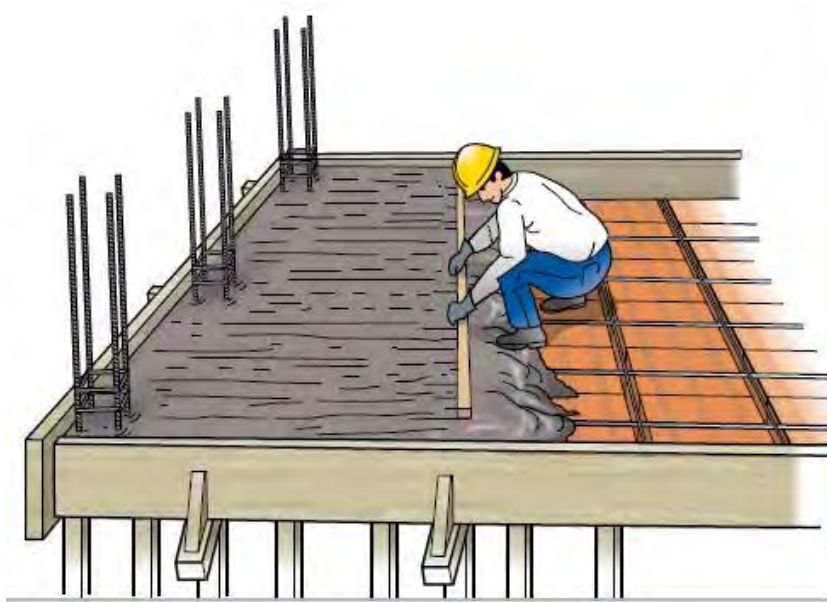


Figura 31. Nivelado en vaciado de techo

Tomado del “*Nivelación en vaciado de techo*” por Aceros Arequipa (Lima), 2018

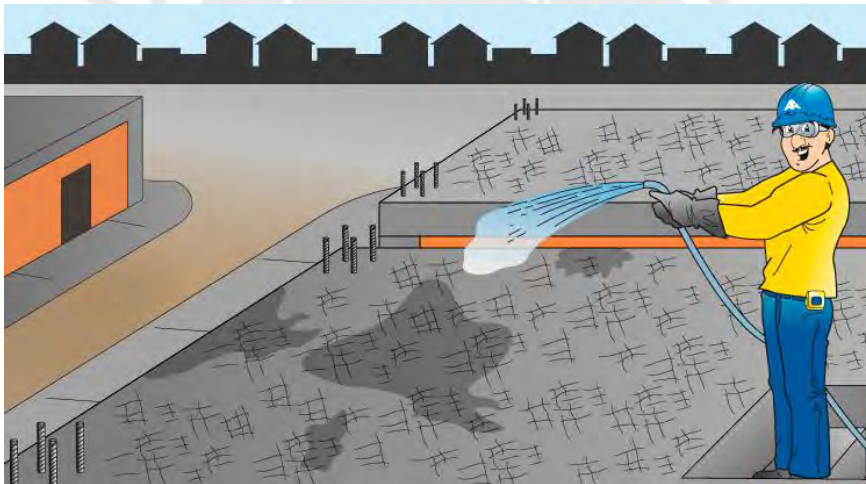


Figura 32. Curado de techo

Tomado del “*Curado de techo*” por Aceros Arequipa (Lima), 2018

4.1.3. Cronograma del proyecto

El cronograma general del proyecto de “Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano (Puno)” se encuentra ubicado en el **Anexo 7.3** de cronogramas, el cual tiene una duración total de 648 días desde la partida de obras provisionales hasta la culminación de los acabados del proyecto.

Para ello, se realizó un resumen de las partidas que fueron analizadas para la investigación de esta tesis, como se aprecia en la **Tabla 31**.

Tabla 31. Cronograma de análisis

CRONOGRAMA DE ANÁLISIS		
item	Descripción	Tiempo
01	EDIFICIO 15 NIVELES	317 días
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	317 días
01.05.08	VIGAS	119 días
01.05.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2	26 días
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS	47 días
01.05.08.03	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 KG/CM2 EN VIGAS	46 días
01.05.09	LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS	182 días
01.05.09.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS ALIGERADAS F'c= 280 KG/CM2	15 días
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS	70 días
01.05.09.03	ACERO DE REFUERZO F'y= 4200 KG/CM2 EN LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS	31 días
01.05.09.04	PLASTOFORMO P/VIGUETAS EJE 41cm H= 20CM SEGÚN E.T.	5 días
01.05.09.05	VIGUETAS PRETENSADAS PREFABRICADAS	43 días
01.05.09.06	MALLA ELECTROSOLDADO COCADA 10X10 CM D=4.20 MM SEGÚN E.I	18 días
01.05.14	CUARTO DE CAJA DE ESCALERAS	10 días
01.05.14.02	VIGAS	4 días
01.05.14.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2	1 días
01.05.14.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS	1 días
01.05.14.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 KG/CM2 EN VIGAS	2 días
01.05.14.03.01	LOSAS MACIZAS	6 días
01.05.14.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS F'c= 280 KG/CM2	2 días
01.05.14.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	1 días
01.05.14.03.03	ACERO DE REFUERZO F'y= 4200 KG/CM2 EN LOSAS MACIZAS	3 días
01.05.15	CASA DE MAQUINA DE ASCENSOR	6 días
01.05.15.03	VIGAS	3 días
01.05.15.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280 KG/CM2	1 días
01.05.15.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS	1 días
01.05.15.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 KG/CM2 EN VIGAS	1 días
01.05.15.04	LOSAS MACIZAS	3 días
01.05.15.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS F'c= 280 KG/CM2	1 días
01.05.15.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	1 días
01.05.15.04.03	ACERO DE REFUERZO F'y= 4200 KG/CM2 EN LOSAS MACIZAS	1 días
		317 días

Como se mostró en la **Tabla 31**, las partidas que serán analizadas son las vigas, las losas aligeradas y las losas macizas con un tiempo total de 317 días.

Se puede observar en la **Figura 33**, las partidas analizadas para esta investigación representan el 49% del total del cronograma general.

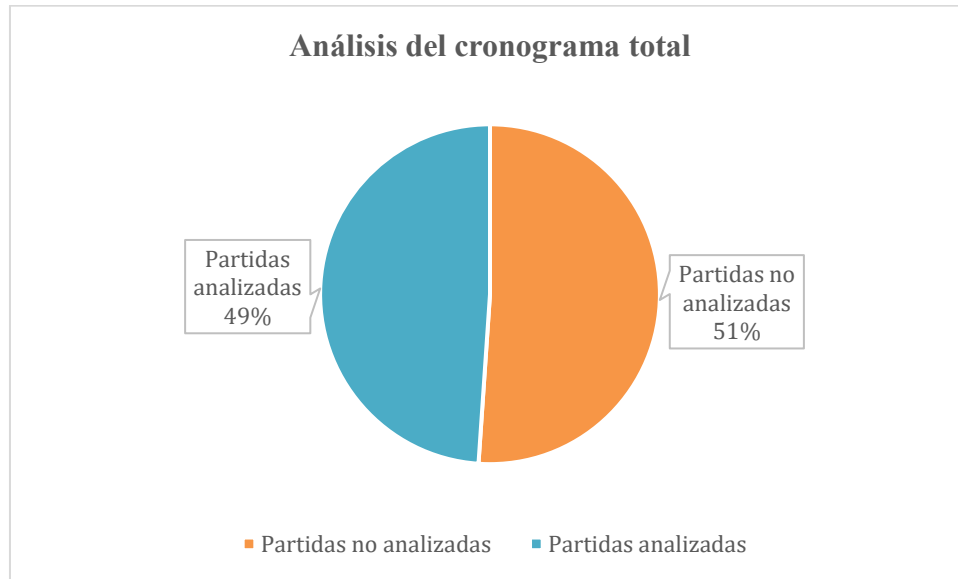


Figura 33. Análisis del cronograma total

Tomado del “Análisis del cronograma total” por Excel (Lima), 2022

4.2. Proyecto UNA: construcción con elementos prefabricados

4.2.1. Presupuesto con elementos prefabricados

Para estimar el presupuesto con elementos prefabricados se utilizó cotizaciones de distintas empresas como Beton Decken, Entrepisos Lima y Concremax que fabrican estos productos, la cual elegimos la más beneficiosa y adecuada para el proyecto de ampliación de la Universidad Nacional del Altiplano que se utilizará para el análisis comparativo. A continuación, se presentarán las siguientes cotizaciones para losas aligeradas, macizas y vigas con sus respectivas consideraciones y condiciones de cada empresa.

Losas:

BETON DECKEN



EMPRESA
ATENCIÓN
PROYECTO
PRODUCTO
DIRECCIÓN DEL PROYECTO
RUC

GRUPO INMOBILIARIO BROCKSA S.A.C.
BISMARCK ABEL BUSTILLOS BOCANEGRA
PROYECTO PATRIOTAS 682
PRELOSAS
AV. LOS PATRIOTAS 682, URB. MARANGA 3RA ETAPA, SAN MIGUEL
20538348920

Cotización
1480-2022-C.A
Revisión 2

FECHA: 17/10/2022

Atención:
POR LA PRESENTE SE DETALLA LA SIGUIENTE PROPUESTA ECONOMICA DE NUESTRO SISTEMA PARA EL PRESENTE

RECIO UNITARIO / M2 (S/.) / CON ACER

NIVEL	-BD MACIZA	-BD ALIGERADA H20
CISTERNA	79.00	87.00
SÓTANOS	108.00	90.00
PISOS	87.00	85.00

*Nota: Precios sin IGV

NIVEL	-BD MACIZA	-BD ALIGERADA H20	COSTO	
CISTERNA	2.06	49.76	S/	4 491.86
SEMISOTANO	38.02	151.16	S/	17 710.56
PISO 1	5.02	180.91	S/	15 814.09
PISO 2	22.95	125.65	S/	12 676.90
PISO 3	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 4	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 5	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 6	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 7	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 8	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 9	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 10	24.07	121.01	S/	12 379.94
PISO 11	21.82	116.09	S/	11 765.99
PISO 12	2.56	105.75	S/	9 211.47
SubTotal	284.99	1 697.40	S/	170 710.39
Total	1 982.39		S/	30 727.87
				I.G.V.
			S/	201 438.26
				TOTAL

*Metrados aproximados

INCLUYE

- Transporte de prelosas a obra. Entrega sobre plataforma de camión. Despacho mínimo 100m2 por camión
- Concreto f'c 280 ka/cm2
- Viguetas metálicas colocadas cada 0.57 m para conectar prelosa con vaciado de obra.
- Colocación de Acero estructural (acero positivo embebido en prelosas grado 60). Solo incluye: Acero positivo longitudinal, Acero de distribución y acero base
- Suministro y Colocación de Casetones de Poliestireno, Densidad 12
- Suministro y colocación de cajas de luz (1.2mm) según planos eléctricos (Tolerancia 4/5 puntos por nivel)
- Suministro y colocación de bases sanitarios (Tolerancia 4/5 puntos por nivel)
- Curado de prelosas en planta.
- Dirección y asesoría técnica antes, durante y después la obra.
- Cambio del sistema a formato Betondecken (Incluye pago a calculista por revisión).
- Entrega coordinada para montaje de camión a techo.
- Préstamo de cadena de izaje de cuatro ramales hasta finalizar el proyecto
- Suministro y colocación de Material: Acero estructural (acero positivo embebido en prelosas grado 60).
- Suministro y colocación de Material: Tralicho

FORMA DE PAGO

- FACTURACION INMEDIATA POR DESPACHO, PAGO A 7 DIAS

CONSIDERACIONES VARIAS

- El ciclo de colocación es de aproximadamente 5 minutos por prelosa.
- El acabado inferior de la prelosa es perfectamente liso y uniforme. NO REQUIERE TARRAJEO POSTERIOR.
- La prelosa puede tener formas irregulares, curvas, aberturas para ductos, etc.
- Transportes adicionales, cancelaciones a destiempo y/o retorno de camión cargado contemplará un sobre costo el cual será facturado inmediatamente.
- Las prelosas pueden venir con vigas chatas embebidas en la prelosa con un costo adicional de S/. 6.20 /kg + IGV (Incluye el material)
- El cliente asumirá el acero positivo y el acero 8mm superior para el izaje y estabilidad de la viga chata
- El envío de las prelosas se coordina para su colocación directamente desde el camión.
- La prelosa entra en producción mínimo 1 semana antes de su colocación.
- Ante una variación en las materias primas, superior al 5% con respecto a la fecha de cotización, los precios unitarios están sujetos a un incremento durante la ejecución.
- El precio de la prelosa se refiere a los metros cuadrados de "prelosa".
- Cualquier garantía se rige acorde al cumplimiento de nuestros procedimientos generales.

VALIDEZ DE OFERTA 7 días

NUMEROS DE CUENTA:

Banco de Crédito Cta. Cte. en Soles N°: 193-2240372-0-19 / CCI: 002-193002240372019-10
 Banco de Continental Cta. Cte. en Soles N°: 0011-035001000-34534 / CCI: 011-35000010003453466
 Banco de Scotiabank Cta. Cte. en Soles N°: 000-4005082 / CCI: 009-010-00000400508205
 Banco de Interbank Cta. Cte. en Soles N°: 0413001646397 / CCI: 003-041-003001646397-15

Agradecemos de antemano su confirmación y la confianza por contar con nosotros para desarrollar nuestro proyecto.
 Atentamente:

Cesar Calderón
 comercial01@betondecken.com
 +51 945-256-281
 ASESOR COMERCIAL

Figura 34. Cotización de prelosas por Beton Decken

Tomado de "Propuesta económica de prelosas" por Beton Decken (2022)

Tabla 32. Costo de prelosas por Beton Decken

BETON DECKEN						
LOSA ALIGERADA						
NIVEL	und.	N° de veces	Área	PU (S/. / m2)	Parcial	
LOSA SOTANO	m2	1	652.55	90	S/	58,729.33
LOSA MEZANINE	m2	1	355.56	85	S/	30,222.62
LOSA 2 NIVEL	m2	1	686.29	85	S/	58,334.37
LOSA 3@16	m2	14	618.69	85	S/	736,235.39
LOSA MACIZA						
NIVEL	und.	N° de veces	Área	PU (S/. / m2)	Parcial	
CUARTO DE ESCALERAS	m2	1	68.68	87	S/	5,975.16
CASA DE MÁQUINA DE ASCENSOR	m2	1	73.7	87	S/	6,411.90
					S/	895,908.76



N° Cotización: PRO-COT346-2022
Fecha: 12 de Octubre de 2022
Señores: BROCKSA
Atención: ING. ROBERTO SOTOMAYOR
Asunto: Presupuesto Tecnico/Economico Sistema Prelosas ENTREPISOS LIMA
Obra: EDIFICIO PATRIOTAS
Pagina: 1/2

PRESUPUESTO:

DESCRIPCIÓN Prelosas aligeradas y macizas de 5cm de espesor promedio, reemplazan el encofrado completo del fondo de techo
ÁREA Y PRECIO* Ver Tabla N°1 y N°2 respectivamente.

Tabla 1:

AREA DE CADA NIVEL*			
ZONA	UND	MACIZA	ALIGERADA 1D
		-	h= 0.20 m
SÓTANO	m2	39.96	199.67
TORRE	m2	243.24	1,500.21
Total	m2	287.45	1,725.38

Tabla 2:

PRECIOS UNITARIOS**			
DESCRIPCIÓN	UND	MACIZA	ALIGERADA 1D
		-	h= 0.20 m
Prelosa (No Incluye Acero)	Soles/ m2	44.50	61.00
Prelosa-Sótano (Incluye Acero)	Soles/ m2	92.80	86.90
Prelosa-Torre (Incluye Acero)	Soles/ m2	75.40	86.90

TOTAL PRECIOS UNITARIOS**

DESCRIPCIÓN	UND	MACIZA	ALIGERADA 1D
			h= 0.20 m
Prelosa (No Incluye Acero)	Soles/ m2	12,791.44	105,248.07
Prelosas (Incluye Acero)	Soles/ m2	22,048.58	149,935.37

No Incluye IGV.

