



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Optimización del costo, plazo de obra y calidad mediante
la implementación de losas y vigas de concreto
prefabricado en un pabellón de la Universidad Antonio
Ruiz de Montoya**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Joan Daniel CORDOVA NATIVIDAD

ASESOR

Felix Santiago SANCHEZ BENITES

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Cordova, J. (2024). *Optimización del costo, plazo de obra y calidad mediante la implementación de losas y vigas de concreto prefabricado en un pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Joan Daniel Cordova Natividad
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71799181
URL de ORCID	No aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Felix Santiago Sanchez Benites
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07171669
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5175-7762
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Edgar Gabriel Jimenez Rodrigo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07553168
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Ider John Guadalupe Gomez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07871816
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Yvan Huaricallo Vilca
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	71459600
Datos de investigación	
Línea de investigación	Diseño y aplicación de nuevas tecnologías. C.0.5.9. Tecnología de la construcción
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Vicente Santuc – UARM País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Pueblo Libre Latitud: - 12.0702 Longitud: - 77.0586
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2023 – Marzo 2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día jueves 28 de noviembre de 2024, siendo las 17:00 horas en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Mg. EDGAR GABRIEL JIMENEZ RODRIGO	Presidente
Mg. IDER JOHN GUADALUPE GOMEZ	Miembro
Mg. YVAN HUARICALLO VILCA	Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: **"Optimización del costo, plazo de obra y calidad mediante la implementación de losas y vigas de concreto prefabricado en un Pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya"**, presentada por el Bachiller **CORDOVA NATIVIDAD, JOAN DANIEL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, asesorado por el Dr. **FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES**.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon al Bachiller las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

..... **SATISFACCION**

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

..... **APROBADO (13 TRECE)**

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL** al Bachiller **CORDOVA NATIVIDAD, JOAN DANIEL**.

Siendo las **6:26 p.m.**, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose actas originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 28 de noviembre de 2024


Mg. EDGAR GABRIEL JIMENEZ RODRIGO
PRESIDENTE


MG. IDER JOHN GUADALUPE GOMEZ
MIEMBRO


MG. YVAN HUARICALLO VILCA
MIEMBRO


Dr. LUIS MIGUEL MORÁN YÁÑEZ*
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL





Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Felix Santiago Sanchez Benites en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000928-2024-D-FIGMMG/UNMSM de la tesis cuyo título es "Optimización del costo, plazo de obra y calidad mediante la implementación de losas y vigas de concreto prefabricado en un Pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya", presentado por el bachiller Cordova Natividad, Joan Daniel para optar el título de Ingeniero Civil

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 2 % de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

DNI: 07171669

Felix Santiago Sanchez Benites



DEDICATORIA

A Dios, por el regalo de la vida y ayudarme a luchar por mis objetivos.

A mi amada madre, María, por su amor, apoyo incondicional y acompañamiento en cada triunfo y en cada aprendizaje.

A mi querido padre, Daniel, por su sabiduría, por su amistad y ser pilar fundamental para alcanzar mis metas.

A Yesenia, por ser mi compañera, mi motivación y la luz que me guía en el viaje que llamamos vida.

A mis hermanas, Estefany y Pamela, quienes me han regalado alegrías y me apoyan a no desistir en la búsqueda de mis sueños.

A David, a quien espero servir de ejemplo, como hijo, hermano y profesional.

A Gotita, quien me ha acompañado incondicionalmente a través de los años.

AGRADECIMIENTOS

A mi querida UNMSM, por brindarme los conocimientos, experiencias y herramientas de gran ayuda en mi carrera profesional.

A mi asesor, Dr. Ing. Felix S. Sanchez Benites, por su constante y valiosa orientación, factor clave en el desarrollo de esta investigación.

A mi familia, por acompañarme con paciencia y júbilo en el desarrollo de este trabajo, que me ayudaron a no desistir y siempre dar un paso hacia adelante.

Al ing. Elvis Carhuallanqui Mauricio, que me brindó la mano amiga para elaborar con éxito esta investigación.

Muchas gracias.

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación es realizar un análisis sobre la influencia del sistema de prefabricados en la optimización de costos, plazos y calidad, en comparación con el sistema constructivo tradicional, en la ejecución de entresijos (losas y vigas) de un pabellón educativo en la Universidad Antonio Ruiz de Montoya. El estudio es de tipo cuantitativo con un enfoque explicativo, ya que se trabajó con datos medibles y basados en la realidad para analizar las relaciones entre las variables y corroborar las hipótesis planteadas. Se desarrolló el marco teórico para cada sistema constructivo, detallando conceptos, componentes y procedimientos de ejecución de cada uno de ellos. Asimismo, se realizaron modelados en 3D de las edificaciones, lo que permitió obtener un metraje de partidas más preciso para cada sistema. Estos datos fueron fundamentales para el cálculo de costos directos, indirectos y montos totales de cada sistema, así como para la programación de actividades y plazos en la ejecución de los entresijos.

Por último, los resultados obtenidos mostraron una ventaja significativa para el sistema de losas y vigas prefabricadas. Los plazos de ejecución se redujeron en un 42.48%, mientras que los costos disminuyeron en un 15.45%. Además, el sistema prefabricado demostró una mayor calidad tanto en la fabricación y materiales como en el proceso de suministro, instalación y corrección de incidencias en campo.

PALABRAS CLAVES

Sistemas constructivos, losas prefabricadas, vigas prefabricadas, optimización, costos, plazos, calidad.

ABSTRACT

This research aims to define the impact of using a precast system on optimizing costs, deadlines, and level of quality, compared to traditional construction methods, in the execution of floors (slabs and beams) for an educational building at Antonio Ruiz de Montoya University.

The study follows a quantitative, explanatory approach, using measurable, real-world data to analyze the relationships between variables and validate the proposed hypotheses. A theoretical framework was developed for both construction systems, outlining key concepts, components, and execution procedures. 3D models of the buildings were also created, allowing a better accurate quantity takeoffs for each system. This data was crucial for calculating direct and indirect costs, total project expenses, and for scheduling the activities and timelines involved in floor execution.

The findings revealed a significant advantage in using precast slabs and beams. Execution times were shortened by 42.48%, and costs were reduced by 15.45%. Furthermore, the precast system showed higher quality in terms of manufacturing and materials, as well as in the supply, installation, and resolution of on-site issues.

KEYWORDS:

Construction systems, Precast slabs, precast beams, optimization, costs, deadlines, level of quality

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INDICE DE TABLAS	9
INDICE DE FIGURAS	10
CAPITULO 1: INTRODUCCION	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	2
1.3 FÓRMULACION DEL PROBLEMA	3
1.3.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.3.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	3
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5.1 IMPORTANCIA	4
1.5.2 ALCANCE DE INVESTIGACIÓN	5
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPITULO 2: MARCO TEORICO	7
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	7
2.2 BASES TEÓRICAS	11
2.2.1 LOSAS	11
2.2.2 VIGAS	12
2.2.3 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL DE LOSAS Y VIGAS DE CONCRETO	12
2.2.4 SISTEMA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS	13
2.2.5 SISTEMA DE LOSAS PREFABRICADAS	14
2.2.6 SISTEMA DE VIGAS PREFABRICADAS	19
2.2.7 SISTEMA TRADICIONAL DE ELEMENTOS DE CONCRETO	22
2.2.8 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	22
2.2.9 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	23
2.2.10 METODOLOGÍA BIM	27
2.3 DEFINICION DE TÉRMINOS	31
CAPITULO 3: HIPOTESIS Y VARIABLES	34
3.1 HIPÓTESIS	34
3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL	34
3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	34
3.2 VARIABLES	34
3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	34
3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE	34
3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	35
CAPITULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS	36
4.1 ÁREA DE ESTUDIO	36
4.2 DISEÑO DE INVESTIGACION	36
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	36
4.4 PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	37