*El area indicada en el cuadro es referencial, se valorará por cada metro cuadrado (m2) de prelosa entregada.

**El precio se refiere solo al área de prelosa indicada en la guía de remisión.

CONDICIONES:

INCLUYE

Fabricación de prelosas de 5cm de espesor
 Concreto (suministrado por UNICON) fc 280 kg/cm2
 Habilitación e instalación de acero embebido en la prelosa
 Poliestireno Densidad 12 - Suministro, habilitación y pegado.
 Viguetas metálicas colocadas cada 0.625 m (para juntas sin sellar) y 0.605 m (para juntas selladas).
 Instalación de pases sanitarios, pases electricos, interruptores, sensores y otros puntos embebidos en la prelosa, asegurados al 90%.
 Prestamo de estobos de cadena o vigas de izaje certificada (para repartir esfuerzos en maniobra de instalación).
 Reunión Kick off - Inducción al staff técnico de la obra.
 Capacitación al equipo de montaje y acompañamiento inicial.
 Acompañamiento técnico durante la obra.
 Planos de instalación/modulación (reingeniería a Prelosas).
 Dossier de calidad completo con trazabilidad de las prelosas y certificados de calidad de los insumos y materiales.
 Transporte de prelosas a obra. Entrega sobre plataforma de camión. (mínimo 120m2 x entrega promedio).

ACERO SUMINISTRADO POR EL CLIENTE o ENTREPISOS LIMA (Según cierre comercial)

- Acero Positivo Inferior, cuantía según planos.
- Refuerzos Inferiores Longitudinales, cuantía según planos.
- Acero de Temperatura transversal de 8mm@0.25m.
- Alambre para amarre y armado.

Figura 35. Cotización de prelosas por Entrepisos Lima

Tomado de “Propuesta económica de prelosas” por Entrepisos Lima (2022)

N° Cotización: PRO-COT346-2022
Fecha: 12 de Octubre de 2022
Señores: BROCKSA
Atención: ING. ROBERTO SOTOMAYOR
Asunto: Presupuesto Técnico/Economico Sistema Prelosas ENTREPISOS LIMA
Obra: EDIFICIO PATRIOTAS
Página: 2/2

DETALLE TÉCNICO

Tabla N°3 y Tabla N°4 (las cantidades indicadas son teóricas, sin mermas).

Tabla 3:

PRELOSAS ALIGERADAS CON 5 VIGUETAS ESPACIADAS @ 60.50cm, EN UNA DIRECCION			
PERALTE	M	0.20	0.25
DIRECCION	D	1	1
ANCHO DE VIGUETA	M	0.120	0.120
ANCHO DEL CASETON	M	0.485	0.485
ESPESOR CASETON	M	0.100	0.150
ESPESOR DIAFRAGMA SUPERIOR	M	0.050	0.050
VOLUMEN CONCRETO - EN OBRA	M3/M2	0.073	0.084
VOLUMEN DE CONCRETO	M3/M2	0.123	0.134
PESO DEL CONCRETO	KG/M2	295	322

ANCHO TRAMO CORTO	M3/M2	0.138	0.138
VOLUMEN 1 CASETON	M3/M2	0.049	0.073
VOLUMEN CASETON 1/2	M3/M2	0.028	0.041
DENSIDAD	KG/M3	13.00	14.00
VOLUMEN DE POLIESTIRENO	M3/M2	0.076	0.114
PESO POLIESTIRENO	KG/M2	0.988	1.596

PESO DEL TECHO POR M2	Kg/M2	295	325
-----------------------	-------	-----	-----

Tabla 4:

PRELOSAS MACIZAS CON 4 VIGUETAS ESPACIADAS @ 62.50cm, EN DOS DIRECCIONES.			
PERALTE	M	0.1500	0.2000
ANCHO DE VIGUETA TRALICHO	M	0.120	0.120
ESPESOR PRELOSA	M	0.050	0.050

VOLUMEN CONCRETO - PRELOSA	M3/M2	0.050	0.050
VOLUMEN CONCRETO - EN OBRA	M3/M2	0.100	0.150
VOLUMEN DE CONCRETO	M3/M2	0.150	0.200

PESO DEL TECHO POR M2	Kg/M2	360	480
-----------------------	-------	-----	-----

VALIDEZ DE OFERTA

15 Días calendario luego de recibida la cotizacion.

Figura 36. Detalle técnico de prelosas por Entrepisos Lima
 Tomado de “Propuesta económica de prelosas” por Entrepisos Lima (2022)

Tabla 33. Costo de prelosas por Entrepisos Lima

ENTREPISOS LIMA						
LOSA ALIGERADA						
NIVEL	und.	N° de veces	Área	PU (S/. / m2)	Parcial	
LOSA SOTANO	m2	1	652.55	86.90	S/	56,706.43
LOSA MEZANINE	m2	1	355.56	86.90	S/	30,898.18
LOSA 2 NIVEL	m2	1	686.29	86.90	S/	59,638.31
LOSA 3@16	m2	14	618.69	86.90	S/	752,692.41
LOSA MACIZA						
NIVEL	und.	N° de veces	Área	PU (S/. / m2)	Parcial	
CUARTO DE ESCALERAS	m2	1	68.68	75.40	S/	5,178.47
CASA DE MÁQUINA DE ASCENSOR	m2	1	73.7	75.40	S/	5,556.98
					S/	910,670.79

CONCREMAX

CONCREMAX

Nº. Cotización: CTZ-PRL/095_2022

Lima, 17 de octubre del 2022

Señores:

GRUPO INMOBILIARIO BROCKSA SAC

Atención:

Ref. Concremax: Carmen Rondón Hidalgo
Teléfono: 987702423
Email: crondon@concremax.com.pe

Asunto: Propuesta Técnica – Económica
Sistema de prelosa pretensadas CONCREMAX
PROYECTO PATRIOTAS 682

Por la presente agradecemos la oportunidad de presentarles nuestra propuesta de suministro de prelosas pretensadas para el proyecto de la referencia. Tenemos el compromiso de proporcionarles un trabajo de alta calidad, con la oportunidad y atención personalizada que ustedes requieren.

Adjuntamos a la presente nuestra Propuesta Técnica - Económica, la misma que estamos seguros cumplirá con los estándares de calidad y servicio que requieren.

Confiamos en que será de su satisfacción, quedamos a su disposición para cualquier consulta y/o aclaración que estime conveniente.

Atentamente,

Carmen Rondón Hidalgo
Ejecutivo de Ventas
crondon@concremax.com.pe
CONCREMAX S.A.

Fabián Agudelo Z.
Gerente de Prefabricados
faudelo@unicon.com.pe
UNICON S.A.

1 SOLICITUD DE OFERTA

La oferta fue elaborada en base a los documentos recibidos.

Se tomaron en consideración las siguientes especificaciones del proyecto:

- Cisterna y piso 12 con prelosa pretensada de 17 cm.
- Del semisótano al piso 11, con prelosa pretensada de 20 cm.

CONCREMAX S.A.
Cooperativa Las Vertientes Mz. F. LL. 3 A - Villa el Salvador
Central: 2172700 Fax 217 2705
www.concremax.com.pe sac@concremax.com.pe

Figura 37. Cotización de prelosas por Concremax

Tomado de “Propuesta económica de prelosas” por Concremax (2022)

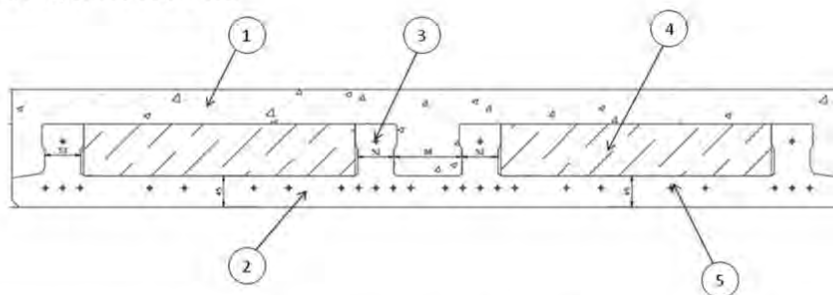
2 SOLUCIÓN PROPUESTA

2.1 SISTEMA DE PRELOSA PRETENSADA:

Elementos prefabricados en concreto pretensado, formados por una superficie plana y nervios que le brindan una mayor rigidez.

Conformado por:

- 1) Capa de compresión (vaciado in situ y de 5 cm)
- 2) Losa inferior pretensada
- 3) Nervios pretensados
- 4) Bloques de poliestireno
- 5) Acero positivo de prelosa.



Espesor de prelosa: 12 cm, ancho: 1.197m y peso: 141.45 Kg/m², concreto de 400 Kg/cm² y acero pretensado de 18,900 Kg/cm² de resistencia última del acero.

2.2 VENTAJAS:

- El pretensado le permite cubrir mayores luces a los alcanzados con un sistema convencional ó prelosas de concreto armado, sin incrementar peralte.
- Autosoportante, para efecto de control de deflexiones, se recomienda colocar un apuntalamiento en el centro de la luz.
- Relación peso/resistencia: más liviana que una losa maciza y mayor capacidad de sobrecarga a una menor deformación.
- Mayor rigidez que le permite tener menos deformaciones y desniveles entre elementos.
- Instalación con personal mínimo, 3 operarios para su izaje, traslado y colocación.
- No requiere de encofrado de fondo de losa.

Figura 38. Sistema y ventajas de prelosas por Concremax

Tomado de “Propuesta económica de prelosas” por Concremax (2022)



3 PROPUESTA ECONÓMICA

Cotización: CTZ-PRL/095_2022

Villa El Salvador, 17 de octubre del 2022

Señores:

GRUPO INMOBILIARIO BROCKSA SAC

Referencia: PROYECTO PATRIOTAS 682

Estimado cliente:

Mediante la presente le hacemos llegar nuestra propuesta técnico-económica de sistema de prelosa pretensada para la obra de la referencia:

NIVEL	ESPESOR DE LOSA	ÁREA m2	PRECIO PRELOSA	PRECIO POLIESTIRENO	PRECIO TOTAL
Cisterna	H = 17 cm	48.23	S/. 3,312.44	S/. 380.29	S/. 3,692.73
Semisótano	H = 20 cm	140.92	S/. 9,889.77	S/. 1,557.96	S/. 11,447.72
Piso 1	H = 20 cm	169.94	S/. 11,926.39	S/. 1,878.79	S/. 13,805.18
Piso 2	H = 20 cm	119.57	S/. 8,391.42	S/. 1,321.92	S/. 9,713.34
Piso 3	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 4	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 5	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 6	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 7	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 8	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 9	H = 20 cm	114.86	S/. 8,060.87	S/. 1,269.85	S/. 9,330.72
Piso 10	H = 20 cm	113.83	S/. 7,988.59	S/. 1,258.46	S/. 9,247.05
Piso 11	H = 20 cm	104.21	S/. 7,313.46	S/. 1,152.10	S/. 8,465.56
Piso 12	H = 17 cm	97.43	S/. 6,691.49	S/. 768.24	S/. 7,459.73

Área Total en m2	1,598.15
Monto Total suministro prelosa (Incluye flete y No incluye IGTV)	S/ 111,939.68
Monto Total poliestireno (Incluye flete y No incluye IGTV)	S/ 17,206.68
Monto Total (Incluye flete, prelosa, poliestireno y No incluye IGTV)	S/ 129,146.35
Precio Aproximado de Prelosa H=17cm por m ² (No incluye IGTV)	S/ 76.57
Precio Aproximado de Prelosa H=20cm por m ² (No incluye IGTV)	S/ 81.24

Los precios unitarios considerados para la elaboración de la presente cotización son los siguientes:

Descripción	Und	Precio Unitario	Área (m2)	Sub Total (S/)
Prelosa 1201	m2	68.68	145.66	10,003.93
Prelosa 1202	m2	70.18	1452.49	101,935.75
Bloque poliest. 0.075x0.39x1m/D10	m2	7.89	145.66	1,148.53
Bloque poliest. 0.105x0.39x1m/D10	m2	11.06	1452.49	16,058.15
Monto Total (No incluye IGTV)				S/ 129,146.35

CONCREMAX S.A.
Cooperativa Las Ventanas Mz F LL 3 A - Villa el Salvador
Central: 2172700 Fax: 2172705
www.concremax.com.pa sac@concremax.com.pe

Figura 39. Precios unitarios de prelosas por Concremax

Tomado de "Propuesta económica de prelosas" por Concremax (2022)

3.1 Servicios

3.1.1 Diseño Técnico

Salvo que se especifique de otra manera, los precios indicados incluyen una proyección básica según las normas y leyes vigentes en el ámbito peruano. Donde sea posible, los dibujos podrán ser sustituidos también por los respectivos manuales técnicos del producto.

El departamento técnico planteará un diseño con el sistema de prelosas pretensadas para efectos de la cotización. Una vez aceptada la cotización, el cliente enviará la orden de compra y/o cotización debidamente firmada, con lo cual se procederá a realizar el rediseño de los planos; en caso de que no contemple el sistema de prelosas pretensadas; para que sean autorizados por el ingeniero calculista responsable de la disciplina estructural. Además de la orden de compra el cliente debe enviar un cronograma tentativo de entrega de los materiales, considerando todos los niveles de la edificación.

Una vez autorizados los planos, los documentos del proyecto (planos y memoria de cálculo si fuera el caso) necesarios para el correcto uso del sistema, serán entregados en formato electrónico, esto sin costo alguno para el cliente.

Los documentos del proyecto necesarios para el correcto uso del sistema son entregados en formato electrónico.

No se prevé la redacción de un plan operativo de seguridad, plan de montaje, o uso y desmontaje del equipo en la presente oferta, puesto que los gastos relacionados están a cargo del cliente.

3.1.2 Asistencia técnica

CONCREMAX previa coordinación con el cliente, efectuará una visita de inicio de obra donde se explicará a los responsables de obra todas las condiciones necesarias para el despacho de los materiales.

El servicio de asesoría técnica dado por CONCREMAX es gratuito.

En caso de proyectos fuera de Lima, los gastos de viaje, alimentación y alojamiento no están incluidos, por ende, serán facturados en base a los gastos efectivos en los que se incurra, debidamente documentados por el personal de CONCREMAX

3.1.3 Transporte

Los precios indicados en la sección 3, incluyen el transporte y las prelosas en la plataforma del camión hasta pie de obra, siendo la descarga a cuenta del cliente.

El precio por viaje considera una carga completa de 150m² de prelosa, para entregas menores se cobrará el precio por viaje completo.

El horario de entrega será de lunes a viernes a partir de las 08:00 am hasta las 17:00 pm y los días sábados a partir de las 8:00 am hasta las 12:00 pm.

En caso se requiera la entrega de materiales fuera del horario establecido esta debe ser coordinada mediante su ejecutivo de cuenta. El costo respectivo que ocasione la entrega fuera de horario será por cuenta del cliente.

Una vez llegada la unidad de transporte a obra, el tiempo de espera máximo para proceder al inicio de descarga de los materiales, será de hasta 90 minutos, posterior a la hora programada por obra. Transcurrido el tiempo indicado, se procederá a generar costos por sobre estadía, a razón de 10%, por hora adicional transcurrida (Pasada la hora de espera), siendo responsabilidad y cargo del cliente los costos ocasionados (Stand By).

Se establece un tiempo máximo de descarga de 240 minutos por unidad. Si la unidad no pudo descargar la totalidad de las piezas, y, el cliente requiere nuevamente el envío, deberá solicitarlo en un plazo, no mayor, a dos días, caso contrario se procederá al cobro de almacenaje.

CONCREMAX realizará la factura y cobro del falso flete en caso de que la unidad de transporte con los materiales, sea rechazado en obra, por causas ajenas a nuestra empresa.

El cliente deberá dar las facilidades para la recepción de los materiales, brindando un espacio disponible y nivelado, así como contar con los accesos seguros para la unidad de transporte y los permisos municipales correspondientes si fuera necesario. Cabe señalar, que las entregas del material son a pie de obra, el servicio de descarga y colocación en obra, no están incluidos, dentro de la propuesta general, salvo, negociación especial que la incluya.

Una vez recibido los materiales en obra, la persona responsable asignada por el cliente deberá firmar la guía de

Figura 40. Diseño técnico, asistencia técnica y transporte de Concremax

Tomado de “Propuesta económica de prelosas” por Concremax (2022)

remisión correspondiente en señal de conformidad, siendo de su responsabilidad la verificación de cantidades, medidas y estado. Cualquier reclamo deberá canalizarse a través de su ejecutivo de cuentas dentro de las 24 horas de recibido el material.

El recojo de materiales en planta, no aplica para este producto.

4 CONDICIONES PARTICULARES DE LA OFERTA

4.1 Entrega de los productos

El plazo de entrega es de 10 días calendarios y se contabiliza a partir de la mayor de estas fechas:

- Plano de modulación y despiece, así como la relación de piezas a despachar; todos estos documentos deben ser firmados y aprobados para ser enviados en físico a CONCREMAX.
- Firma del representante legal de orden de compra que debe ser enviada a CONCREMAX.

Se recomienda tener en cuenta que la medición de viga a viga, realizada por el cliente, deberá hacerse cuando se tengan los elementos verticales vaciados, así como la ubicación de las vigas definidas.

Toda modificación de dimensiones o cantidades debe realizarse antes de los 10 días calendarios de entrega del pedido, la cual debe ser comunicada vía telefónica y/o email a su ejecutivo de cuenta.

Es recomendable informar a CONCREMAX de cualquier corte y/o modificación que el cliente realice a una pieza de prelosa despachada, ya que podría modificar su comportamiento estructural para lo que ha sido diseñado.

CONCREMAX se libera de cualquier responsabilidad producto del deterioro de la prelosa por causas no atribuibles a ella.

4.2 Pinza de izaje

Se entregará sin costo adicional y en calidad de préstamo, el cual servirá como elemento a utilizar en el traslado y colocación de la prelosa pretensada.

En caso el equipo sufra algún desperfecto o deterioro por mal uso, el cliente cubrirá los gastos por reparación; y, en caso el equipo quede inhabilitado, el cliente cubrirá el íntegro del costo del equipo, que asciende a S/ 7,900 soles.

La devolución de la pinza de izaje debe ser realizada por nuestro cliente en CONCREMAX; en condiciones similares a las de su entrega; ubicado en Cooperativa Las Vertientes mza. F lote 3A altura Km. 18.5 Panamericana Sur - Villa El Salvador, en el horario siguiente lunes a viernes a partir de las 08:00 am hasta las 17:00 pm y los días sábados a partir de las 8:00 am hasta las 12:00 pm.

4.3 Otras condiciones:

- Todos los montos señalados en la presente oferta son netos en soles y no incluyen IGV.
- Transporte: Unidad plataforma – Longitud: 17 metros.
- Forma de pago: Contado
- Esta oferta tiene una validez de 30 días (treinta días calendario).
- La presente oferta se constituirá en una orden para CONCREMAX sólo después de la recepción, con sello y firma, del representante legal del cliente en todas sus páginas de la oferta comercial.

Por la presente confirmo que he leído y acepto las condiciones de venta establecidas en el presente documento:

NOMBRE _____
CARGO _____
FIRMA _____
DNI _____
FECHA _____

Figura 41. Entrega de los productos, pinza de izaje y otras condiciones por Concremax


Tomado de “Propuesta económica de prelosas” por Concremax (2022)

Tabla 34. Costo de prelasas por Concremax

CONCREMAX						
LOSA ALIGERADA						
NIVEL	und.	N° de veces	Área	PU (S/. / m2) - Prelosa	PU (S/. / m2) - BLOQUE DE POLIESTIRENO 0.105x0.39x1m/D10	Parcial (PRELOSA + BLOQUE DE POLIESTIRENO)
LOSA SOTANO	m2	1	652.5481	70.18	11.06	S/ 91,591.65
LOSA MEZANINE	m2	1	355.5602	70.18	11.06	S/ 49,906.43
LOSA 2 NIVEL	m2	1	686.2867	70.18	11.06	S/ 96,327.20
LOSA 3@16	m2	14	618.6852	70.18	11.06	S/ 1,215,741.17
LOSA MACIZA						
NIVEL	und.	N° de veces	Área	PU (S/. / m2) - Prelosa	PU (S/. / m2) - BLOQUE DE POLIESTIRENO 0.105x0.39x1m/D10	Parcial (PRELOSA + BLOQUE DE POLIESTIRENO)
CUARTO DE ESCALERAS	m2	1	68.68	70.18	11.06	S/ 9,639.92
CASA DE MÁQUINA DE ASCENSOR	m2	1	73.7	70.18	11.06	S/ 10,344.53
						S/ 1,473,550.90

Vigas:

CONCREMAX



Previga

Previga de 0.30 m. x 0.40 m. x 6.00 m.	Unid.	Cant. x ml	P.U.	Parcial
Concreto f'c=210 Kg/cm ² premezclado	m ³	0.054	289.62	15.64
Previga f'c=280 Kg/cm ²	ml	1.00	75.00	75.00
Fierro habilitado y colocado	Kg	44.00	4.49	197.54
Apuntalamiento y desapuntalamiento normal	ml	1.00	28.97	28.97
Izaje de previga con grúa	und.	1.00	3.15	3.15
Total en Soles				S/. 320.29

Ahorro en Previga	
Porcentaje:	4.5%
Monto por ml:	S/15.19

* Estos precios no incluyen el IGV

Figura 42. Cotización de previgas por Concremax

Tomado de "Propuesta económica de previgas" por Beton Decken (2022)

Tabla 35. Costo de previgas por Concremax

BETON DECKEN					
VIGA					
NIVEL	und.	N° de veces	Longitud	PU (S/. / m) - Previga	Parcial
VIGA 1 NIVEL	m	1	340.92	320.29	S/ 109,193.27
VIGA MEZANINE	m	1	214.91	320.29	S/ 68,833.52
VIGA 2 NIVEL	m	1	336.13	320.29	S/ 107,659.08
VIGA 3@12	m	10	240.44	320.29	S/ 770,105.28
VIGA 13 NIVEL	m	1	238.54	320.29	S/ 76,401.98
VIGA 14 NIVEL	m	1	236.08	320.29	S/ 75,614.06
VIGA 13 NIVEL	m	1	238.54	320.29	S/ 76,401.98
VIGA 15 NIVEL	m	1	223.94	320.29	S/ 71,725.74
VIGA 16 NIVEL	m	1	247.34	320.29	S/ 79,220.53
					S/ 1,435,155.43

Transporte (Flete):

Como el proyecto fue realizado en la ciudad de Puno, se agregó el costo del flete para el transporte de los elementos prefabricados desde Lima tomando como referencia los siguientes factores:

- 1) Consumo de neumáticos: Es uno de los principales factores de la tarifa del transporte de carga en el Perú. Este análisis es obtenido de los estudios realizados por el MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) que toman en cuenta el costo recorrido por la llanta en kilómetros. (Casa Lima, 2022)
- 2) Pago a los operadores: Este factor depende de la empresa de transporte que se elija, ya que la tarifa varía según el criterio de cada empresa. Algunos criterios tomados son: cantidad de viajes, kilómetros recorridos y sueldo básico. (Casa Lima, 2022)
- 3) Consumo de combustible: Este factor se incluye al final del presupuesto, ya que es un factor variable y depende del contexto o administración de cada empresa. (Casa Lima, 2022)

Tomando estos factores en cuenta, las estimaciones de los precios de las empresas de transportes oscilan desde los 116 soles por tonelada métrica. (Casa Lima, 2022)

A continuación, se presenta en la **Tabla 36** el análisis del costo del flete desde Lima hasta Puno.

Tabla 36. Análisis del flete Lima - Puno

TRANSPORTE DE LIMA A PUNO (FLETE)									
VIGA									
NIVEL	und.	N° de veces	Longitud (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Peso (Ton)	PU (S./Ton)	Parcial	
VIGA 1 NIVEL	m	1	340.92	0.3	102.276	245.4624	116	S/	28,473.64
VIGA MEZANINE	m	1	214.91	0.3	64.473	154.7352	116	S/	17,949.28
VIGA 2 NIVEL	m	1	336.13	0.3	100.839	242.0136	116	S/	28,073.58
VIGA 3@12	m	10	240.44	0.3	721.32	1731.168	116	S/	200,815.49
VIGA 13 NIVEL	m	1	238.54	0.3	71.562	171.7488	116	S/	19,922.86
VIGA 14 NIVEL	m	1	236.08	0.3	70.824	169.9776	116	S/	19,717.40
VIGA 13 NIVEL	m	1	238.54	0.3	71.562	171.7488	116	S/	19,922.86
VIGA 15 NIVEL	m	1	223.94	0.3	67.182	161.2368	116	S/	18,703.47
VIGA 16 NIVEL	m	1	247.34	0.3	74.202	178.0848	116	S/	20,657.84
								S/	374,236.42

LOSA ALIGERADA									
NIVEL	und.	N° de veces	Área (m2)	Espesor (m)	Volumen (m3)	Peso (Ton)	PU (S./Ton)	Parcial	
LOSA SOTANO	m2	1	652.5481	0.2	130.50962	313.223088	116	S/	36,333.88
LOSA MEZANINE	m2	1	355.5602	0.2	71.11204	170.668896	116	S/	19,797.59
LOSA 2 NIVEL	m2	1	686.2867	0.2	137.25734	329.417616	116	S/	38,212.44
LOSA 3@16	m2	14	618.6852	0.2	1732.31856	4157.564544	116	S/	482,277.49
LOSA MACIZA									
NIVEL	und.	N° de veces	Área (m2)	Espesor (m)	Volumen (m3)	Peso (Ton)	PU (S./Ton)	Parcial	
CUARTO DE ESCALERAS	m2	1	68.68	0.2	13.736	32.9664	116	S/	3,824.10
CASA DE MÁQUINA DE ASCENSOR	m2	1	73.7	0.2	14.74	35.376	116	S/	4,103.62
								S/	584,549.12

Tomado de “¿Cuáles son los precios terrestres en el Perú?” por Casa Lima (2022)

4.2.2. Proceso de fabricación e instalación de los elementos prefabricados

Previgas

Para la fabricación de estructuras prefabricadas, las empresas que realizan estos productos toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) En primer lugar, establecen la cantidad aproximada de previgas o vigas convencionales que van a ser diseñadas con prefabricados. Aproximadamente se estima entre un 60% a 70% del total de vigas que serán prefabricadas; esto se debe a las dimensiones de las vigas que se van a diseñar, ya que el espesor mínimo para una previga es de 25 cm y un ancho menor al mínimo es muy complicado de realizarlo en planta, se debe ejecutar *in situ*. El diseño de las previgas se realiza con un sistema prefabricado emulativo en las que se toma en cuenta todas las características y comportamientos del elemento estructural inicial (*in situ*) y que la solución en prefabricado mantenga estas propiedades indicadas por el ingeniero estructural o las mejore, pero al finalizar el diseño de las previgas se indicará al ingeniero encargado los aceros adicionales de refuerzo para cada extremo de la previga en su colocación. (Salas, 2022)
- 2) Luego, escogen la torre grúa adecuada que podrá izar a las previgas en todo el alcance del brazo de su pluma.
- 3) Por último, determinan el sistema de apuntalamiento para las previgas al finalizar su colocación.



Figura 43. Proceso emulativo de previga

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

A continuación, se describirán los siguientes procesos para la fabricación e instalación de las previgas:

1) Modelado

Para el proceso del modelado se utilizan softwares como Revit, Tekla Structures y Trimble Connect que permiten desarrollar el modelado de una forma más rápida y óptima utilizando los recursos necesarios. Estas herramientas, también, permiten identificar incompatibilidades en el diseño con otras áreas del proyecto como las instalaciones (sanitarias, eléctricas, gas, mecánicas y de comunicaciones) y poder solucionarlas. (Salas, 2022)

Figura 44. Softwares de modelado 3D

Tomado de "Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]" por Manuel Salas (2022)

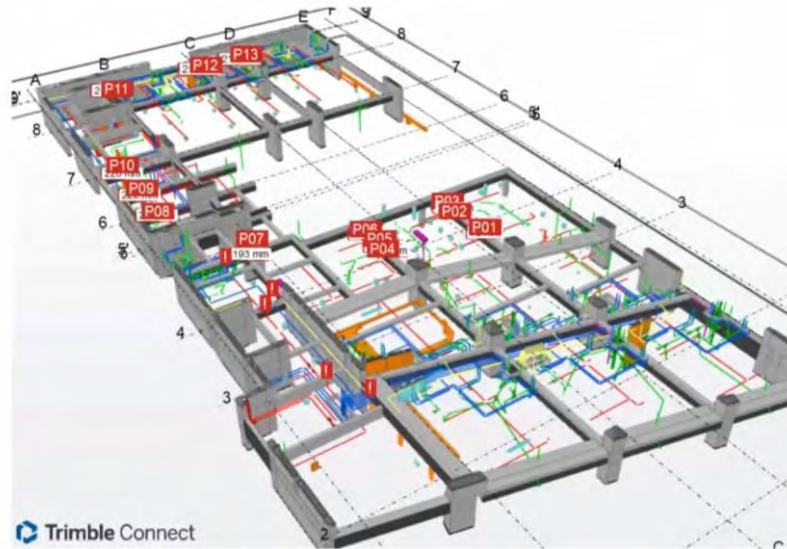


Figura 45. Compatibilización BIM de instalaciones con previgas

Tomado de "Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]" por Manuel Salas (2022)

En la **Figura 46** se observa un ejemplo del diseño final de una previga en un plano realizado en el software Revit.

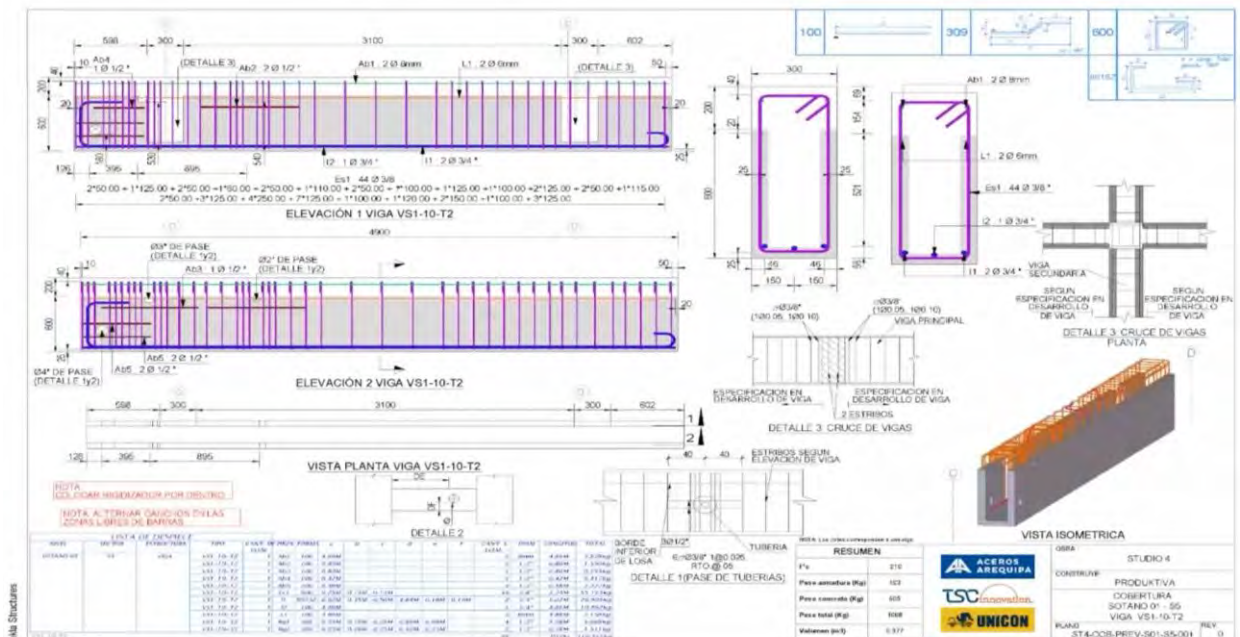


Figura 46. Modelo de diseño de previga

Tomado de "Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]" por Manuel Salas (2022)

2) Fabricación de acero

Terminado el proceso de modelamiento, se realiza la fabricación y colocación de aceros en planta. El modelado de acero se realiza utilizando el software de Tekla Structures para un mejor detalle. (Salas, 2022)

En la **Figura 47**, se observa como el operario se guía del modelado realizado en Tekla Structures para la fabricación y colocación del acero.