4.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		41
5.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	41
5.1.1	ÁREAS DEL PROYECTO	41
5.1.2	DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES	42
5.1.3	INFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL PROYECTO	45
5.2	MODELADO DE LA EDIFICACIÓN	48
5.2.1	FAMILIAS DE REVIT – TRADICIONAL Y PREFABRICADO	49
5.2.2	MODELADO 3D – SISTEMA TRADICIONAL	55
5.2.3	MODELADO 3D – SISTEMA PREFABRICADO	60
5.3	ANÁLISIS DE CRONOGRAMAS DE PROYECTO	67
5.3.1	TRANSPORTE HORIZONTAL Y VERTICAL	67
5.3.2	PLAN DE ACTIVIDADES	68
5.3.3	CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN	70
5.3.4	RESUMEN DE CRONOGRAMAS EN AMBOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN	80
5.4	ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS	82
5.4.1	RECURSOS UTILIZADOS EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	82
5.4.2	COMPARACIÓN DE PARTIDAS ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: TRADICIONAL VS PREFABRICADOS	86
5.4.3	COSTO DIRECTO ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: TRADICIONAL VS PREFABRICADOS	94
5.4.4	COMPARATIVO DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	98
5.5	ANÁLISIS DE CALIDAD	100
5.5.1	VERIFICACIÓN EN LA CALIDAD DE MATERIALES	100
5.5.2	IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN PREFABRICADOS Y MECANISMOS DE RESPUESTA	101
5.5.3	CONTROL DOCUMENTARIO DE ACABADOS DE PREFABRICADOS	104
CAPÍTULO 6: DISCUSION DE RESULTADOS		107
6.1	RESULTADOS DE PLAZOS DE OBRA	107
6.2	RESULTADOS DE COSTOS DE EJECUCIÓN	108
6.3	RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD	110
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		111
7.1	CONCLUSIONES	111
7.2	RECOMENDACIONES	112
CAPITULO 8: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA		114
CAPITULO 9: ANEXOS:		118
	ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	119
	ANEXO 02: CRONOGRAMAS DE EJECUCION DE ENTREPISOS	120
	ANEXO 03: COTIZACIONES DE PRELOSAS PARA OBRA	126
	ANEXO 04: COTIZACIONES DE PREVIGAS PARA OBRA	129
	ANEXO 05: COTIZACIÓN DE ACERO EN PREFABRICADOS	132
	ANEXO 06: COTIZACIÓN DE HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO EN OBRA	134
	ANEXO 07: COTIZACIÓN DE APUNTALAMIENTO DE OBRA	136
	ANEXO 08: PLANOS DE ENCOFRADO	138
	ANEXO 09: FORMATOS DE CALIDAD DE INSPECCION DE PREFABRICADOS	143

ANEXO 10: MANUAL DE REPARACION DE FISURAS/GRIETAS EN PREFABRICADOS DE BETON DECKEN	160
---	-----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principios de enfoque de calidad.....	26
Tabla 2. Beneficios de la metodología BIM	29
Tabla 3. Operacionalización de Variables	35
Tabla 4. Cuadro de áreas techadas por nivel	42
Tabla 5. Distribución de ambientes por nivel	44
Tabla 6. Valores de empalmes de acero	54
Tabla 7. Metrados requeridos según sistema.....	66
Tabla 8. Resumen de metrados del sistema tradicional de losas y vigas	66
Tabla 9. Resumen de metrados del sistema prefabricado de losas y vigas.....	67
Tabla 10. Partidas por ejecutar - Sistema Tradicional	69
Tabla 11. Partidas por ejecutar - Sistema Prefabricados.....	70
Tabla 12. Relación de concreto en losas.....	82
Tabla 13. Relación de concreto en Vigas	83
Tabla 14. Distribución de acero en losas.....	83
Tabla 15. Distribución de acero en vigas.....	84
Tabla 16. Costos de instalación de acero.....	84
Tabla 17. Costos de encofrado en losas y vigas	85
Tabla 18. Acabados según sistema constructivo.....	86
Tabla 19. Encofrado y desencofrado de losa aligerada.....	87
Tabla 20. Encofrado y desencofrado de losa maciza	87
Tabla 21. Encofrado y desencofrado de vigas.....	88
Tabla 22. Acero corrugado de obra en sistema tradicional.....	88
Tabla 23. Colocación de ladrillos	88
Tabla 24. Concreto premezclado $f'c=210$ Kg/cm ² en sistema tradicional.....	89
Tabla 25. Curado de concreto en sistema tradicional.....	89
Tabla 26. Tarrajeo de cielo raso.....	89
Tabla 27. Tarrajeo de vigas.....	90
Tabla 28. Apuntalamiento y desapuntalamiento de losas y vigas.....	90
Tabla 29. Suministro e instalación de prelosa aligerada.....	91
Tabla 30. Suministro e instalación de prelosa maciza	91
Tabla 31. Suministro e instalación de previga $h > 70$ cm	91
Tabla 32. Suministro e instalación de previga $h < 70$ cm	92
Tabla 33. Acero Corrugado en sistema prefabricado	92
Tabla 34. Suministro e instalación de acero Corrugado en previgas	92
Tabla 35. Concreto premezclado $f'c=210$ Kg/cm ² en sistema prefabricado	93
Tabla 36. Curado de concreto en sistema prefabricado	93
Tabla 37. Sellado de juntas en sistema prefabricado	93
Tabla 38. Presupuesto de costos directos para sistema tradicional	96
Tabla 39. Presupuesto de costos para sistema prefabricado	97
Tabla 40. Costos de obras preliminares bajo el sistema tradicional	98
Tabla 41. Costos de obras preliminares bajo el sistema de prefabricados	99
Tabla 42. Costo total de ejecución de entresijos bajo el sistema tradicional	99
Tabla 43. Costo total de ejecución de entresijos bajo el sistema de prefabricados	99
Tabla 44. Origen de insumos a utilizar	100
Tabla 45. Resumen de cronogramas netos de ejecución de entresijos (Losas y vigas) ..	107
Tabla 46. Costo total de ejecución de entresijos bajo el sistema de prefabricados	107
Tabla 47. Resumen de presupuestos de ejecución de entresijos (Losas y vigas)	108
Tabla 48. Resumen de costos directos por especialidad.....	108
Tabla 49. Costo total de ejecución de entresijos bajo el sistema de prefabricados	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prelosas Betondecken en obra	14
Figura 2. Prelosas Aligeradas	15
Figura 3. Prelosas Macizas	15
Figura 4. Ubicación de puntos de izaje en prelosa.	17
Figura 5. Previgas en obra	19
Figura 6. Secciones de viga. Viga perimetral (Izquierda). Viga Central (Derecha)	20
Figura 7. Sección en U de previga	21
Figura 8. Fachada de Edificio Vicente Santuc	36
Figura 9. Ubicación del pabellón universitario dentro del área que ocupa la Universidad Antonio Ruiz de Montoya.....	41
Figura 10. Fachada principal de Edificio Vicente Santuc.....	44
Figura 11. Encofrado Sótano	46
Figura 12. Encofrado típico del 1ero al 5to piso	46
Figura 13. Encofrado del 6to piso.....	47
Figura 14. Encofrado del 7mo piso.....	47
Figura 15. Parámetros para vigas	49
Figura 16. Parámetros para losas	50
Figura 17. Previgas centrales (Izquierda) y perimetrales (Derecha)	50
Figura 18. Material de concreto en previgas	51
Figura 19. Encofrado del 7mo piso.....	51
Figura 20. Parámetros para ladrillos	52
Figura 21. Parámetros para casetones de poliestireno	52
Figura 22. Acero en vigas y losas	53
Figura 23. Acero como material para ambos sistemas.....	53
Figura 24. Empalme (Superior e inferior) de varillas de Acero en Sistema de Prefabricados	54
Figura 25. Empalme (Superior e inferior) de varillas de Acero en Sistema tradicional.	55
Figura 26. Modelado de casco estructural de sótano	56
Figura 27. Modelado de acero en sótano	56
Figura 28. Modelado típico de casco estructural de 1er a 5to piso	57
Figura 29. Modelado típico de acero en 1er a 5to piso.....	58
Figura 30. Modelado típico de casco estructural de 6to y 7mo piso	58
Figura 31. Modelado típico de acero en 6to y 7mo piso	59
Figura 32. Armadura especial de viga 1A-1A en 7mo piso.....	59
Figura 33. Armadura especial de viga C-C en 7mo piso	60
Figura 34. Parámetro de acero y sección de previga para sótano.....	60
Figura 35. Modelado de concreto y acero en sótano para prefabricado	61
Figura 36. Parámetro de acero y sección de previga para 1er a 5to piso.	62
Figura 37. Modelado de concreto y acero en piso típico para prefabricado	62
Figura 38. Parámetro de acero y sección de previga para 6to a 7mo piso.	63
Figura 39. Modelado de concreto y acero en 6to y 7mo piso para prefabricado.....	63
Figura 40. Modelado de edificio Vicente Santuc de 7 pisos y 1 sótano	64
Figura 41. Modelado Tradicional (Izquierda), Modelado Prefabricado (Derecha)	64
Figura 42. Ejemplo de cuadro de metrados de REVIT	65
Figura 43. Plano de grúa y los radios máximos del alcance de su pluma.....	68
Figura 44. Item de TimeLiner en Naviswork.....	71
Figura 45. Ingreso de datos de inicio y fin de actividades	72
Figura 46. Cronograma de losas y vigas tradicionales para sótano.....	73
Figura 47. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 1er piso.....	73
Figura 48. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 2do piso.....	74
Figura 49. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 3er piso.....	74
Figura 50. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 4to piso.....	75

Figura 51. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 5to piso.	75
Figura 52. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 6to piso.	76
Figura 53. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 7mo piso.	76
Figura 54. Cronograma de prelosas y previgas para sótano.	77
Figura 55. Cronograma de prelosas y previgas para 1er piso.	77
Figura 56. Cronograma de prelosas y previgas para 2do piso.	78
Figura 57. Cronograma de prelosas y previgas para 3er piso.	78
Figura 58. Cronograma de prelosas y previgas para 4to piso.	79
Figura 59. Cronograma de prelosas y previgas para 5to piso.	79
Figura 60. Cronograma de prelosas y previgas para 6to piso.	80
Figura 61. Cronograma de prelosas y previgas para 7mo piso.	80
Figura 62. Costo de elemento en propiedades tipo	94
Figura 63. Costos parciales en REVIT	95
Figura 64. Formato de No Conformidad (NCR)	102
Figura 65. Reparación de fisuras encontradas	102
Figura 66. Inspección de ancho de fisuras	103
Figura 67. Manual de reparación de fisuras y grietas de prefabricados.....	104
Figura 68. Protocolo de liberación de prefabricados	106

CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de las infraestructuras civiles se coloca como actividades que tienen efectos positivos en el crecimiento y desarrollo económico dentro del sector de la construcción. No solo se ejecutan proyectos inmobiliarios para viviendas, sino también para el sector salud y, actualmente con los programas de colegios bicentenarios, se aprecia el desarrollo de edificaciones educativas.