Figura 47. Realización de la fabricación y colocación de acero en una previga

Tomado de “*Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]*” por Manuel Salas (2022)



Figura 48. Colocación de acero

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Las previgas son elementos prefabricados que tienen forma de “U” con 6 cm de espesor en cada lado como se muestra en la **Figura 49**, las cuales están compuestas por concreto y barras embebidas que son los principales refuerzos del elemento estructural. Estas barras embebidas tienen un recubrimiento de aproximadamente 2 cm. (Salas, 2022)

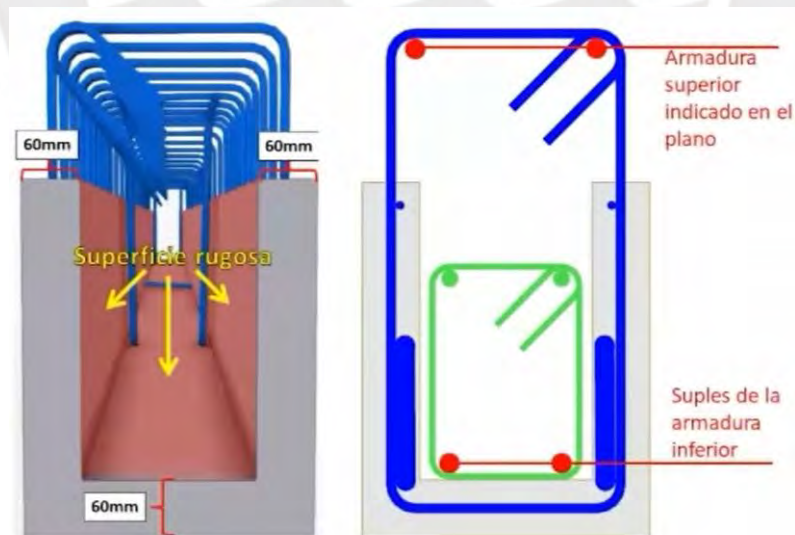


Figura 49. Esquema de previga

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)



Figura 50. Montaje de aceros en una previga

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Para una mejor instalación de la previga, en las conexiones se utilizará ganchos de 180° (con un dobléz) para que el acero longitudinal no sobresalga del elemento como se muestra en la **Figura 51** para que de esta manera el acero pueda desarrollar toda su capacidad. (Salas, 2022)

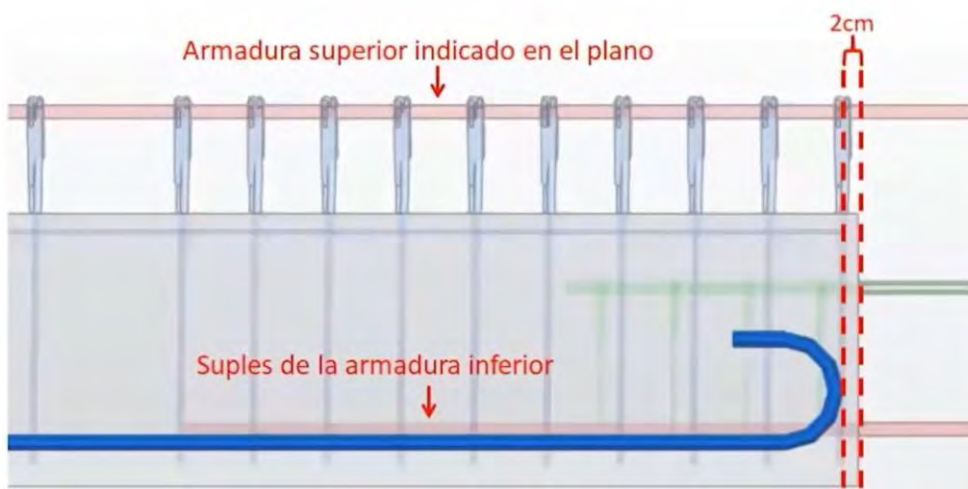


Figura 51. Acero en previga

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Además, se colocará barras tipo suples (acero rojo) que serán colocadas en los nudos para permitir la continuidad de los aceros y empalmar las previgas. Este empalme es 1.3 veces mayor sobre una viga convencional como se aprecia en la **Figura 52**. (Salas, 2022)

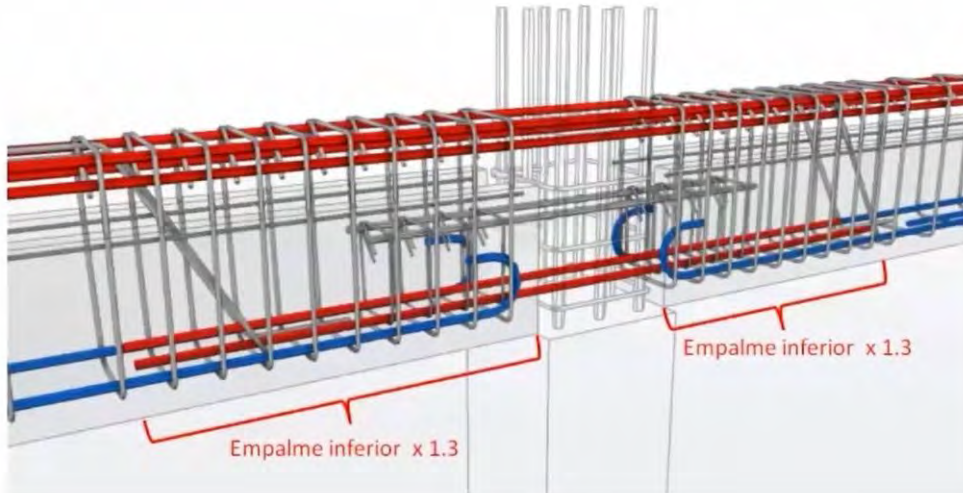


Figura 52. Empalmes en acero longitudinal de una previsa

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Para poder asegurar este empalme, se colocan estribos distribuidos cada 10 cm como se muestra en la **Figura 52** para que puedan confinar las barras colocadas en los nudos permitiendo a su vez una mayor ductilidad a la previsa. (Salas, 2022)

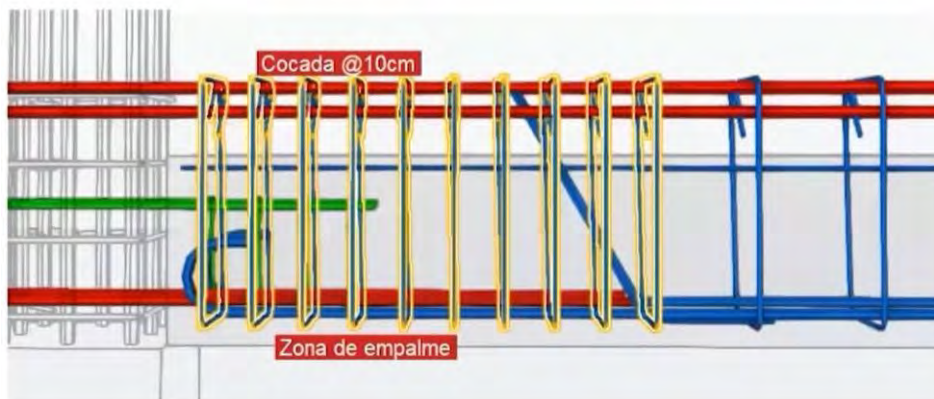


Figura 53. Estribos en zona de empalme de una previsa

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

En la **Figura 54**, se puede observar el resultado final de la colocación y montaje de acero en una previsa con respecto al modelo realizado con el programa Tekla Structures.

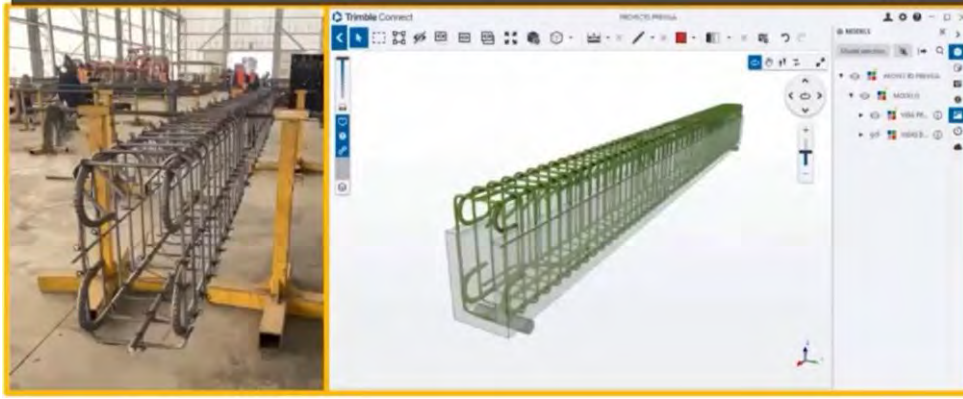


Figura 54. Fabricación y colocación de acero en una previga

Tomado de “*Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]*” por Manuel Salas (2022)

3) Transporte del acero

Finalizada la fabricación del acero, se realiza el transporte de todos los aceros hacia la planta de fabricación de prefabricación. (Salas, 2022)



Figura 55. Transporte de aceros de previgas

Tomado de “*Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]*” por Manuel Salas (2022)

4) Prefabricación

En este proceso se realiza la parte final de la previga, la cual se coloca el montaje de acero sobre moldes o encofrados personalizados según las especificaciones señaladas en los planos para poder vaciar el concreto y que obtenga la forma y tamaño deseado. (Salas, 2022)



Figura 56. Colocación de moldes para previgas

Tomado de “*Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]*” por Manuel Salas (2022)



Figura 57. Vaciado de concreto en previga

Tomado de “*Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]*” por Manuel Salas (2022)

5) Transporte de prefabricado

Una vez terminada la previga, se procede a transportarla hacia la obra para su colocación. Es preciso indicar que se requiere vehículos de carga ancha que puedan transportar previgas de grandes luces para proyectos como universidades, hospitales, proyectos de retail, etc. (Salas, 2022)



Figura 58. Transporte de previgas a obra

Tomado de *“Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]”* por Manuel Salas (2022)

6) Colocación del prefabricado en obra

Para la colocación de las previgas es necesario una grúa, un rigger y operarios capacitados que puedan instalar estos elementos sobre los muros y columnas. (Salas, 2022)



Figura 59. Montaje de previga

Tomado de *“Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]”* por Manuel Salas (2022)



Figura 60. Conexión de la previga

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Durante la colocación de las previgas, se colocarán barras de acero liso como se aprecia en la **Figura 61** que permitirá evitar fallas por deslizamiento durante el proceso de rotura plástica sin variar el momento flector de diseño de la viga inicialmente. (Salas, 2022)

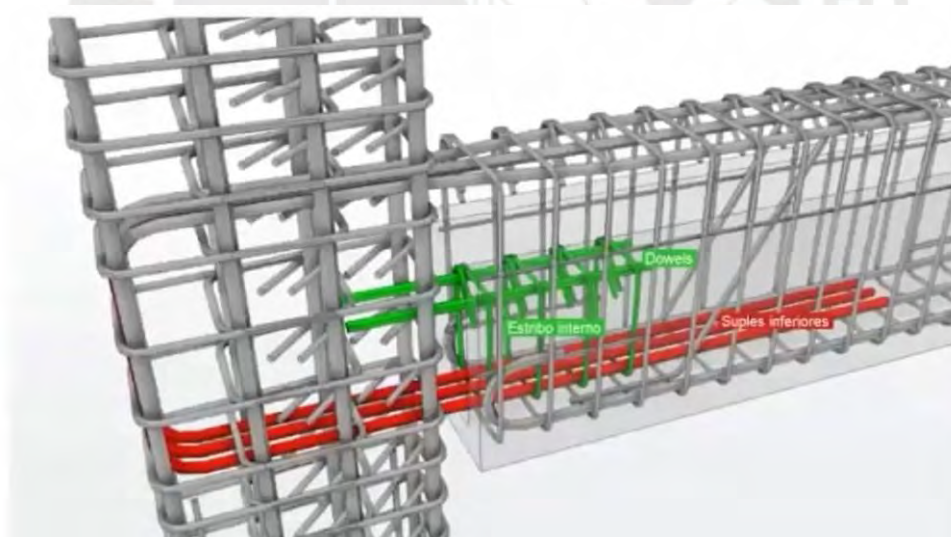


Figura 61. Colocación de aceros en los nudos

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Para ello, se agregan estribos adicionales que permitan confinar la zona de compresión cerca a la columna como se aprecia en la **Figura 62**.

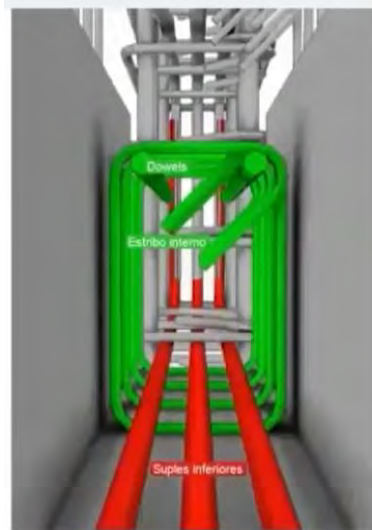


Figura 62. Estribos en la conexión de previgas

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

En la **Figura 63**, se observa la colocación en obra de una previga que es colocada mediante una grúa. Al finalizar la colocación de la previga en sus respectivas conexiones se procede al vaciado de concreto, la cual debe realizarse junto con las prelosas para un mejor ahorro de tiempo. (Salas, 2022)



Figura 63. Colocación de previga en obra

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Es preciso indicar que el vaciado de concreto debe ser de forma monolítica para así evitar posibles fisuras ocasionada por las conexiones, mejor calidad de vaciado y ahorro de material optimizando tiempos. (Salas, 2022)

En la **Figura 64**, se observa el apuntalamiento de las previgas antes del vaciado de concreto.



Figura 64. Vaciado y apuntalamiento de previgas

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

Prelosas

Las prelosas son componentes de concretos prefabricados superficiales que poseen una lámina inferior de hormigón con un ancho invariable y unos nervios de forma longitudinal en su dirección, lo cual trabajan como encofrado para las prelosas que luego serán vaciados en concreto *in situ*. Terminado el vaciado y endurecido el concreto formarán parte de la placa compuesta con al prelosa. Las prelosas son una evolución de las viguetas, pero que pueden abarcar más luces y tienen un acabado en la base. (Andece & Structuralia, 2014)

Las prelosas pueden ser:

- Armadas o pretensadas
- Compuestas (con nervios rigidizadores)
- Con armaduras básicas electrosoldadas
- Compuestas sólidas o huecas con algún elemento aligerante

A continuación, se describirán los siguientes procesos para la fabricación e instalación de una prelosa pretensada:

1) Habilitación de los moldes

Para ello se realiza la limpieza de todas aquellas partículas que están adheridas en el molde de trabajo y se coloca una capa desmoldante sobre toda el área del molde. (Aime, 2015)



Figura 65. Molde para prelosas

Tomado de “Mesa especial para prelosas” por Moldech (España), 2018

2) Trazo y encofrado de la prelosa

Teniendo los planos de estructuras aprobados de la losa y con el molde limpio se realiza el trazo de la losa sobre el molde con las dimensiones requeridas (ancho y longitud). Terminado el trazado, se realiza el encofrado longitudinal y transversal de la prelosa. (Aime, 2015)



Figura 66. Trazado y encofrado de prelosa

Tomado de “Influencia en el cambio de sistema constructivo de losas convencionales a prelosas en edificio multifamiliar Liberpark - Ciudadaris” por Yarasca (Perú), 2021

3) Instalación del acero en la prelosa

En este proceso, con el molde dimensionado, se realiza la colocación de los aceros para la prelosa siguiendo las especificaciones técnicas del plano de estructuras con los espaciamientos y la longitud requerida. (Aime, 2015)



Figura 67. Instalación de acero en prelosa

Tomado de “*Influencia en el cambio de sistema constructivo de losas convencionales a prelosas en edificio multifamiliar Liberpark - Ciudadaris*” por Yarasca (Perú), 2021

4) Colocación de separadores

Finalizada la instalación de acero instalado en el molde, se colocan los separadores que sirven como un recubrimiento adecuado para el acero. (Aime, 2015)



Figura 68. Colocación de separadores en prelosa

Tomado de “*Separador para hormigón losa/malla 30 mm pack 100 unidades*” por Doble L Innovations (Argentina), 2022

5) Vaciado de concreto

Con los separadores colocados en el acero, se procede a vaciar el concreto sobre el molde tomando en cuenta las siguientes indicaciones: (Aime, 2015)

- ✓ Para prelosa aligerada: Se debe colocar un casetón de poliestireno
- ✓ Para prelosa maciza: Se debe dar rugosidad en la parte superior de la losa



Figura 69. Vaciado de concreto en prelosa

Tomado de “*Prelosas, semilosas, losas, vigas y jabalcones*” por Prenava (España), 2022

6) Desmoldaje

Finalizado el vaciado del concreto y una vez fraguado, se procede a desencofrar la prelosa con el apoyo de una viga de izaje ubicando los puntos de enganche. (Aime, 2015)



Figura 70. Desmoldaje de una prelosa

Tomado de “¿Qué es el hormigón prefabricado y para qué se utiliza?” por Chryso (España), 2021

7) Apilado

Luego de desencofrar las prelosas, son apiladas en una zona de almacenamiento siguiendo las siguientes indicaciones para el tipo de prelosa: (Aime, 2015)

- ✓ Prelosas aligeradas: Son apiladas una sobre otras
- ✓ Prelosas macizas: Son apiladas apoyadas sobre tacos de madera



Figura 71. Apilado de prelosas macizas

Tomado de “*Prédalle en béton PLANK*” por Archi Expo (Francia), 2022



Figura 72. Colocación de tacos de madera para prelosas macizas

Tomado de “*Prédalle en béton PLANK*” por Archi Expo (Francia), 2022

8) Curado

Una vez instaladas las prelosas en el área de almacenamiento y apiladas, se realiza el curado de la estructura con el uso del agua que tiene una duración de 7 días. (Aime, 2015)



Figura 73. Curado de prelosas

Tomado de “*Influencia en el cambio de sistema constructivo de losas convencionales a prelosas en edificio multifamiliar Liberpark - Ciudadaris*” por Yarasca (Perú), 2021

9) Transporte de las prelosas

Después de los 7 días de curado, se empieza a transportar las prelosas a la obra sobre un camión. Es recomendable nivelar las prelosas sobre el camión para evitar posibles daños sobre la estructura durante el traslado hacia la obra. (Aime, 2015)



Figura 74. Transporte de prelosas hacia la obra

Tomado de “*Transporte de losas prefabricadas*” por Entrepisos Lima (Perú), 2022

4.2.3. Cronograma del montaje y transporte

Cuando la empresa constructora plantea inicialmente su cronograma de obra o proyecto, las empresas de elementos prefabricados realizan un flujo bajo el concepto del VDC (Virtual Design and Construction) como se muestra en la **Figura 75**, en el cual se basan de 10 procesos que buscan reducir el tiempo, la cantidad de trabajadores y el costo.

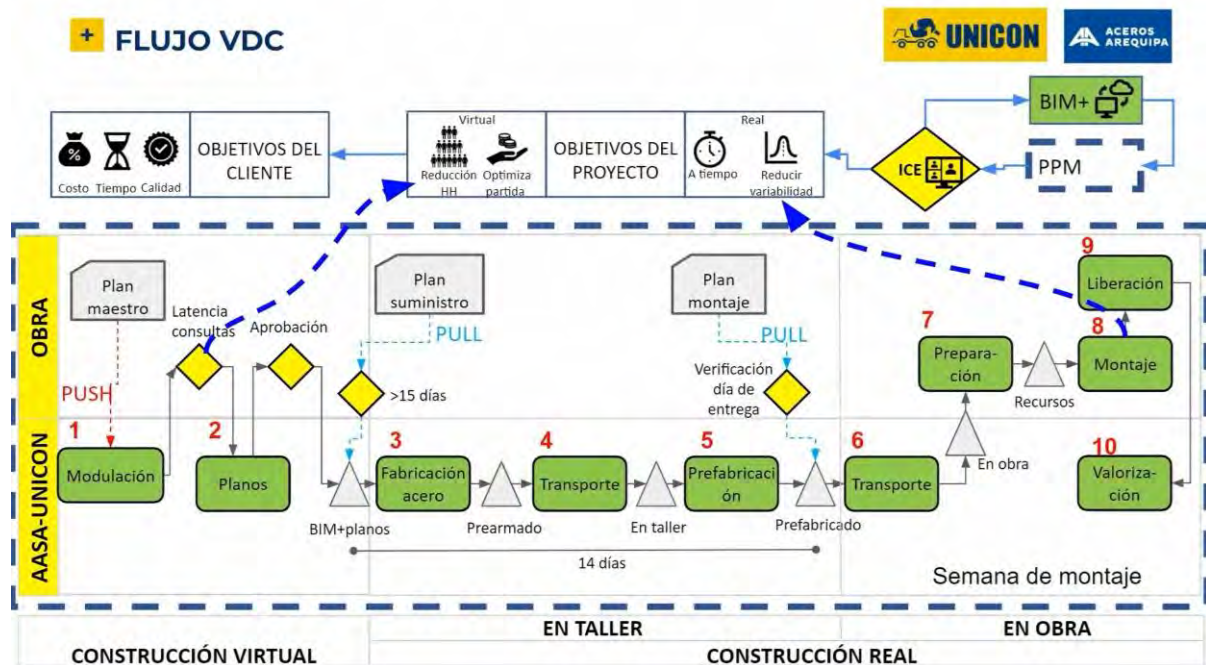


Figura 75. Flujo VDC de Concremax AASA – UNICON

Tomado de “Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]” por Manuel Salas (2022)

A continuación, se explicará en qué consisten estos 10 procesos del flujo VDC de AASA – UNICON:

- 1) Modulación: Este proceso consiste en la entrega del “Plan maestro” de la empresa constructora hacia la empresa fabricante de los elementos prefabricados, en el cual contienen las fechas, entregas parciales, hitos que se deben cumplir a lo largo del proyecto. Durante este proceso pueden surgir consultas o dudas sobre el proyecto que deben ser solucionadas e informadas a la empresa constructora y de esta manera la empresa de prefabricados plantea una primera propuesta hacia la constructora que debe ser analizada por el constructor para definir si esta propuesta resulta conveniente y beneficiosa para el proyecto. (Salas, 2022)
- 2) Planos: Una vez el constructor aprueba la propuesta brindada, la empresa de prefabricados procede a elaborar los planos con la información técnica brindada por la empresa constructora y que finalizados tienen que ser aprobados por obra. La realización de estos planos puede ser realizados en formato CAD o implementando la metodología BIM. (Salas, 2022)

- 3) Fabricación de acero: Proceso realizado en el taller de acero o planta de la empresa fabricadora de prefabricados. (Salas, 2022)
- 4) Transporte: Traslado del acero a la planta de concreto para la realización del elemento prefabricado sobre los moldes. (Salas, 2022)
- 5) Prefabricación: Realización del elemento estructural prefabricado en planta. (Salas, 2022)
- 6) Transporte: Traslado del elemento final hacia el punto de obra. (Salas, 2022)
- 7) Preparación: Se realiza una asesoría por parte de la empresa de prefabricados para la ejecución del despacho de los elementos estructurales. (Salas, 2022)
- 8) Montaje: Se realiza el montaje con ayuda de operarios capacitados y asesorados para la colocación de los elementos prefabricados. (Salas, 2022)
- 9) Liberación: Durante todo el proceso se realizan reuniones en las que brindan mejoras constantes sobre el proceso o cambios en la sectorización, horarios, detalles técnicos, entre otros. (Salas, 2022)
- 10) Valorización: Se realiza la valorización diaria de la entrega de los elementos estructurales prefabricados de acuerdo al avance del cronograma y la sectorización brindada. (Salas, 2022)

Tiempo de colocación de la prelosa:

Los tiempos de colocación utilizados por las grúas en el montaje de las prelosas son como máximo de 7 minutos. Este periodo de tiempo inicia desde el momento en que la grúa baja a izar el paño de prelosa hasta el punto de colocación. (Mesía , 2010)

Tiempo de colocación de la previga:

Los tiempos de colocación utilizados por las grúas en el montaje de las prelosas son como máximo de 5 minutos. Este periodo de tiempo inicia desde el momento en que la grúa baja a izar el paño de prelosa hasta el punto de colocación. (Salas, 2022)

4.3 Análisis comparativo del proyecto UNA

4.3.1 Comparación de costos

Tabla 37. Comparación de costos

	ELEMENTOS PREFABRICADOS			VACIADO IN SITU
	BETON DECKEN	ENTREPISOS LIMA	CONCREMAX	Proyecto
Losas aligeradas	S/ 883,521.70	S/ 899,935.34	S/ 1,453,566.45	S/ 2,069,193.17
Losas macizas	S/ 12,387.06	S/ 10,735.45	S/ 19,984.46	S/ 49,787.77
Previga (Concremax)	S/ 1,435,155.43	S/ 1,435,155.43	S/ 1,435,155.43	S/ 2,826,258.04
Transporte (Flete)	S/ 958,785.54	S/ 958,785.54	S/ 958,785.54	S/ -
Total	S/ 3,289,849.73	S/ 3,304,611.76	S/ 3,867,491.87	S/ 4,945,238.98
%Ahorro	50.32%	49.65%	27.87%	



Figura 76. Gráfico de barras de comparación del costo

4.3.2 Comparación de tiempo

Tabla 38. Comparación del tiempo

COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS		
VACIADO IN SITU		ELEMENTOS PREFABRICADOS
VIGAS	119 días	Tiempo máximo de colocación: 5 min por previga
	4 días	
	3 días	
LOSAS ALIGERADAS	182 días	Tiempo máximo de colocación: 7 min por paño de prelosa
LOSAS MACIZAS	6 días	
	3 días	

4.3.3 Comparación de proceso constructivo

Tabla 39. Comparación de los sistemas constructivos para una viga

COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN VIGA	
VIGA CONVENCIONAL	PREVIGA
Colocar el apuntalamiento de la viga	Colocar apuntalamiento de la previga
Instalar los paneles de fondo de la viga	Montaje e instalación de la previga sobre el apuntalamiento
Colocar el acero de las vigas	No se ejecuta porque el acero está en la previga
Posicionar y apuntalar los paneles de los costados de las vigas	No se realiza
Ubicar el acero de refuerzo de la viga	Instalar el acero de refuerzo de la previga
Vaciado de concreto de la viga y losa	Vaciado de concreto de la previga y losa
Desencofrado de los costados de la viga	No se realiza
Desencofrar el fondo y apuntalamiento de la viga	Retirar el apuntalamiento de la previga
Tarrajeo de la viga y después de 30 días se realiza el empaste y pintura	Empastado y pintura de la previga

Tabla 40. Comparación de los sistemas constructivos para una losa

COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN LOSA	
LOSA CONVENCIONAL	PRELOSA
Colocar el apuntalamiento de la losa	Colocar apuntalamiento de la prelosa
Instalar encofrado de fondo de losa	No necesita encofrado de fondo de prelosa
Colocar el acero de las losas	No se ejecuta porque el acero está en la prelosa
Posicionar y apuntalar los paneles de los costados de las losas	No se realiza
Ubicar el acero de refuerzo y de temperatura de la losa	Instalar el acero de refuerzo y temperatura de la prelosa
Vaciado de concreto de la viga y losa	Vaciado de concreto de la previga y prelosa
Desencofrado de los costados de la losa	No se realiza
Desencofrar el fondo y apuntalamiento de la losa	Retirar el apuntalamiento de la prelosa
Tarrajeo de la losa y después de 30 días se realiza el empaste y pintura	Empastado y pintura de la prelosa



5. CONCLUSIONES

- Del análisis del costo de ambos procedimientos se concluye que utilizando elementos prefabricados podemos ahorrar como mínimo un 28% del costo total para un proyecto de casco estructural de 15 pisos. Mientras tanto, para el análisis del tiempo del proyecto dependerá del abastecimiento de las plantas de prefabricados que puedan habilitar todas las unidades requeridas en obra. Sin embargo, el tiempo de instalación de estos prefabricados solo serían de unos cuantos días por cada nivel de piso, mientras que de forma tradicional se tardarían meses, tal cual mostrado en el cronograma de obra. Además, durante la ejecución e instalación de los elementos prefabricados se pueden realizar en simultáneo otras actividades en paralelo como lo son el avance de las partidas de especialidades (eléctricas, sanitarias, ACI, etc.) y de esta forma poder optimizar los tiempos del alcance de obra.
- Del análisis comparativo de los procesos constructivos de ambos métodos se concluye un gran avance de tecnología en la fabricación de los elementos prefabricados que permite incluir nuevas metodologías como la filosofía BIM y Lean que disminuyen el personal y materiales en obra provocando una mejor productividad en las partidas de trabajo y mejorando la calidad del producto final de obra. Esto permite la disminución de materiales y equipos en almacén, pero obliga la implementación de equipos de gran magnitud como lo son las grúas para el izaje y colocación de los componentes prefabricados en altura.
- El uso de elementos prefabricados permite a las empresas constructoras disminuir y perfeccionar los tiempos de entrega de sus proyectos y reducir los costos en gran magnitud para edificaciones de por lo menos 15 pisos. Además, disminuye la huella de carbono creando obras más sostenibles sin aumentar el costo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aceros-Arequipa. (2018). *Construyendo Seguro*. From ¿Sabes cómo reforzar las columnas estructurales?: www.construyendoseguro.com
- Aime, L. (2015). Evaluación de rentabilidad de losas prefabricadas (prelomas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales. *Repositorio institucional - Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Andece & Structuralia. (2014). Elementos constructivos. Edificación. *Máster Internacional de Soluciones Constructivas con Elementos Prefabricados de Hormigón o Concreto*.
- ANIPPAC. (2020). *Conexiones en las estructuras prefabricadas*. From www.anippac.org.mx.
- Beton-Decken. (2021). *Prefabricados de concreto: Previgas especiales*. From Ventajas de previgas.
- Calderón Sanchez, A. (2020). Estudio de la implementación de losas prefabricadas en la construcción de entresijos para la obra Floresta VI. *Repositorio Institucional Pirhua*.
- Casa Lima. (2022). *¿Cuáles son los Precios de Fletes Terrestres en Perú?* From www.grupocasalima.com
- Chryso. (2021). *¿Qué es el hormigón prefabricado y para qué se utiliza?* | CHRYSO Aditivos. From www.chryso.es
- Concremax. (2021). *Manual de placas alveolares*. From Ficha técnica de placas alveolares: <https://www.concremax.com.pe/>
- Concremax. (2021). *Manual de prelasas pretensadas*. From Ficha técnica de prelasas pretensadas: <https://www.concremax.com.pe/>
- Concremax. (2021). *Manual de viguetas*. From Fecha técnica de viguetas pretensadas: <https://www.concremax.com.pe/>
- Costos, R. (2022). Revista Costos. *Costos*.
- Entresijos Lima. (2014). *Ficha técnica de prelasas macizas*. From www.entresijoslima.com.pe
- Entresijos-Lima. (2022). *Prelomas ligeras - Aligerado compuesto*. <https://www.entresijoslima.com.pe/>
- Entresijos-Lima. (2022). *Prelomas ligeras - Aligerado simple*. <https://www.entresijoslima.com.pe/>
- Entresijos-Lima. (2022). *Prelomas macizas*. <https://www.entresijoslima.com.pe/>
- Fernández-Ordoñez, D., & Fernández Gomez, J. (2009). Industrialización para la construcción de viviendas. Viviendas asequibles realizadas con prefabricados de hormigón. *Informes de la Construcción*.
- Infobae, N. (2022, Junio 8). *¿Acaso una empresa emergente convertirá a la construcción sostenible en la siguiente frontera en los ecomercados?* *Infobae; Buenos Aires*.
- Innovations, D. L. (2022). *Doble L Innovations - Productos*. From www.doblel.com.ar
- Kumar, P. (1998). *Concreto: estructura, propiedades y materiales*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- Lopez, A. (2015). La construcción con prefabricados de concreto una historia por escribir. *Noticreto*.
- Madueño, J. (2016). ASOCRETO: Evaluación económica de obras con prefabricado. *Noticreto*.
- Meneses, E., & Ramirez, Y. (2021, Noviembre 15). *Resistencia y calidad en los proyectos de construcción*. From www.peruconstruye.net