Pese a ello, y el amplio abanico de proyectos que se ejecutan al día de hoy en el país, éstos se ven arraigados a los sistemas tradicionales de construcción, los cuales no siguen procesos estandarizados, no tienen una gestión adecuada para el desarrollo de sus procesos internos, tampoco entregan un producto de calidad exigida. Esto, lógicamente, tiene un impacto sobre el costo y cronograma finales del proyecto, así como en el proceso de planificación, el cual sufre distintas variaciones por no tener un mapeo general de inicio a fin de la obra.

Por ello que, en nuestro país, el sector construcción ha recurrido a la aplicación de nuevas tecnologías, con éxito constatado en proyectos extranjeros, con tal de reducir falencias que no afecten el capital material ni humano de la entidad constructora, independientemente al sector que pertenezca. En este sentido, se presenta el uso de prefabricados como un sistema de construcción adecuado no solo por la rapidez de su instalación en el casco estructural, sino por brindar acabados adecuados, generar menos costos globales, tener un impacto positivo en cuanto a la reducción de residuos, y permitir un mejor manejo en la gestión de producción durante el desarrollo de la obra (Novas, 2010).

De esta manera, el presente trabajo hace referencia principalmente al sistema de prefabricados en vigas y losas para la ejecución de entresijos en un edificio educativo, con el objetivo de ofrecer un producto de calidad adecuado para el cuerpo estudiantil, sin padecer de falencias de sobrecostos, adicionales de obra, ni ampliaciones de plazos.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Pese a que el sector construcción ha sido considerado como uno de los sectores mejores beneficiados por un crecimiento general a lo largo de los años; en la actualidad, las infraestructuras aún deben enfrentar los retos producidos por los gastos generados, plazos de ejecución, y por la calidad del producto entregado. Por lo que, en vista de la necesidad de la optimización de recursos sin que se la calidad del producto se vea afectada, las inmobiliarias recurren a procedimientos constructivos óptimos y efectivos.

Sin embargo, factores como la baja capacitación de personal, ausencia de procesos industrializados y desconocimiento técnico de procesos innovadores, hacen que el crecimiento se dé a pasos lentos en nuestro país. Ante dicha situación, la incorporación de sistemas constructivos se ha dado a pasos lentos, y siguiendo modelos industrializados que han tenido éxito alrededor del mundo.

En el sector construcción, el uso de sistemas de elementos prefabricados ha obtenido resultados favorables, puesto que permite ejecutar obras completas gracias a la relativa facilidad de su elaboración, al transporte y su colocación en obra, lo cual, desemboca en una mejor optimización en las actividades constructivas y tiene impactos positivos en los costos y plazos de ejecución. La versatilidad de elementos prefabricados les permite adaptarse a las necesidades del proyecto, por lo que, si bien, se usan principalmente para edificaciones habitacionales, su aplicación se está extendiendo a centros educativos, hospitales, entre otros.

Adicionalmente, como parte de la búsqueda y mejora de los sistemas constructivos, se requiere la implementación de mejoras durante la concepción y diseño de los proyectos. Por ello, en la actualidad, para la ejecución de edificaciones en general, el uso de la metodología BIM, la cual nos permite elaborar representaciones digitales que reúne las características físicas y funcionales de una infraestructura, se presenta como un mecanismo de trabajo colaborativo durante el ciclo de creación del proyecto. Por ello, el

aprovechamiento del software de modelamiento REVIT, principalmente para analizar la información gráfica y su respectiva obtención de metrados, permitirá un análisis más acertado del proyecto.

Es así que, la presente investigación trata sobre el sistema constructivo del proyecto “Pabellón universitario Vicente Santuc de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya”, mediante la aplicación de elementos prefabricados como vigas y losas, en la cual se analizará y evaluará, con respecto al sistema tradicional, los efectos con respecto a la calidad, plazos de ejecución y costos, apoyados bajo el sistema BIM, entre otras herramientas digitales.

1.3 FÓRMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida el uso de losas y vigas prefabricadas influye en la optimización del costo, plazos y la calidad, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿En qué medida el uso de losas y vigas prefabricadas influye en la optimización del costo, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario?
- ¿En qué medida el uso de losas y vigas prefabricadas influye en la optimización de los plazos de ejecución, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario?
- ¿De qué manera influye el uso de losas y vigas prefabricadas influye en la optimización de la calidad, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la optimización del costo, plazos y calidad, mediante el uso de losas y vigas prefabricadas, en comparación con el sistema tradicional, en el pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, en 2024.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización del costo, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, en 2024.
- Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de los plazos de ejecución, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, en 2024.
- Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de la calidad, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, en 2024.

1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 IMPORTANCIA

El crecimiento inmobiliario en el país ha desembocado en un aumento significativo de proyectos de edificación a lo largo de las principales ciudades del país. Por consecuencia, las empresas ejecutoras ven la necesidad de la aplicación de sistemas innovadores que mejoren la calidad de la producción, optimizando los recursos de los cuales disponen. Así, la aplicación de sistemas prefabricados, con resultados positivos en países de Europa, se presenta como una opción factible, tanto para viviendas; como también centros educativos, hospitales, centros comerciales, etc., en los cuales, se exige un mejor desempeño sísmico, por lo que los costos más significativos radican en el

casco estructural de la edificación, y resulta ventajoso utilizar elementos prefabricados.

De esta manera, el presente trabajo se justifica de forma práctica porque se basa en la descripción y análisis del sistema de losas y vigas prefabricadas, encontrando las ventajas de la aplicación de estos frente al sistema de construcción tradicional. Así también, posee una justificación económica porque el uso de prefabricados, significa un ahorro en el costo de las infraestructuras a construir, porque influye en el costo directo para la ejecución del casco estructural y, por ende, en los gastos generales de la obra.

1.5.2 ALCANCE DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene como alcance la evaluación de la optimización en costos, plazos de ejecución y la calidad en la edificación, mediante el uso de losas y vigas prefabricadas (prelosas y previgas), frente al sistema de construcción tradicional de losas y vigas de concreto armado, del pabellón universitario denominado Vicente Santuc, que cuenta con 7 pisos, y 1 sótano. Esta edificación, se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad Antonino Ruiz de Montoya, ubicada en el distrito de Pueblo Libre, provincia y departamento de Lima.

En la presente tesis, se estudiarán los presupuestos y cronograma, y los resultados de evaluación de la calidad de la obra, para la ejecución de los entrepisos del edificio mencionado. Para ello, se analizarán y compararán el sistema de elementos prefabricados (de losas y vigas) frente al sistema constructivo tradicional.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la elaboración de la presente tesis, se presentaron las siguientes limitaciones:

- Para este proyecto, se hizo el estudio en un edificio educativo que cuenta con 1 sótano y 7 pisos, y azotea. Éste se encuentra dentro de las instalaciones de

la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, ubicado en la Av. Paseo de la República 970, entre la calle J. J. Pasos, y la calle Copacabana.