- Mesía , R. (2010). Análisis comparativo del uso de elementos prefabricados de concreto armado vs. concreto vaciado in situ en edificios de vivienda de mediana altura en la ciudad de Lima. *Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*.
- Moldtech. (2018, diciembre 14). *Moldtech*. From www.moldtechsl.es
- Montenegro Carrillo, R., López Chaupijulca, G., García Arriola, M., Vílchez Moreno, S., & Muñoz Blanco, J. (2020). Consideraciones de diseño para el uso de elementos prefabricados de concreto armado para estructuras de edificios. *Repositorio de Tesis PUCP*.
- Newswire, C. (2021, Febrero 2021). *El año comienza con más obras en prefabricado de hormigón*. From www.interempresas.net
- OptimizaContratistas. (2020, Agosto 13). *Impacto de los Prefabricados en la Productividad en Obra*. From <https://optimizacontratistas.com/impacto-de-los-prefabricados-en-la-productividad-en-obra/>
- Prenava. (2018). *Productos de Prenava - Prefabricados de hormigón* .
- Quintero, G., & Guerrero , N. (2020). Comportamiento y diseño de elementos estructurales prefabricados en concreto. *Repositorio de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña* .
- Rodriguez, M., Betancourt, R., & Reinoso, E. (2000). *Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas*. ANIPPAC.
- Salas, M. (2022). Uso de previgas de concreto prefabricado [Webinar]. (ACI UPC Student Chapter, Interviewer) From <https://www.youtube.com/watch?v=8MBRKGiT3-Y>
- Sanabria, B. (2017). Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricados de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles. *Repositorio de la Universidad Católica de Colombia*.
- SPC Industries SDN BHD. (2022). *Archi Expo*. From www.archiexpo.fr
- Yarasca, D. (2021). Influencia en el cambio de sistema constructivo de losas convencionales a prelosas en edificio multifamiliar Liberpark - Ciudadaris. *Escuela profesional de ingeniería civil Universidad Peruana de los Andes*.