- Para el diseño del proyecto se aplicaría la metodología BIM para la recolección de información como el paso de los planos al modelado 3D y metrados, cuyos resultados son netamente valor de estudio. Adicionalmente, se utilizaron software tales como S10, para costos; MS Project, para la programación; y Microsoft Excel, para uso de cuadro de datos.
- Debido a la confidencialidad del proyecto, no se cuenta con las memorias del diseño sísmico con uso de losas y vigas prefabricados. Por ende, dicho aspecto ha quedado fuera de materia de estudio.
- El proyecto originalmente cuenta con las cotizaciones de prelosas y previgas, encofrado, acero y de concreto premezclado, con fechas encontradas en el último trimestre del 2023 y el primer trimestre del 2024.
- Para esta investigación, se estudiarán dos sistemas constructivos para los entresijos: El sistema de construcción tradicional, y el sistema de prefabricados.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

El crecimiento inmobiliario ha permitido que en nuestro país se apliquen diferentes sistemas o técnicas constructivas que tienen un impacto positivo en uno o varios aspectos del proyecto, principalmente en los costos y plazos para la ejecución de la obra. El sistema de construcción que ha presentado una amplia gama de resultados positivos, es el uso de prefabricados en la construcción. Ello parte por la aplicación de técnicas derivadas de las utilizadas en Europa con la construcción de columnas y vigas en edificios a partir de hierro fundido (Puentes & Valladares, 2021).

Paye, A., Peña, J. y Franco, J. (2014) en su trabajo *“Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo”*, realizan una evaluación económica y técnica de varias propuestas para la ejecución de entrepisos, tanto en el sistema tradicional como con el sistema prefabricado. De dicha investigación, se resalta que el uso de prefabricados disminuye el costo reducir el costo de la obra en un 15% y el tiempo hasta un 83%, con respecto al uso de sistemas tradicionales, lo cual, demandará menores gastos generales. Así también, concluyen que el uso de prelosas es una de las soluciones más óptimas en la ejecución de entre pisos, debido a su rápida ejecución y ahorro. Se afirma entonces que el sistema de losas prefabricadas reduce tanto el costo final de la obra como el tiempo de ejecución, dos factores principales a tener en cuenta antes de iniciar una edificación.

En este sentido, el uso de sistemas prefabricados implica principalmente el uso de prelosas, y de forma secundaria otros sistemas como viguetas y vigas prefabricadas, etc. Analizando su aplicación en proyectos de construcción, podemos apreciar beneficios en tiempos y costos de ejecución, así como en la calidad del proceso constructivo y del producto resultante. Realizando una extensa investigación previa, podemos describir las bondades del sistema prefabricado, citando algunas investigaciones nacionales siguientes.

Percca, Antonio (2015) en su tesis titulada *“Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del*

proyecto Tottus Guipor” realizó una investigación en la cual estudió el uso de sistemas prefabricados frente a la construcción con vaciado in situ, concluyendo que, el primer sistema es casi tres veces más rápido. Pese a que el prefabricado tiene un costo inicial mayor del casi 25% más caro, debido a la rapidez en la colocación de losas y en el flujo continuo de trabajo, el uso de prefabricados es mucho más rentable que los sistemas convencionales, debido a su influencia en otras partidas de gran incidencia, tales como el encofrado. Así también, se resalta que no existen, o son cantidades mínimas, los errores de la obra mediante uso de prefabricados, influyendo directamente con la calidad del proyecto, y de la edificación ejecutada, por lo que no se verían afectados por las observaciones post-venta.

Mesía, Rafael (2010) en su tesis *“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”* busca describir y explicar los beneficios del uso de elementos prefabricados en infraestructuras. Si bien, comenta que el costo del casco estructural mediante el prefabricado resulta hasta un 13% mayor a comparación del sistema de vaciado in situ, el tiempo de ejecución se reduce hasta en un 75% del plazo proyectado, lo cual tiene incidencia en los gastos administrativos, costos indirectos, etc. A su vez, señala que el trabajo con prefabricados requiere de menor personal y material en obra, lo que brinda una mayor facilidad en la logística de la obra.

Según Aime, Luis (2015) en su tesis titulada *“Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelomas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales”* buscaba evaluar la rentabilidad de un proyecto de centro empresarial, mediante el uso de prelomas. En dicha investigación, se concluye que una de las ventajas más significativas de este sistema es la reducción del uso de encofrado para losas, el cual permite que dicha partida se realice en un plazo menor y, por ende, se reduzcan los costos de la misma. Así también, se refleja un mejor rendimiento en la producción, logrando cubrir mayores áreas de trabajo por día, reduciendo costos en partidas-hombre como acarreo de materiales, habilitación de acero en obra, etc., y reduciendo los costos de obras provisionales por mes, debido a la rapidez en la elaboración del casco estructural.

Suico, Sanes y Samané (2020), en su tesis denominada *“Propuesta de mejora en el proceso constructivo de losas de entrepisos para el edificio multifamiliar Breña 951 utilizando sistemas prefabricados para el aumento de la rentabilidad”* presenta la búsqueda de un sistema prefabricado adecuado para optimizar la rentabilidad en la construcción de entrepisos para una edificación en Breña. Afirma que el sistema prefabricado es más rentable que el sistema tradicional, puesto que permite un mayor ahorro, de hasta 22% en partidas de estructuras principalmente, lo cual produce, adicionalmente, una reducción en los gastos generales de aproximadamente 7.86 %, dando como resultado, un costo final del proyecto menor. Sin embargo, pese a considerar que, la rentabilidad del sistema de prelosas es mejor; el sistema de acarreo, mediante el uso de torre grúa, intensifica el costo de la ejecución del casco, por lo que es una restricción a analizar, sobretudo en edificaciones de pocos niveles.

Huapalla, H. & Fonseca, W. (2020) en su tesis titulada *“Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares”* determina la factibilidad económica del uso de un sistema de prefabricados de concreto armado como reemplazo del sistema constructivo tradicional en edificaciones multifamiliares de 5 a 10 pisos. En dicha investigación, los autores concluyen que los costos de elaboración del casco estructural se redujeron en hasta en un 9.8%, debido a su incidencia en las actividades productivas, reduciendo los tiempos muertos hasta en un 30%. Así también, afirman que el sistema de prelosas exigen un mayor nivel de planificación, para conseguir que las ratios de avance sean mejores que el sistema tradicional, pese a facilitar una gestión más fluida en cuanto al cumplimiento de plazos y la reducción de costos totales.

En Colombia, Sanabria, Brian (2017), en su tesis titulada *“Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles”* busca determinar las ventajas y desventajas para la construcción de entrepisos de una edificación entre dos sistemas de construcción. En dicha investigación, se definieron indicadores cuantitativos mediante los cuales se afirma que el uso de losas prefabricados es la solución más óptima para la construcción de losas, con respecto al sistema tradicional, puesto que éste último da espacio a errores de producción debido a la mano de obra y mantiene incertidumbre en el cumplimiento de plazos de la obra. Sin

embargo, reconoce que la poca versatilidad del sistema prefabricado, es una restricción para su uso en edificaciones con diseños irregulares.

En México, Guerra, E. (2004) en su tesis *“Prefabricados de concreto en la industria de la construcción”*, buscaba demostrar que los prefabricados de concreto optimizan los recursos económicos y poseen una mayor velocidad de ejecución. Para ello, se hizo la comparación de un sistema de estructuras de concreto armado con vigas tradicionales y losas prefabricadas, con el uso de estructura metálica. Entre los resultados entre ambos sistemas, se tiene que: Los costos con prefabricados se reducen hasta en un 40% y que el plazo de ejecución se reduce un 14% menos, esto pues, en su caso de estudio, los materiales utilizados para los prefabricados no son tan costosos, y la mano de obra, pese a requerirse personal capacitado, no se necesita de abundante personal, sino cuadrillas para determinadas tareas.

En España, Escrig, C. (2010), en su investigación *“Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón”* realiza un análisis de la evolución de la construcción industrializada, y dar una visión actual sobre dicho sistema aplicados en elementos de hormigón. Así concluye que la ventaja principal del uso de prefabricados, es el mejor control de materiales y acabados, esto pues son elaborados bajo estrictos controles de calidad de cada pieza en su planta de fabricación; y ya en obra, se montan las piezas, cuyos únicos desperfectos estarían ligados a su transporte. Así también, al externalizar la producción de dichos elementos a un tercero en una planta, los espacios y equipos en obra se reducen, y junto con ello, la gestión de residuos generados es más eficaz. De esta manera, los costos por creación de espacios provisionales se reducen, mejora la gestión y planificación de las actividades del proyecto y, por ende, se tiene como resultado una infraestructura de mejor calidad.

Así también, Yee A. (2001) en su investigación *“Structural and economic benefits of Precast/Prestressed concrete construction”* presenta las ventajas de la aplicación del concreto prefabricado y pretensado en infraestructuras de concreto. Resalta que el uso del sistema prefabricados reduce el consumo de materiales en obra, facilita su transporte e instalación, y permite su colocación utilizando un sistema simple de apuntalamiento. Esto da como resultado que las edificaciones, entre otras estructuras, puedan construirse con prefabricados de concreto gracias a la rapidez y

economía que estos brindan al proyecto, añadiendo que son un sistema de una eficiencia considerable gracias a su manufacturación en plantas industriales de producción masiva. Finalmente, resalta que los elementos pueden ser integrados de forma vertical y horizontal para formar estructuras monolíticas lo suficientemente resistentes, ante movimientos sísmicos, lo que hace que dicho sistema constructivo sea altamente eficaz en edificaciones de poca, mediana y gran altura.