7. ANEXOS

7.1. Planos

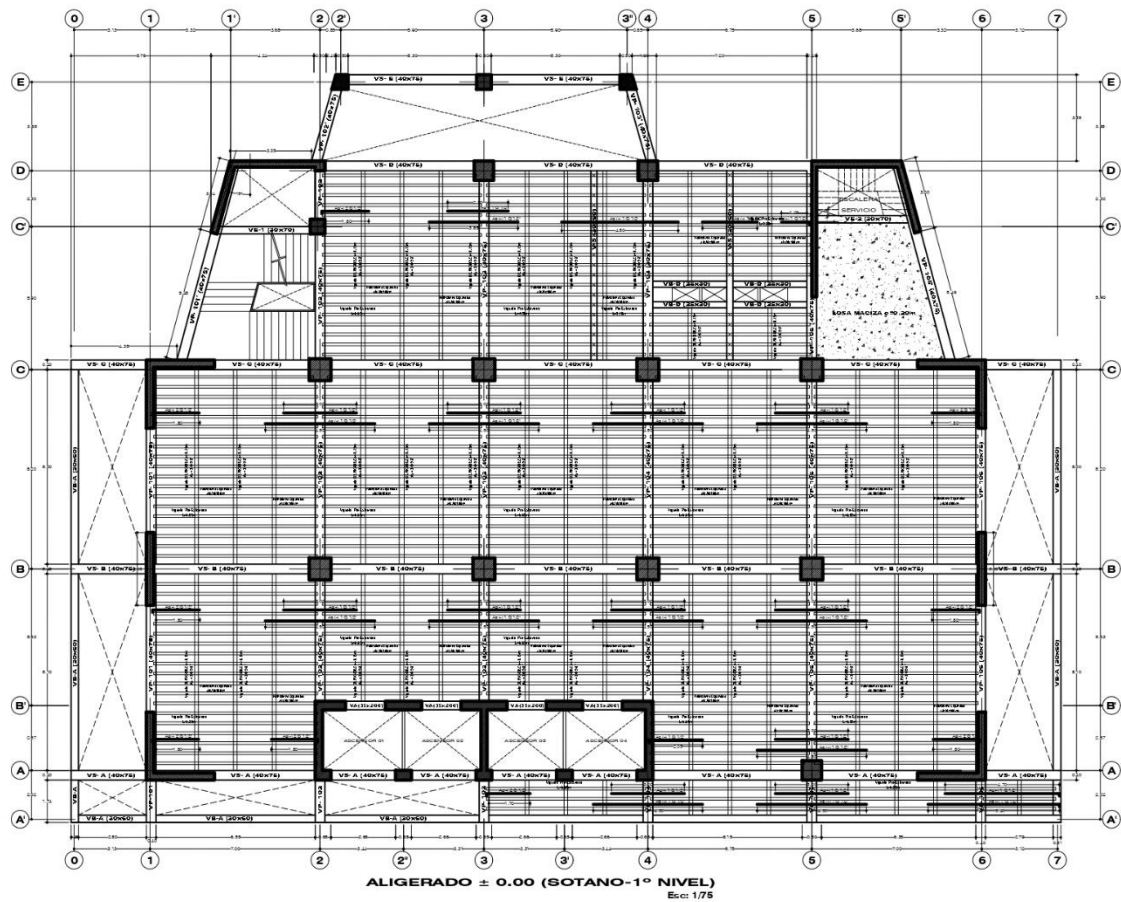


Figura 77. Plano de losa aligerado del sótano

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

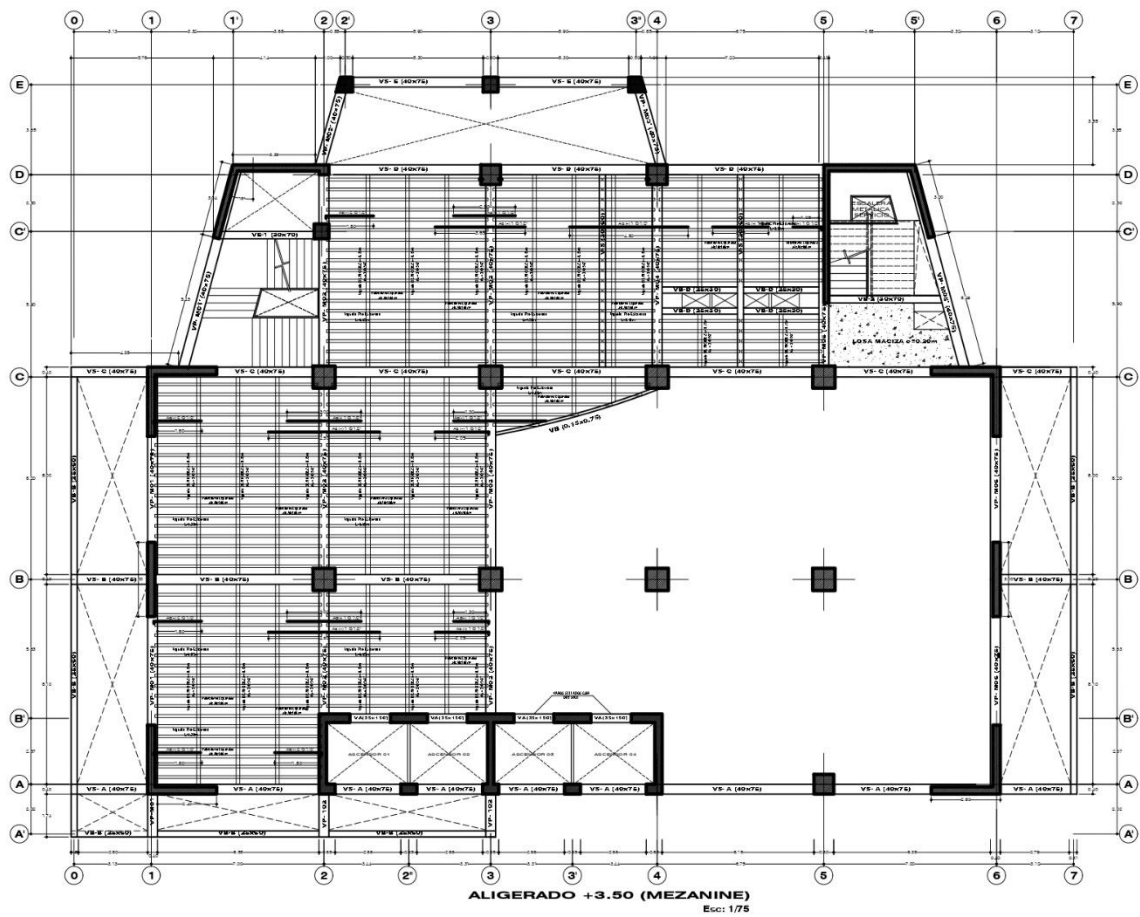


Figura 78. Plano de losa aligerado del mezanine

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

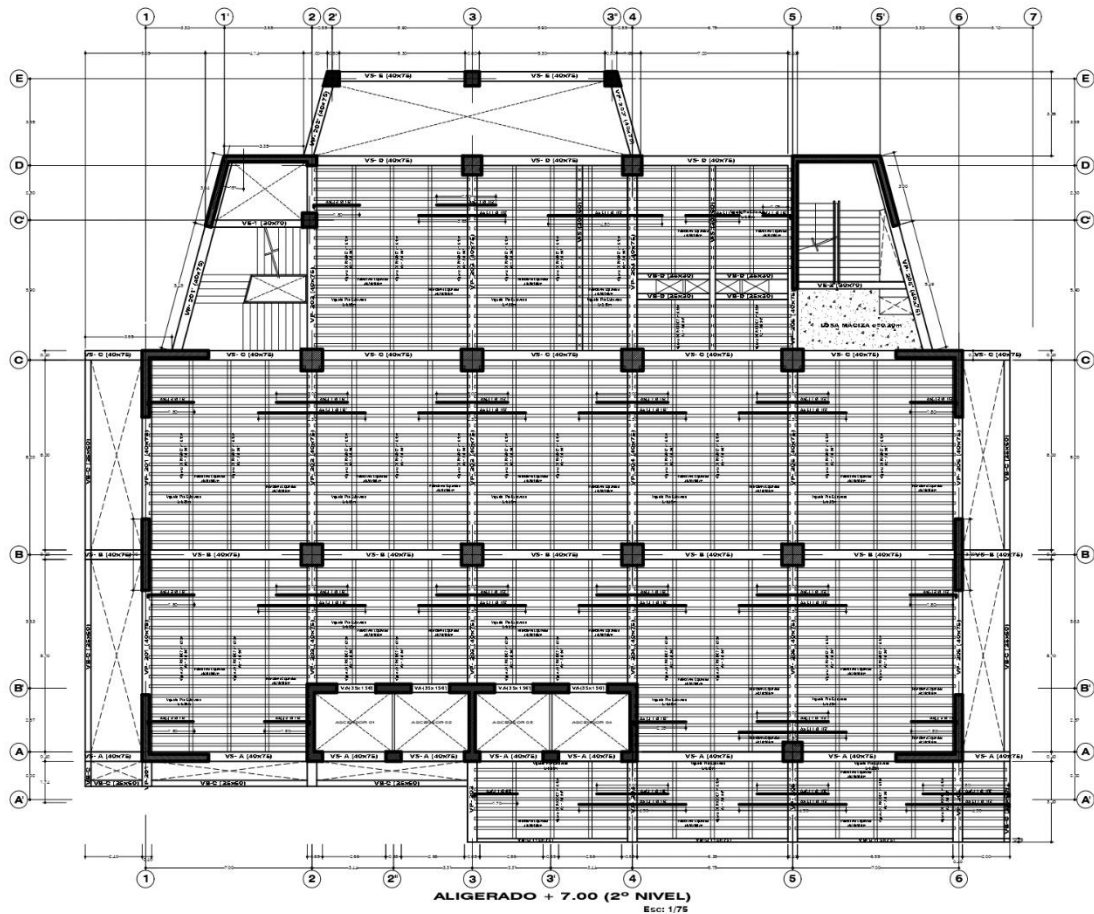


Figura 79. Plano de losa aligerado del segundo piso

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

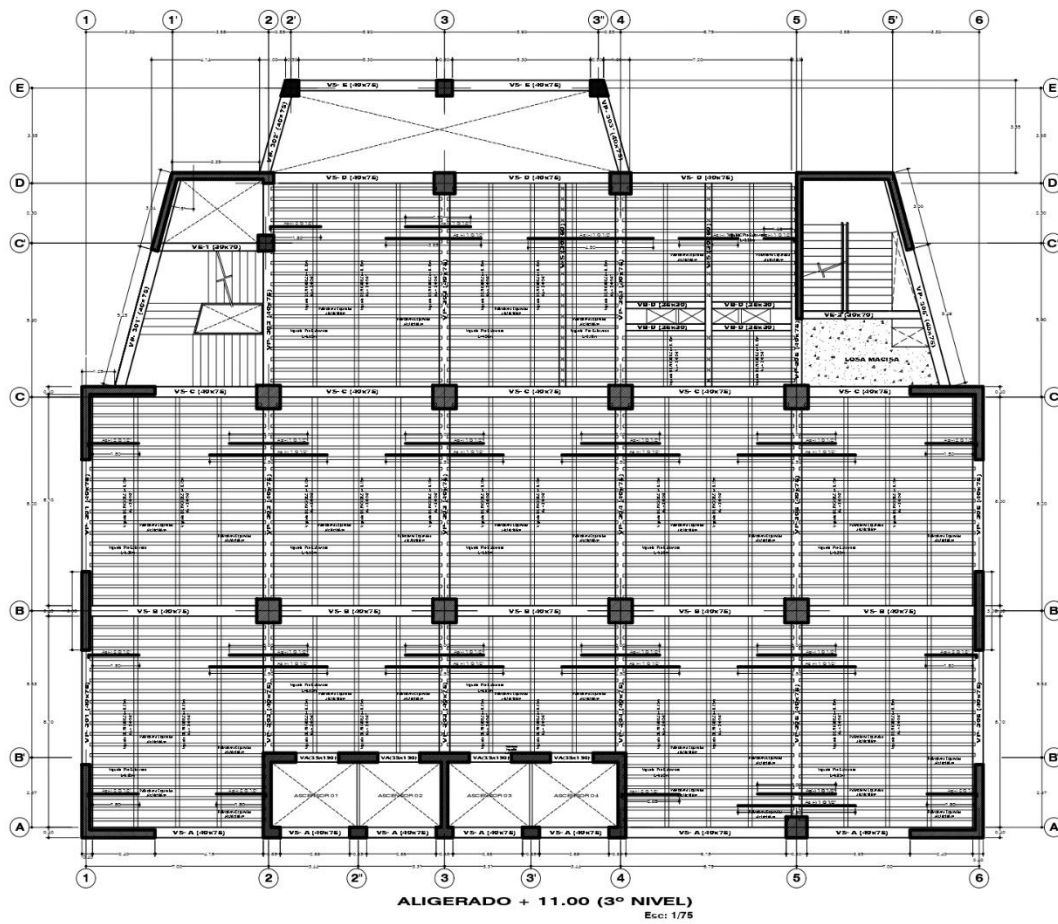


Figura 80. Plano de losa aligerado del piso típico

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

7.2 Presupuesto de estructuras

S/0		Página		1		
Presupuesto						
Presupuesto	0101057	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS EN LA FORMACIÓN BÁSICA, INFORMÁTICA Y VIRTUAL DE LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO				
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS				
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO				Costo a:	20/03/2012
Lugar	PUNO - PUNO - PUNO					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	EDIFICIO 15 NIVELES				8,721,897.31	
01.01	OBRAS PROMOSIONALES				43,439.76	
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROMOSIONALES				24,064.80	
01.01.01.01	OFICINA PARA RESIDENCIA	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00	
01.01.01.02	ALMACÉN DE MATERIALES	m ²	13.00	125.36	15,093.20	
01.01.01.03	VESTUARIO PERSONAL OBRERO CAPACIDAD 50 PERSONAS	m ²	10.00	125.36	1,253.60	
01.01.02	INSTALACIONES PROMOSIONALES				19,374.96	
01.01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	mes	24.00	407.29	9,774.96	
01.01.02.02	ENERGÍA ELÉCTRICA	mes	24.00	400.00	9,600.00	
01.02	TRABAJO PRELIMINARES				593,537.31	
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO				4,657.11	
01.02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m ²	1,222.34	3.01	3,679.24	
01.02.01.02	LIMPIEZA PERMANENTE DE CEBA	m ²	1,222.34	0.80	977.87	
01.02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTIO				2,080.20	
01.02.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTIO PRELIMINAR	m ²	1,222.34	1.71	2,080.20	
01.02.03	SERVICIOS				521,430.00	
01.02.03.01	SERVICIO DE ALQUILER DE HORNE GUIN CAPACIDAD 150 TONIFRASE EN CONDICIÓN CRÍTICA, DISTANCIA DE MANIOBRABILIDAD DE 30M	mes	14.00	28,900.00	384,000.00	
01.02.03.02	CARGIO DE MATERIAL EN OBRA CON HORNE GUIN CAP 15 TON EN BRAZO EXTENDIDO	ton	5,500.00	22.26	122,430.00	
01.02.04	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD				65,360.00	
01.02.04.01	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1.00	65,360.00	65,360.00	
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				166,298.67	
01.03.01	NIVELACION DE TERRENO				1,051.20	
01.03.01.01	NIVELACION DE TERRENO	m ²	1,222.32	0.86	1,051.20	
01.03.02	CORTES				2,289.00	
01.03.02.01	CORTE EN LOMA HUA (PERE. Y USP) IMPLEMENTOS SUMINISTRADA	m ³	105.00	21.80	2,289.00	
01.03.03	RELLEVO				161,828.25	
01.03.03.01	RELLEVO Y COMP. MANUAL. MAT. DE PRESTAMO	m ³	1,817.07	89.00	161,828.25	
01.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				1,130.22	
01.03.04.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES CIVILIZADA	m ³	135.50	8.33	1,130.22	
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				97,002.91	
01.04.01	CONCRETO SIMPLE				97,002.91	
01.04.01.01	SOLADO PARA CIMIENTOS REFORZADO E=8", MEZCLA CH 1:10	m ²	485.80	12.75	6,195.70	
01.04.01.02	SOLADO PARA ZAPATAS MEZCLA CH 1:10 E=4"	m ²	399.00	19.60	7,820.40	
01.04.01.03	FALSA SOLIDA E=4" MEZCLA 1:8 (CH)	m ²	369.63	48.88	18,047.16	
01.04.01.04	FALSA ZAPATA CONCRETO FC=175 KG/M ³ +50%FG	m ³	341.68	174.96	59,643.66	
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				7,821,618.66	
01.05.01	ZAPATAS				73,225.34	
01.05.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN ZAPATAS FC=2800 KG/M ³	m ³	59.00	640.31	37,800.69	
01.05.01.02	ENCORFADO Y DESENCORFADO EN ZAPATAS	m ²	110.00	40.54	4,460.40	
01.05.01.03	ACERO DE REFUERZO Fy=200 KG/CM ² EN ZAPATAS	kg	3,487.50	4.38	15,275.25	
01.05.02	VIGAS DE CIMENTACION				86,674.87	
01.05.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS DE CIMENTACION FC=2800 KG/M ³	m ³	61.85	561.53	34,112.13	
01.05.02.02	ENCORFADO Y DESENCORFADO EN VIGAS DE CIMENTACION	m ²	247.41	39.72	9,827.13	
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=200 KG/CM ² EN VIGAS DE CIMENTACION	kg	10,213.61	4.38	44,736.61	
01.05.03	CIMENTACION REFORZADA PARA MUROS DE CONTENCIÓN				216,908.77	
01.05.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN CIMENTACION PARA MUROS DE CONTENCIÓN FC=2800 KG/M ³	m ³	284.40	547.03	155,575.33	
01.05.03.02	ENCORFADO Y DESENCORFADO EN CIMENTACION DE MUROS DE CONTENCIÓN	m ²	85.71	58.02	5,000.91	
01.05.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=200 KG/CM ² EN MUROS DE CONTENCIÓN	kg	13,311.08	4.38	58,302.53	
01.05.04	MURO DE CONTENCIÓN				199,964.61	
01.05.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN MURO DE CONTENCIÓN	m ³	152.66	544.00	83,046.18	
01.05.04.02	ENCORFADO Y DESENCORFADO EN MUROS DE CONTENCIÓN	m ²	1,017.68	46.15	46,965.99	
01.05.04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=200 KG/CM ² EN MUROS DE CONTENCIÓN	kg	10,333.63	4.38	45,261.30	

Figura 81. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA

Tomado del "Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA" (2012)

Presupuesto

Presupuesto 0101057 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS EN LA FORMACIÓN BÁSICA, INFORMÁTICA Y VIRTUAL DE LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS
 Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO Costo a 2003/2012
 Lugar PUNO - PUNO - PUNO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.05.04.04	IMPERMEABILIZACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN CON ADITIVO BITUMINOSO 02 MANOS	m ²	1,920.00	12.86	24,691.20
01.05.05	COLUMNAS				694,865.91
01.05.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS Fc=350KG/M ³	m ³	127.01	609.49	77,411.32
01.05.05.02	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS Fc=280KG/M ³	m ³	463.71	399.71	171,438.22
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m ²	3,051.04	47.52	145,021.06
01.05.05.04	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN COLUMNAS	kg	66,720.39	4.38	300,986.31
01.05.06	PLACAS				1,076,074.36
01.05.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS Fc=280KG/M ³	m ³	856.86	486.35	416,247.51
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m ²	5,082.07	28.66	145,687.81
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN PLACAS	kg	117,109.37	4.38	512,509.04
01.05.07	PLACA DE ASCENSOR				694,647.64
01.05.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACA DE ASCENSOR Fc=280KG/M ³	m ³	437.56	492.43	215,467.67
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACA DE ASCENSOR	m ²	2,993.00	55.35	165,682.55
01.05.07.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN PLACA DE ASCENSOR	kg	71,579.52	4.38	313,517.42
01.05.08	VIGAS				2,151,282.62
01.05.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS Fc=280KG/M ³	m ³	1,452.00	489.19	616,882.31
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	8,366.56	65.11	544,084.91
01.05.08.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN VIGAS	kg	226,080.26	4.38	989,275.34
01.05.09	LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS				2,061,436.06
01.05.09.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS ALIGERADAS Fc=280KG/M ³	m ³	846.08	485.24	410,521.86
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS	m ²	10,355.99	31.92	330,563.20
01.05.09.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS	kg	22,807.13	4.38	99,019.23
01.05.09.04	PLASTOFORNO PVIGUETAS EJE 41cm H=200M SEGUN E.T.	m ³	1,461.46	182.29	266,409.54
01.05.09.05	VIGUETAS PREFABRICADAS PREFABRICADAS	m	25,688.47	28.68	737,002.20
01.05.09.06	MALLA ELECTROSOLDADA CUCARITA 10X10CM (P=20MM) SEGUN E.T.	m ²	10,355.99	21.04	217,880.03
01.05.10	ESCALERAS				191,463.34
01.05.10.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS Fc=280KG/M ³	m ³	171.36	506.39	86,769.96
01.05.10.02	ESCALERAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	833.88	53.18	44,346.74
01.05.10.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN ESCALERAS	kg	13,378.64	4.51	60,337.67
01.05.11	PLACA INCLINADA REFORZADA				112,201.41
01.05.11.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACA INCLINADA Fc=280KG/M ³	m ³	85.56	490.64	42,170.51
01.05.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACA INCLINADA	m ²	687.60	53.19	36,573.44
01.05.11.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN PLACA INCLINADA	kg	7,881.37	4.35	34,457.46
01.05.12	COLUMNETAS Y VIGUETAS				180,468.49
01.05.12.01	CONCRETO Fc=16 KG/M ³ PARA COLUMNETAS DE ARROSTRE	m ³	90.81	334.36	30,368.23
01.05.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNETAS DE ARROSTRE	m ²	2,041.82	38.20	78,007.34
01.05.12.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN COLUMNETAS DE ARROSTRE	kg	9,486.72	4.36	41,362.10
01.05.12.04	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON POLIESTIRENO EXPANDIDO	m ²	337.05	31.87	10,741.78
01.05.13	TANQUE ELEVADO				34,908.01
01.05.13.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN TANQUE ELEVADO Fc=280KG/M ³	m ³	24.50	543.80	13,323.10
01.05.13.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TANQUE ELEVADO	m ²	153.34	38.52	5,906.06
01.05.13.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN TANQUE ELEVADO	kg	3,586.93	4.36	15,679.25
01.05.14	CUARTO DE CAJA DE ESCALERAS				38,237.40
01.05.14.01	COLUMNAS				8,786.10
01.05.14.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS Fc=280KG/M ³	m ³	6.76	389.71	2,617.41
01.05.14.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m ²	66.08	47.52	3,132.60
01.05.14.01.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN COLUMNAS	kg	779.94	4.38	3,416.14
01.05.14.02	VIGAS				11,458.63
01.05.14.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS Fc=280KG/M ³	m ³	6.88	488.79	3,362.88
01.05.14.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	71.09	65.11	4,628.67
01.05.14.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=620KG/M ² EN VIGAS	kg	791.57	4.38	3,467.08
01.05.14.03	LOSAS MACIZAS				17,992.62
01.05.14.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS Fc=280 KG/M ³	m ³	13.74	567.18	7,793.05
01.05.14.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	m ²	66.66	36.42	2,507.33

Figura 82. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA

Tomado del "Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA" (2012)

Presupuesto

Presupuesto 0101057 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS EN LA FORMACIÓN BÁSICA, INFORMÁTICA Y VIRTUAL DE LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS
 Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO Costo a 2003/2012
 Lugar PUNO - PUNO - PUNO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.05.14.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN LOSAS MACIZAS	kg	1,757.59	4.38	7,698.24
01.05.15	CASA DE MAQUINA DE ASCENSOR				26,299.87
01.05.15.01	COLUMNAS				5,056.12
01.05.15.01.01	CUNDE:10 PREMEZCLADO EN COLUMNAS Fc=28KG/CM ²	m ³	1.63	309.71	502.63
01.05.15.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m ²	18.00	47.52	855.35
01.05.15.01.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN COLUMNAS	kg	821.49	4.38	3,598.13
01.05.15.02	PLACAS				3,020.98
01.05.15.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACA DE ASCENSOR Fc=28KG/CM ²	m ³	1.38	492.43	679.55
01.05.15.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACA DE ASCENSOR	m ²	12.00	55.25	664.20
01.05.15.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN PLACA DE ASCENSOR	kg	382.93	4.38	1,677.23
01.05.15.03	VIGAS				5,093.38
01.05.15.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS Fc=28KG/CM ²	m ³	5.33	488.79	2,605.25
01.05.15.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	22.37	65.11	1,455.51
01.05.15.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN VIGAS	kg	255.53	4.38	1,121.62
01.05.15.04	LOSAS MACIZAS				13,129.39
01.05.15.04.01	CUNDE:10 PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS Fc=28KG/CM ²	m ³	14.74	567.18	8,383.23
01.05.15.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	m ²	73.00	36.42	2,681.75
01.05.15.04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN LOSAS MACIZAS	kg	476.03	4.38	2,085.01
02	TANQUE CISTERNA				78,777.45
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				287.29
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m ²	55.25	3.28	181.22
02.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL ACUMULADO	m ³	5.53	19.18	105.07
02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				108.84
02.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	55.25	1.97	108.84
02.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,170.25
02.03.01	CORTE Y EXCAVACION CIVIL QUINAHUA (Terreno Normal)	m ³	257.19	14.19	3,640.03
02.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCELENTE DE EXCAVACIONES CIVIL QUINAHUA	m ³	289.35	8.28	2,393.22
02.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,003.95
02.04.01	SOLADO PARA PLATEA MEZCLA C/H 1:10 E=4"	m ²	55.25	30.36	1,677.39
02.04.02	SOBRECIMENTOS CONCRETO Fc=140KG/CM ²	m ³	1.38	236.64	325.55
02.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				65,207.12
02.05.01	LOSA DE CIMENTACION				12,955.01
02.05.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA DE CIMENTACION Fc=28KG/CM ²	m ³	13.81	508.39	7,020.87
02.05.01.02	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN LOSAS DE CIMENTACION	kg	1,357.11	4.38	5,944.14
02.05.02	MURO REFORZADO PARA TANQUE CISTERNA				25,264.60
02.05.02.01	CUNDE:10 PREMEZCLADO EN MURO REFORZADO DE TANQUE CISTERNA Fc=28KG/CM ²	m ³	27.02	508.39	13,735.10
02.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS REFORZADOS EN TANQUE CISTERNA	m ²	132.50	40.27	5,351.88
02.05.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN MUROS DE TANQUE CISTERNA	kg	1,410.05	4.38	6,161.62
02.05.03	COLUMNAS				4,571.52
02.05.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS Fc=28KG/CM ²	m ³	2.86	369.71	1,057.37
02.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m ²	3.93	47.52	186.75
02.05.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN COLUMNAS	kg	759.68	4.38	3,327.40
02.05.04	VIGAS				4,714.00
02.05.04.01	CUNDE:10 PREMEZCLADO EN VIGAS Fc=28KG/CM ²	m ³	2.91	488.79	1,422.36
02.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	25.20	65.11	1,638.88
02.05.04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN VIGAS	kg	352.04	4.38	1,535.74
02.05.05	LOSAS MACIZAS				15,789.11
02.05.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS Fc=28KG/CM ²	m ³	13.81	567.18	7,832.75
02.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	m ²	55.25	36.42	2,012.21
02.05.05.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN LOSAS MACIZAS	kg	1,357.11	4.38	5,944.14
02.05.06	LOSAS ALIGERADAS				2,902.88
02.05.06.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS Fc=210KG/CM ²	m ³	2.44	308.16	751.91
02.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m ²	27.50	36.42	1,010.12
02.05.06.03	ACERO DE REFUERZO Fy=420KG/CM ² EN LOSAS ALIGERADAS	kg	95.63	4.38	423.85

Figura 83. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA

Tomado del "Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA" (2012)

Presupuesto

Presupuesto 0101057 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS EN LA FORMACION BASICA, INFORMATICA Y VIRTUAL DE LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS
 Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO Costo a 2003/2012
 Lugar PUNO - PUNO - PUNO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02050604	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 15X30X30 CM PARA TECHO ALIGERADO	und	232.41	3.06	711.17
03	CASA DE FUERZA				17,732.13
0301	TRABAJOS PRELIMINARES				229.60
030101	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m ²	70.00	3.28	229.60
0302	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				137.90
030201	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	70.00	1.97	137.90
0303	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,133.17
030301	EXCAVACION PARA ZAPATAS DE 1.00 MT A 1.40 MT DE PROFUNDIDAD	m ³	6.00	21.80	130.80
030302	EXCAVACION PARA CIMENTOS HASTA 1.00 MT TERRENO NORMAL	m ³	17.90	16.35	293.59
030303	RELLENDO CON MATERIAL PROPIO	m ³	42.12	17.16	722.78
0304	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,659.94
030401	SOLADO PARA ZAPATAS MEZCLA CH 1:10 E=F	m ²	6.00	19.60	117.60
030402	CIMENTOS CON HLU MEZCLA CH 1:10:30:40:5	m ³	11.97	113.71	1,361.11
030403	SUBCIMENTOS CON HLU C=40 KG/CM ²	m ³	4.99	266.64	1,180.83
0305	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				13,571.92
030501	ZAPATAS				1,007.81
03050101	CUNCHERO C=210 KG/CM ² EN ZAPATAS	m ³	2.40	311.06	746.59
03050102	ACERO DE REFUERZO Fy=600 KG/CM ² EN ZAPATAS	kg	59.64	4.38	261.22
030502	COLUMNAS				1,990.96
03050201	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 KG/CM ²	m ³	1.31	343.88	450.48
03050202	ENDOSADO Y DESENDOSADO EN COLUMNAS	m ²	21.00	47.52	997.92
03050203	ACERO DE REFUERZO Fy=600 KG/CM ² EN COLUMNAS	kg	123.87	4.38	542.55
030503	VIGAS				4,484.43
03050301	CUNCHERO EN VIGAS FC=210 KG/CM ²	m ³	3.56	325.60	1,173.02
03050302	ENDOSADO Y DESENDOSADO EN VIGAS	m ²	37.34	66.11	2,431.21
03050303	ACERO DE REFUERZO Fy=600 KG/CM ² EN VIGAS	kg	230.96	4.38	880.20
030504	LOSAS ALIGERADAS				6,088.73
03050401	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS FC=210 KG/CM ²	m ³	5.30	308.16	1,633.25
03050402	ENDOSADO Y DESENDOSADO EN LOSAS ALIGERADAS	m ²	60.60	36.42	2,207.05
03050403	ACERO DE REFUERZO Fy=600 KG/CM ² EN LOSAS ALIGERADAS	kg	161.23	4.38	706.19
03050404	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 15X30X30 CM PARA TECHO ALIGERADO	und	504.00	3.06	1,542.24
04	SISTEMA DE PROTECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS				20,930.48
0401	WATER STOP DE NEOPRENE DE 10" PROMISION Y COLOCADO DE JUNTA	m	136.50	28.86	3,939.39
0402	IMPENETRANTE EN MURO DE CONCRETO CON BITUMEN O ALTIIVO SIMILAR EN CALIENTE O FROJO	m ²	832.00	23.30	19,387.10
	COSTO DIRECTO				8,534,337.38
	GASTOS GENERALES (5.00%)				441,716.87
	GASTOS DE SUPERVISION (1.50%)				132,515.05
	GASTOS DE LIQUIDACION (0.20%)				17,688.67
	PRESUPUESTO TOTAL				9,426,237.98

SON: NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTISEIS MIL DOSCIENTOS TRENTISIETE Y 98/100 NUEVOS SOLES

Figura 84. Presupuesto de estructuras del proyecto UNA

Tomado del "Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA" (2012)

7.3 Cronogramas

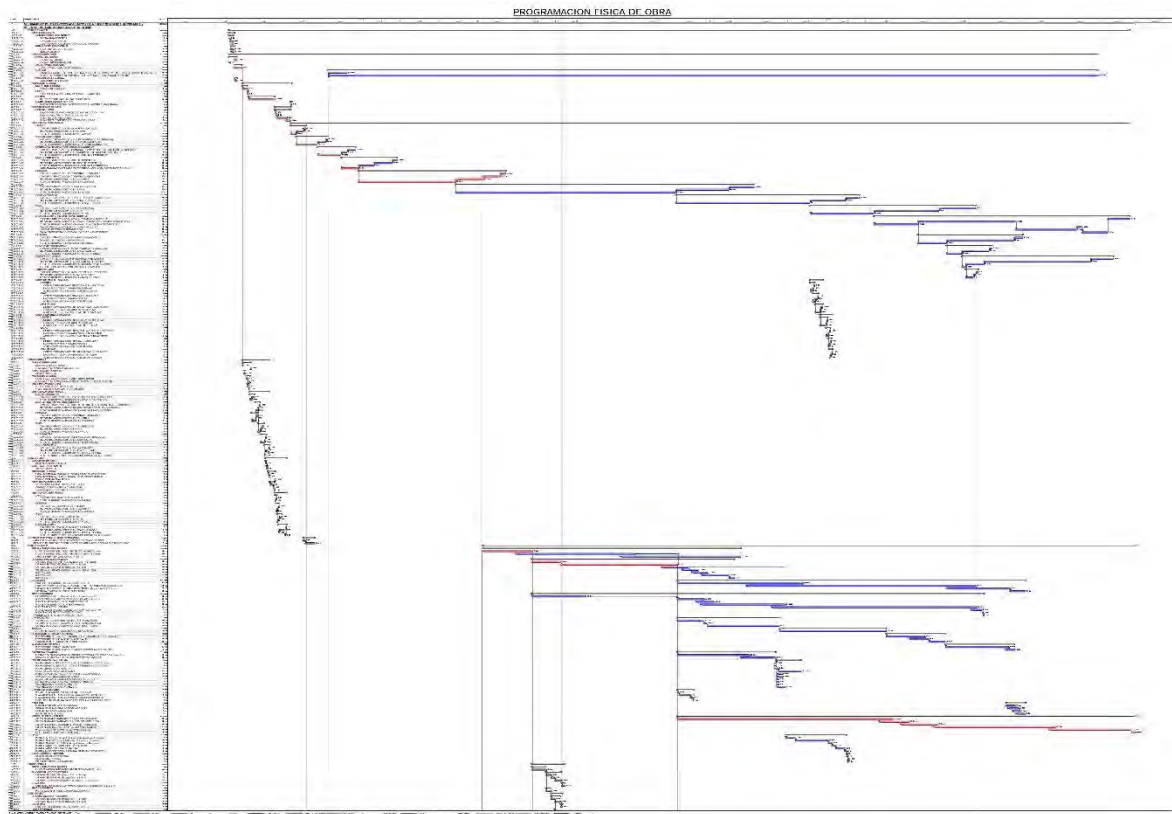


Figura 85. Cronograma general del proyecto

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

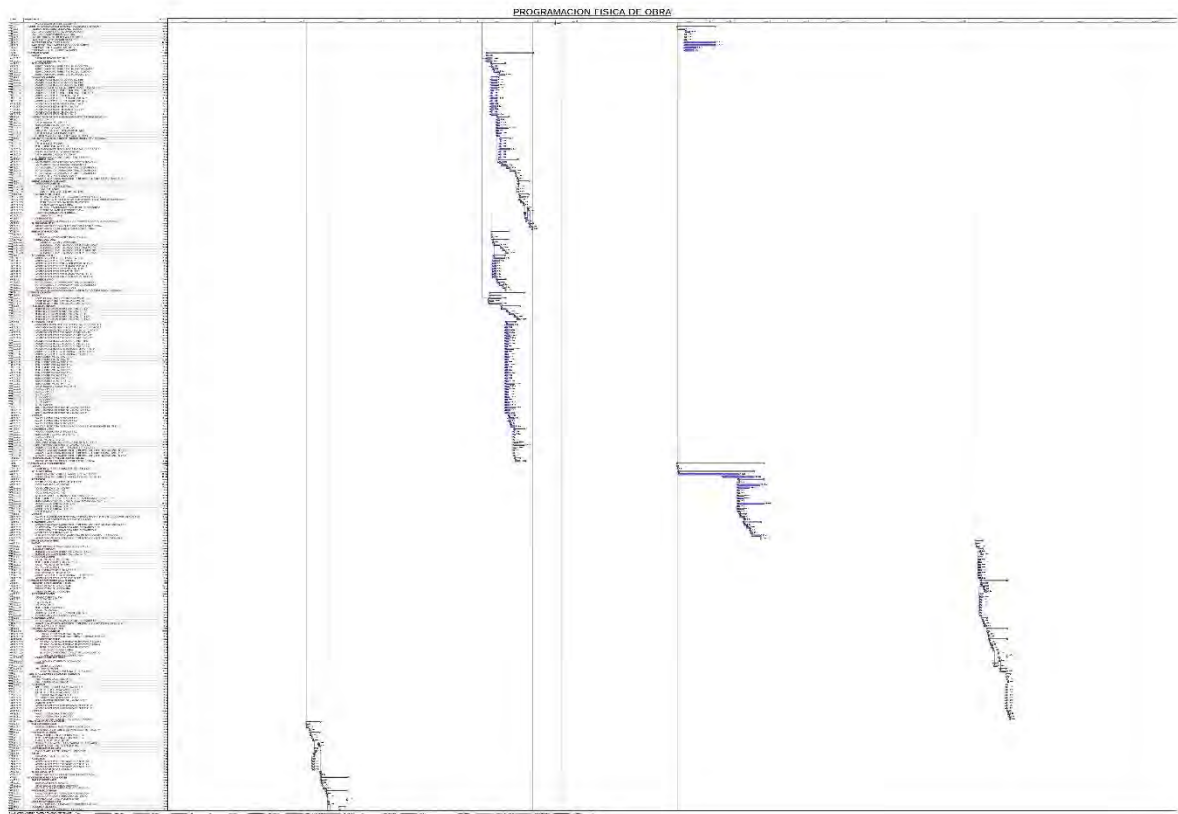
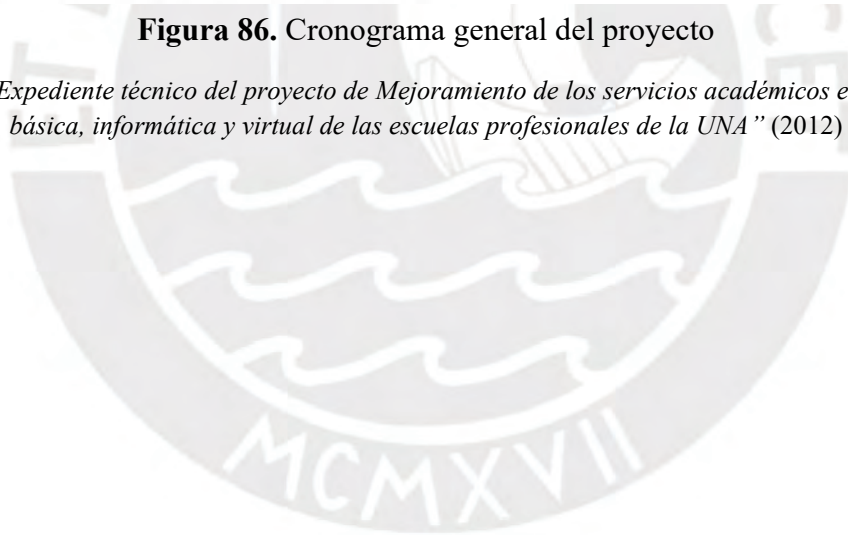


Figura 86. Cronograma general del proyecto

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)



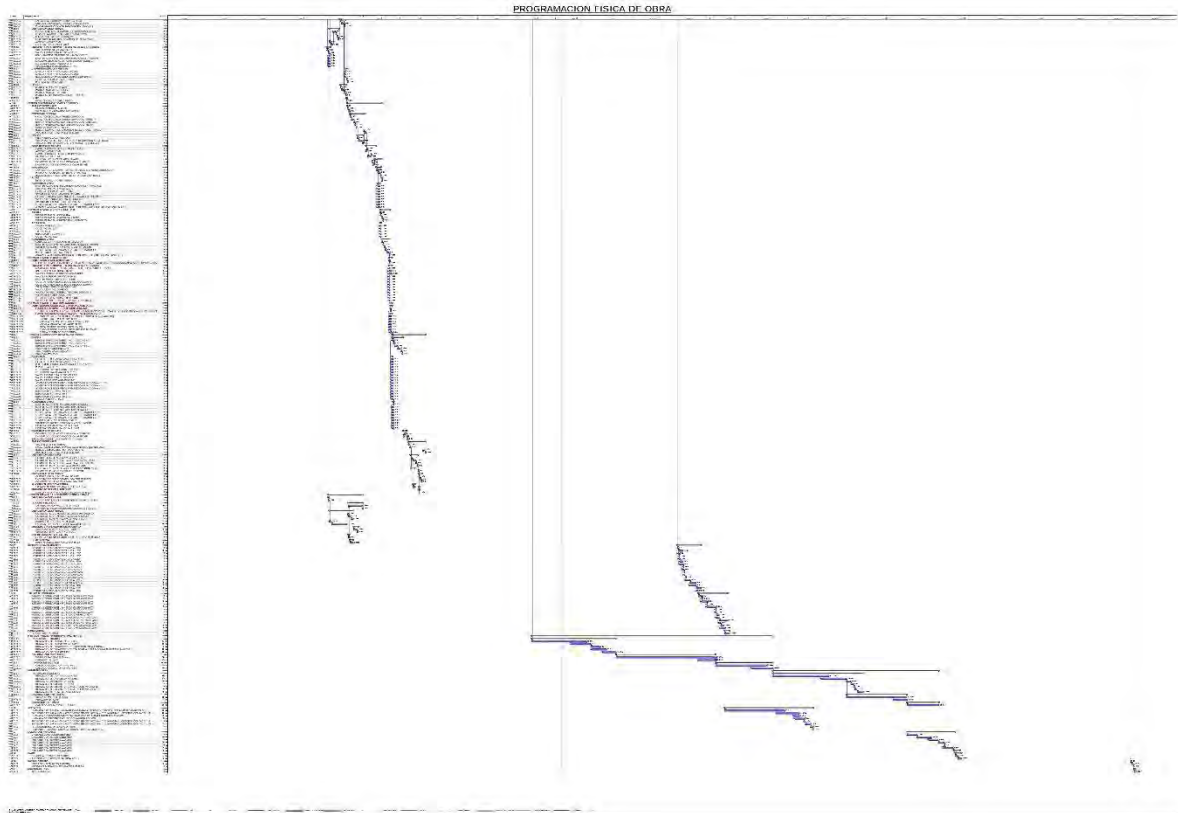


Figura 87. Cronograma general del proyecto

Tomado del “Expediente técnico del proyecto de Mejoramiento de los servicios académicos en la formación básica, informática y virtual de las escuelas profesionales de la UNA” (2012)