Gerardo Medina (2020) en su artículo denominado como “*La prefabricación y el uso de BIM en la industria de la construcción*” resalta como ventajas de los prefabricados la calidad del material, reducción de tiempos de ejecución y de equipos en obra, y ahorro económico. Sin embargo, la representación de los módulos tanto para su diseño e instalación, puede significar un reto. Por ello, menciona que BIM ofrece un factor importante mediante la adición de datos en 3D, 4D, 5D, etc., puesto que los errores, durante la etapa de diseño y documentación, se reducirían, permitiendo así, una mejora en la toma de decisiones en este periodo.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 LOSAS

De forma general, se conoce a las losas de entrepiso como aquellos elementos estructurales planos y horizontales, que reciben directamente las cargas de un piso sobre su superficie, y las transmite hacia las vigas. Básicamente, es un cuerpo monolítico que se compone de un sistema de viguetas que sostienen una superficie rígida armada sobre la cual se disponen las cargas. Dependiendo de su composición en tanto al armado de acero y acero, se tienen 2 tipos de losas:

- **Losas Aligeradas:** Según Calderón (2020), son aquellas que se componen de una capa de concreto soportada sobre una serie de vigas longitudinales de gran rigidez, con barras de acero, entre las cuales se colocan elementos intermedios como bloques de poliestireno, ladrillos, casetones, entre otros, con el fin de dar volumen a la estructura, reduciendo el peso producto del espacio que ocupa el concreto.

- **Losas Macizas:** Según Calderón (2020), son aquellas cuya sección transversal está completamente llena de concreto, con espesores que van desde los 8 a 30 cm. Adicionalmente, estas losas suelen tener una doble armadura de acero, lo que le permite soportar cargas muchos mayores que las losas aligeradas.

En ambos casos, dependiendo de los puntos de apoyo sobre las cuales se colocan, ambas losas pueden ser armadas en una o dos direcciones.

2.2.2 VIGAS

Comúnmente, las vigas de concreto son elementos estructurales horizontales de concreto, con refuerzos de acero, que transmiten las cargas de uso, que reciben de las losas, hacia los elementos inferiores tales como las columnas o muros, dependiendo de si se tratasen de pórticos o confinamiento, respectivamente. Así también, las vigas pueden ubicarse en pórticos principales, soportando cargas estructurales, considerando mayores dimensiones en el cuerpo, según se requiera. Considerando el espesor de las vigas, estas pueden ser:

- **Vigas chatas/soleras:** Son aquellas vigas cuyo espesor es igual al de la losa, y por lo general, su principal función, va en confinar muros y dar rigidez a la losa. Adicionalmente, el recubrimiento del acero en este tipo de vigas está entre los 2 a 3 cm. Por lo general, no requieren algún tipo de encofrado adicional, diferente al de la losa.
- **Vigas peraltadas:** Son aquellas vigas cuya altura es superior al espesor de la losa, puesto que permiten recolectar cargas en ambientes con luces grandes. Estos elementos poseen un recubrimiento, para las barras de acero, superior a los 4 cm. También, requieren de la construcción previa de encofrado, adicional al encofrado perteneciente a la losa.

2.2.3 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL DE LOSAS Y VIGAS DE CONCRETO

Paye, Peña & Franco (2014), mencionan que un sistema de construcción tradicional tiene un bajo nivel de innovación tecnológico, exigiendo una gran cantidad de mano de obra para el desarrollo de labores

artesanales. En este contexto, se considera a este modelo como el sistema más antiguo y, como menciona Heredia (2017), tiene éxito gracias a la solidez, la nobleza y la durabilidad que brinda en la infraestructura, dependiendo del material utilizado.

En el caso de estructuras armadas, específicamente en la ejecución de entrepisos, el sistema tradicional suele construir un sistema conjunto losas y vigas, formando estructuras rígidas, que dirigirán el peso a los elementos verticales, ya sean columnas o muros portantes. Según Calderón (2020), el proceso constructivo de entrepisos con dicho sistema, consta básicamente de las siguientes actividades:

- Apuntalamiento y encofrado
- Asentado de ladrillos/bloques/casetones
- Habilitación de refuerzo
- Habilitación de instalaciones
- Vaciado de concreto
- Desencofrado de elementos

Sin embargo, este tipo de construcciones, se asienta sobre una mano de obra simple, materiales básicos y un nivel muy bajo de industrialización, (S&P, 2021, octubre 21), lo que produce una construcción lenta, pesada y cara; lo que conlleva a demoras y resanes en partidas de alto impacto en los trabajos (Heredia, 2017).

2.2.4 SISTEMA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

Entiéndase como el sistema de construcción que utiliza elementos prefabricados para el desarrollo de determinada infraestructura. En ese sentido, el prefabricado viene a ser un elemento parte de la construcción, proveniente de fabricación industrial realizado fuera de obra, el cual es apto para ser utilizado mediante alguna actividad de montaje (Mesía, 2010).

En ese sentido, Carrión, L., Peralta, R. & Rueda, G. (2021) rescatan que el desempeño de los elementos prefabricados, frente a los sistemas constructivos tradicionales, traen consigo tres ventajas importantes para la

obra, como ser económico, de rápido transporta y montaje y poseer notable calidad en su composición y acabado.

Si bien, el sistema constructivo de elementos prefabricados hace referencia a varios elementos fabricados en planta, para ser transportados e instalados en obra, en la presente investigación, se analiza la instalación de prefabricados en obra mediante el sistema Beton Decken, el cual se compone del elemento prefabricado con el vaciado in-situ de concreto, de tal manera que los elementos logren unirse ofreciendo una estructura segura, sólida y rígida. En la figura N°01, tenemos una imagen referencial de prelosas Beton Decken en obra.



Figura 1. Prelosas Betondecken en obra
Fuente: Propia. Tomada en obra

Entre los sistemas prefabricados por analizar en la presente investigación, se tiene:

2.2.5 SISTEMA DE LOSAS PREFABRICADAS

También conocido como “prelosas”, este sistema comprende a una estructura compuesta de losas prefabricadas de concreto armado, cuyo espesor es de 5cm y posee forma geométrica variable, reforzado con varillas de acero y viguetas longitudinales (Carrión, L., Peralta, R. & Rueda, G., 2021), las cuales se unen mediante costuras en sus lados laterales, y se cubren con

una losa de concreto de 5cm, para unirse a la estructura global. Dicha losa de concreto, a su vez, contendrá las varillas de acero negativo, según lo dispuesto en los planos estructurales de la obra respectiva, y la malla de acero de temperatura. Las prelosas contienen, a su vez, ubicadas en su respectiva posición, las cajas octogonales, cajas de pase, y redes de instalaciones interiores según lo indique el diseño del proyecto. El diseño de las prelosas, aligeradas y macizas, se muestran en las figuras N° 2 y N°3, respectivamente:

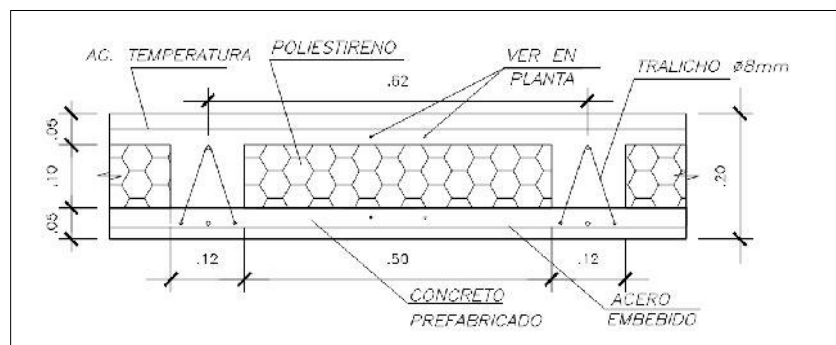


Figura 2. Prelosas Aligeradas
Fuente: Planos de estructuras - UARM

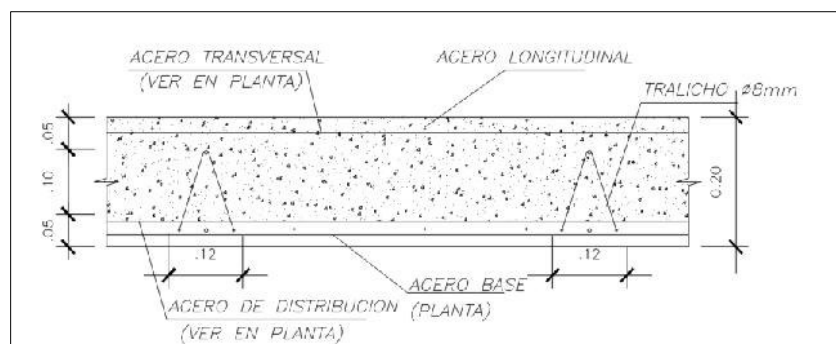


Figura 3. Prelosas Macizas
Fuente: Planos de estructuras - UARM

- **MATERIALES:**

Según el manual técnico de prelosas de Betondecken, los materiales utilizados para la fabricación de prelosas, son:

- **Refuerzo:** Las mallas son de acero corrugado. Las varillas longitudinales y transversales se amarran entre sí para conformar el esqueleto del elemento prefabricado.

- **Concreto:** Posee una resistencia de diseño de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Utiliza cemento tipo 1, junto un agregado grueso de tamaño de 14 mm. El slump obtenido es de 6 a 8 pulgadas.
- **Bloques de poliestireno:** Los casetones de Poliestireno expandido (EPS) se colocan una vez fraguada la capa de concreto prefabricada. Los bloques poseen una densidad de 12 Kg/m^3 , y producen un aditivo ignífugo, por lo que, al contacto con el fuego, extinguen las llamas, mientras se consumen.
- **Tralichos:** Son las armaduras de varillas de acero ubicadas en la sección de las viguetas. Su función es servir de anclaje para el izaje de las losas.
- **PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRELOSA:**
 - Se desarrolla la armadura estructural según las especificaciones del plano de fabricación.
 - Se coloca el desmoldante sobre el encofrado, sobre esta, la malla de acero, determinado por las dimensiones correspondientes.
 - Se colocan los separadores de tal manera que se cumpla con el recubrimiento. Se procede a realizar la verificación y rectificación de medidas según plano de fabricación.
 - Se vierte el concreto sobre el encofrado, se vibra y se compacta de manera homogénea. Se le coloca un rótulo de identificación.
 - Luego del fraguado, se desencofra y se almacena para su traslado a obra.
- **PROCESO DE INSTALACIÓN EN OBRA:**

El procedimiento de izaje y colocación de Prelosas, se puede utilizar para las previgas; sin embargo, es en este elemento plano, en el que se desarrollan otras actividades. Por ello, para la instalación de este prefabricado, se sigue el siguiente proceso:

- **ENCOFRADO:**

Se utiliza un sistema simple de apuntalamiento. La primera solera con respecto a la cara de una placa, debe empezar a los 40cm; cuando es con respecto a la cara de una viga, debe empezar a los 70cm. Los puntales deben estar espaciados como máximo 1.50 m. Todo este sistema debe nivelarse antes y después del vaciado de techo. El sentido de las losas dependerá de los planos de la edificación; y el sentido del encofrado será de forma transversal a éste.

- **IZAJE:**

Las prelosas de hasta 9.5m de longitud pueden cargarse con grúa utilizando cuatro cadenas de izaje (Pulpos), esto aplica para losas simétricas. Los ganchos deberán colocarse, dependiendo de la cantidad de tralichos en cada prelosa, esto asegurará el correcto izaje de la prelosa, y evitará la formación de fisuras o grietas. La ubicación para la colocación del izaje está determinada con la siguiente fórmula, y se grafica en la figura N° 4:

$$\frac{\#buckles}{5} + 1 \quad \text{o} \quad L + 1$$

Cuando $L < 7\text{m}$, se le suma 1.

Cuando $L > 7\text{m}$, se le suma 2.

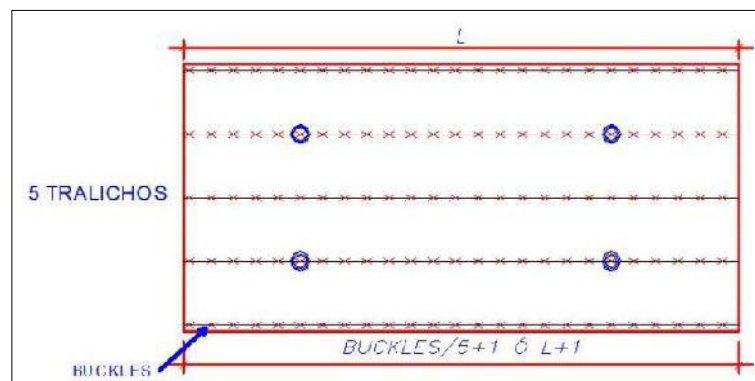


Figura 4. Ubicación de puntos de izaje en prelosa.
Fuente: Manual técnico de Sistemas de prelosas BetonDecken

- **INSTALACIÓN EN OBRA:**

Cada prelosa tiene un rótulo en una esquina en la parte derecha. Esto ayudará a su colocación en campo. Las prelosas se colocan con el código apuntando hacia la esquina derecha de la modulación.

- **COLOCACIÓN DE ACERO:**

El acero se coloca de forma in situ sobre la losa. El acero que se colocará será: acero de continuidad en vigas chatas, acero negativo en losas, acero negativo en vigas chatas y acero de costura en aligeradas.

El acero se colocará según lo indicado en el plano estructural del proyecto, acatando las dimensiones de las varillas de acero, su disposición y cantidad.

- **CORTE DE VIGUETA TRALICHO**

Una vez puestas las prelosas, debido al paso de las tuberías producto de las instalaciones, se requerirá eventualmente hacer el corte de tralichos. Primero se hace la identificación de los tralichos a cortar, luego con el uso de una herramienta de corte, se procede a hacer el corte de un buckle dentro de una vigueta. Solo está permitido hasta máximo 4 consecutivos, puesto que se debilitaría la estructura y se generarían fisuras o pandeos en la parte inferior de la losa. Requerirá un re-apuntalamiento en la zona inmediatamente inferior del buckle cortado.

- **VACIADO DE CONCRETO**

Completado el paso de tuberías de instalaciones, se procede a realizar el vaciado con concreto sobre la losa. Se hace un proceso de vibrado y compactado homogéneo. El curado se realiza siguiendo la especificación técnica del proyecto.

- **SELLADO DE JUNTAS**

El sellado de juntas se realiza en las zonas donde se forma una especie de cuña entre prelosas. Esto se realiza con el fin de rellenar el espacio

vacío, para que el techo pueda continuar con su procedimiento de acabado, ya sea solaqueo, tarrajeo y pintura.

○ **TOLERANCIAS:**

- ✓ Para ortogonalidad: ± 3 mm
- ✓ En dimensiones: ± 5 mm
- ✓ Fisuras por dilatación, izaje, transporte, vaciado de concreto: Inferiores a 0.4 mm no requieren resane

2.2.6 SISTEMA DE VIGAS PREFABRICADAS

También conocido como “previgas”, este sistema consiste en vigas pre-armadas en forma de “U”, que se componen de 3 caras, siendo éstas la base y las 2 caras laterales, con un espesor de 5 cm (Aunque puede ser de 4cm), en las que se encuentra embebido el acero estructural longitudinal inferior y los refuerzas transversales, o estribos. Esta viga pre-armada, funciona como un encofrado permanente, en la cual se ingresará varillas de acero longitudinal de la parte superior, así como acero de refuerzo no embebido, y se rellenará de concreto in situ durante la ejecución de la obra. En la figura N° 5 se presenta el uso de previgas Beton Decken en obra; y en la figura N°6, las secciones típicas de previgas:



Figura 5. Previgas en obra
Fuente: Información brindada por Betondecken

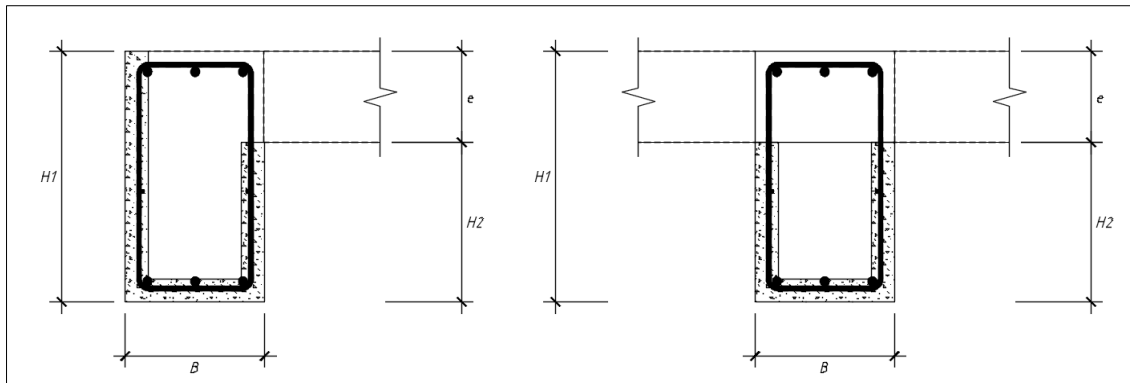


Figura 6. Secciones de viga. Viga perimetral (Izquierda). Viga Central (Derecha)
Fuente: Planos de estructuras - UARM

• MATERIALES:

Son los mismos que se usan durante la fabricación de la prelosa. Entre ellos tenemos:

- Varillas corrugadas de acero de grado 60
- Concreto premezclado es similar al utilizado para prelosas cuya resistencia de diseño es $f_{\text{c}} = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Utiliza cemento tipo 1, junto un agregado grueso de tamaño de 14 mm. La trabajabilidad del concreto permite un slump entre 6 a 8 pulgadas.
- Separadores de concreto de 2.5cm.

• DIMENSIONAMIENTO, MODULACIÓN Y PESO:

Las previgas tienen 3 caras compuestas en forma de U, cuyo espesor es de 5 cm. Esto con el fin de que el recubrimiento para el acero, sea el solicitado en las especificaciones y/o planos del proyecto. Si bien el tamaño de éstas varía según las dimensiones solicitadas en el proyecto, poseen un ancho mínimo interno de 15 cm, y una longitud máxima de 10 metros. El diseño en “U” típico de las previgas se aprecia en la figura N° 7.

El acero positivo se encuentra embebido en la cara inferior de la previga. Mientras que el acero transversal (Estribos) se encuentra recorriendo toda la sección, separado según diseño. Con respecto al acero superior, éste puede ser armado en la previga y conectado en obra, colocando traslapes donde sea necesario, para su conexión.

Vale recordar que, en las zonas donde se unen previgas con los elementos verticales, se debe colocar traslape para asegurar dicha conexión en la parte inferior; en cuanto a la cara superior, se colocará el acero con los traslapes y longitud de ganchos según se vea en el proyecto.

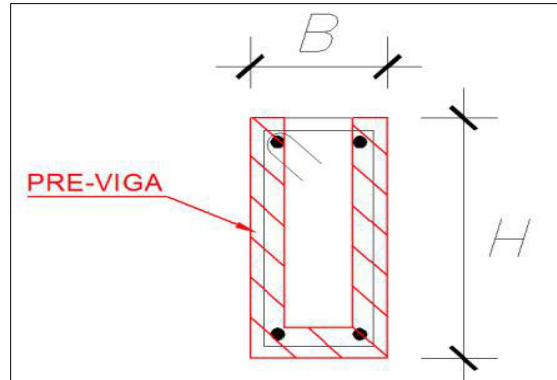


Figura 7. Sección en U de previgá
Fuente: Informe técnico de previgas Betondecken

- **PROCESO DE FABRICACIÓN:**

El procedimiento para la fabricación de las previgas se resume de la siguiente manera:

- Se fabrica la armadura de acero acorde a las especificaciones del plano de fabricación.
- Se prepara el encofrado de acuerdo a las medidas estipuladas en el plano de fabricación, colocando el desmoldante en cada cara
- Se coloca el acero transversal asegurando su adecuado espaciamiento. De existir pases para tuberías, también se añaden.
- El vaciado de concreto se da en una cara de la viga. Posteriormente se vibra y se compacta.
- Se fragua dicha cara y se repiten los pasos anteriores para la segunda cara, así como para la base de la viga.
- Una vez fraguada las 3 caras, se procede a cargar las vigas para su transporte e instalación en obra.

- **Tolerancias de geometría:**

- Para ortogonalidad: ± 3 mm
- En dimensiones: ± 5 mm
- Fisuras por transportes: Inferiores a 0.4 mm no requieren resane

2.2.7 SISTEMA TRADICIONAL DE ELEMENTOS DE CONCRETO

Tal como lo define Huapalla, H. & Fonseca, W. (2020), el sistema tradicional de concreto armado, consta de una estructura formada por un sistema de pórticos y placas de concreto armado, considerando losas y vigas; y en su base, se utilizan calzaduras, vigas de cimentación y zapatas.

El concreto armado de este sistema mantiene una resistencia mínima de $f'c = 210$ Kg/cm². Empleándose encofrado convencional, a base de madera o metálicos. La totalidad de actividades se realizan en obra, esto es, trazo y replanteo, la armadura de acero, encofrado, vaciado de concreto y acabados finales al casco.

2.2.8 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

La productividad en la construcción es un componente determinante en la ejecución de proyectos, pues nos permite evaluar mecanismos de trabajo y su inversión, para el desarrollo de actividades productivas. Como lo define Díaz (2007), la productividad es la cantidad del uso de recursos empleados para el desarrollo de una actividad, vale decir, que mientras los elementos producidos sean mayores y mejores, utilizando una cantidad similar o menor de recursos, se traduce a un mejor sistema de producción.

En el sector construcción, la productividad se refleja en la realización de los trabajos en función de los recursos a utilizar, como el tiempo, costo, calidad y sostenibilidad, ya que se evalúa el cumplimiento de metas en el menor tiempo posible, con un presupuesto optimizado, ofreciendo un mejor producto, buscando que éste tenga un efecto positivo en el entorno social, ambiental, etc., del lugar en el que se ejecute.

2.2.9 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

2.2.9.1 PRODUCTIVIDAD EN CONSTRUCCIONES DE SISTEMAS TRADICIONALES

Generalmente, en las construcciones bajo el sistema tradicional se suele evaluar la productividad según el avance de los trabajos en obra. Estos reportes se miden de forma diaria, para su anotación en el cuaderno de obra; de forma semanal, para el ajuste en costos; y mensual, para las valorizaciones respectivas; sin embargo, debido al uso de mano de obra artesanal, se suele tener personal que generan errores en la construcción, reflejándose en un sobre costo para las partidas (Perez & Soplin, 2022).

Para este caso, Paye, Peña & Franco (2014), afirmaron que, durante la ejecución de entrepisos, los parámetros a evaluar más importantes se relacionan al uso de recursos, la afectación del tiempo de ejecución, dificultades durante el proceso de construcción, la calidad en los acabados y la alta generación de residuos. Al plantear una solución que involucre los parámetros anteriormente mencionados, plantea el uso de un sistema industrializado, que dará como resultado una mejora en los costos de las partidas, menores tiempos de ejecución y menores residuos que afecten negativamente al entorno.

2.2.9.2 PRODUCTIVIDAD Y SU RELACIÓN CON LOSAS Y VIGAS PREFABRICADAS

En comparación de los sistemas tradicionales, una solución en la productividad para las obras de construcción, debe reunir una planificación más eficiente, uso de tecnologías, y mejorar en la capacitación para el personal; desembocándose en una mejora de procesos y métodos de trabajo. Ante ello, se plantea el uso de prefabricados, puesto que, tal como señala Perez & Soplin (2022), en este sistema el trabajo contributivo y no contributivo disminuye de

forma considerable al contar con mano de obra especializada y capacitada.

Adicionalmente, según Torres (2022), el uso de prefabricados brinda un mejor y mayor control sobre sus costos, una mayor precisión durante la planificación de obra, disminuye la generación de residuos, requiere de menores espacios de trabajos y reduce el impacto de contaminación y ruido a zonas aledañas al área de la obra.

2.2.9.3 IMPACTO EN PLAZOS

La realización de un proyecto en plazos reducidos manteniendo la calidad del servicio o producto entregado es sinónimo de indicadores de productividad positivos. En el caso de los tiempos de ejecución, el sistema de elementos prefabricados, ofrece una mejor gestión de los recursos y tiempos de entrega. En obras en general, los plazos de entrega con dicho sistema constructivo, pueden reducirse hasta en un 30% del tiempo de construcción, frente al sistema convencional (Torres, 2022).

En este sentido, al utilizar dicho sistema constructivo:

- La gestión de prefabricados recae sobre el proveedor quien vela por la calidad del producto y sus insumos, hasta el transporte a obra. Esto se traduce como una menor congestión laboral.
- Los cronogramas de trabajo pueden acelerarse, gracias a la versatilidad del sistema durante su almacenamiento, izaje y colocación.
- Presenta un mayor rendimiento de colocación en obra, aproximadamente cubriendo hasta 250 m² de prelosas al día (Paye, Peña & Franco, 2014).
- Las instalaciones que vienen en los prefabricados están semi colocadas, lo que permite reducir actividades de cortes y colocación de elementos como cajas y tuberías de pase, reduciendo tiempos no contributarios en cada actividad (Aime, 2022).

- Las actividades de montaje son rápidas, gracias a la torre grúa, por lo que se cumplen los plazos, incluso con anticipación (Revista *Costos*, 2022).
- Reducir los plazos de ejecución, permite un inicio de operaciones con mayor tiempo de anticipación (Torres, 2022).

2.2.9.4 IMPACTO EN COSTOS

Torres (2022), cita a Ji, Qi, Li y Liu (2018), mencionando que un aspecto fundamental durante la toma de decisiones sobre proyectos civiles es la técnica de construcción a utilizar, puesto que, dependiendo de ello, se verá afectado en mayor medida a los recursos demandados. Es decir, mientras mejor sea el sistema constructivo, se utilizará menos recursos, sin alterar la calidad del producto resultante.

En ese sentido, el sistema de prefabricados, se presenta como una mejora puesto que, referente a costos directos:

- Consume menor cantidad de encofrado por área de losa, aproximadamente 0.06 m² por m² de paño de losa (Paye, Peña & Franco, 2014), es decir, una menor pérdida de materiales (por desperdicio), y se incrementa la seguridad en el trabajo (Revista *Costos*, 2022).
- Se eliminan las viguetas soleras, y disminuye la distancia entre puntales (Aime, 2015).
- Consume menor cantidad de acero en obra, puesto que gran parte de este recurso viene embebido en el prefabricado.
- Permite minimizar la partida de acabados, y el desarrollo de actividades de forma paralela (Revista *Costos*, 2022).
- No requiere trabajos adicionales en acabado, mas solo tratamiento en las juntas (Aime, 2015).
- Se reduce el alquiler de amplios espacios de almacenaje, ya que los prefabricados llegan directamente de planta, y pueden apilarse unos sobre otros.

- Los costos unitarios por m2 de elemento prefabricado son menores a comparación de los sistemas convencionales, hasta un 14% menor (Paye, Peña & Franco, 2014).
- Reduce el número de trabajadores en obra, reduciéndose los costos por riesgos de accidente.

Al reducirse el personal y los plazos, dichos efectos se verán reflejados en otros costos como actividades preliminares, costos por equipos de seguridad, gastos generales, gastos administrativos, entre otros.

2.2.9.5 IMPACTO EN LA CALIDAD

Según la guía PMBOK, la aplicación de un enfoque en la calidad, producirá entregables que, no solo cumplen con los objetivos del proyecto, si no también, satisfará las necesidades y requisitos de aceptación de parte de los clientes e interesados (PMBOK, 7ma Ed, 2021).

En ese sentido, durante el desarrollo del proyecto, los contratistas buscarán incorporar dicho enfoque de calidad, basándose en los principios de la Tabla N°1:

Tabla 1. *Principios de enfoque de calidad*

Principios de enfoque de Calidad
Satisfacer expectativas y requisitos del proyecto
Cumplir criterios de aceptación para los entregables
Garantizar que los procesos sean adecuados y eficaces

Fuente: Adaptado de Guía del PMOK, 7ma Edición

Como parte del impacto de la calidad del sistema de prefabricados, frente al sistema tradicional, se debe conseguir que los nuevos entregables cumplan los principios anteriormente mencionados, y a su vez, es necesario considerar otras dimensiones como la sostenibilidad. Con ella, se corrobora si los productos

obtenidos tienen un impacto positivo en parámetros económicos, ambientales, sociales, etc.

2.2.10 METODOLOGÍA BIM

BIM, siglas de Building Information Modeling, se entiende como un proceso integrado de construcción basado en el empleo de la información para un proyecto, desde el diseño hasta la construcción del mismo (Sinenko, Hanitsch, Aliev & Volonik, 2020). No se considera solo un software de modelado 3D, sino un sistema que permite a los ingenieros a predecir la ejecución de un proyecto desde la etapa de diseño, lo que facilita la identificación de errores, un mejor análisis y visualización en 3D, y una organización más efectiva de la información.

2.2.10.1 DIMENSIONES BIM

El uso de BIM permite recibir y manejar información sobre el proyecto tanto en la fase de diseño y de pre-construcción, y esto se logra, gracias al proceso de los datos a través de las diferentes dimensiones que posee la metodología BIM, tal como lo describen Samimpay & Saghatforoush (2020):

- Dimensión 2D: Manejo de data gráfica en dos dimensiones.
- Dimensión 3D: Manejo de data gráfica en 3 dimensiones, incluyendo anchura, profundidad y altura.
- Dimensión 4D: Manejo de la data tridimensional en un cronograma de construcción.
- Dimensión 5D: Manejo de la data tridimensional y el cronograma, estimando costos de construcción.

Adicionalmente, se consideran las dimensiones 6D y 7D, que no solo manejan los datos previos, sino que también integran información geográfica. Esto es crucial para la eficiencia energética (6D) y para la operación y el mantenimiento del proyecto (7D), lo que resalta su importancia en estas áreas.

El proceso de diseño del proyecto, así como su construcción, a través de las distintas dimensiones de BIM, permite un manejo dinámico de dibujos 3D, y sus renderizados, facilidad en la obtención de planos en distintas especialidades, detección y manejo de interferencias entre especialidades, una mejor representación de la secuencia constructiva, y un estimado más acertado de los costos de producción (Azhar, Hein & Sketo, 2008).

2.2.10.2 BIM EN PERÚ

En nuestro país, un 75% de profesionales de construcción, considera al BIM como un procedimiento de trabajo colaborativo aplicado a todo el ciclo de vida del proyecto, a comparación del 25% restante, que lo considera una tecnología para la detección de incompatibilidades, considerando como sustento el modelo de especialidades en 3D (Murguía, Vasquez, Balboa & Lara, 2021). Ello refleja una doble tendencia que se ha desarrollado en territorio nacional, mediante la adopción del BIM en los proyectos de construcción. Sin embargo, según la definición encontrada en el numeral 1 del artículo 2 de las Disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública, aprobada por el Decreto Supremo N° 289-2019-EF, y modificadas por el Decreto Supremo N° 108-2021-EF, BIM es considerado como una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de información de una inversión pública, que simplifica procesos como la programación, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurado una base de datos eficaz (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

En el caso de las edificaciones, la implementación de BIM sobre los proyectos, a nivel de Lima y Callao, ha presentado un crecimiento de hasta el 36 %, hasta mediados del 2023, siendo la etapa de Construcción, aquella con mayor cantidad de proyectos que han implementado BIM (Murguía, Vasquez, Culqui, Ley, Supanta & Yañez, 2023). Lamentablemente, la implementación BIM aún es lenta puesto que existen factores como la falta de demanda, el tamaño de la empresa

y del proyecto, la falta de capacitación sobre herramientas digitales, entre otros, que ralentizan el uso de esta metodología.

En dicha implementación, los ejemplos más adoptados son la realización y visualización de modelos en 3D; y en segundo plano se encuentran la extracción de metrados y el control de avance de obra. Los usos con menor frecuencia se dan en administración de costos y presupuestos, simulación 4D y prefabricación de piezas (Murguía, Vasquez, Culqui, Ley, Supanta & Yañez, 2023).

2.2.10.3 BENEFICIOS DE BIM

Samimpay & Saghatforoush (2020) agrupan los diferentes beneficios del BIM dentro de 4 grandes etapas: Pre-construcción, diseño, construcción y post-construcción. Entre ellos, las que podemos rescatar se encuentran en la tabla N° 2:

Tabla 2. *Beneficios de la metodología BIM*

Fase	Beneficio
Diseño	Mejora la calidad de diseño
	Una mejor visualización de planimetría
	Una mejor visualización de interferencias y ubicación de errores
	Evaluación de diferentes opciones de diseño
	Mejor estimación de tiempos y costos de ejecución
	Mejora en los procesos de construcción
Pre-Construcción	Integración de distintos especialistas para un mismo sistema de datos
Construcción	Visibilidad temprana de etapas del proyecto
	Aplicación temprana de diferentes mecanismos constructivos
	Mejor manejo de información y documentación
	Reducción de tiempos de construcción del proyecto
	Reducción de costos de construcción del proyecto
	Mejora en la calidad de productos
	Reducción de errores, procedimientos repetitivos y desperdicios
	Respuestas rápidas a cambios de diseño
	Reducción de conflictos entre especialidades
	Cumplimiento de plazos en entregables
Post-Producción	Reducción de costos de mantenimiento
	Implementación de mejoras estratégicas para mantenimiento de infraestructura
	Reducción de desperdicios

Fuente: Adaptado de Samimpay & Saghatforoush, 2020.

En resumen, la aplicación de la metodología BIM, permite una acertada representación geométrica de la infraestructura a desarrollar, dentro de un entorno integrado de datos (CRC for Construction Innovation, 2007). Dicha integración de trabajo, entre las partes interesadas, es un potencial factor de mejora en la productividad del proyecto, la calidad del diseño y la reducción significativa de errores.

2.2.10.4 USO DE BIM EN PREFABRICADOS

Durante la etapa de diseño y construcción, se evalúa la aplicación de diferentes sistemas y mecanismos de construcción, con el fin de optimizar la productividad del proyecto, tomando como referente los costos, plazos y calidad del producto. En ese sentido, el uso de BIM permite que los elementos constructivos puedan ser analizados en la totalidad de sus partes, tanto en su geometría, como su diseño para el montaje e instalación en obra, desde el proceso de diseño, hasta el control de calidad (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Por otro lado, al utilizar BIM para prefabricados (ya sean estructurales o arquitectónicos), es necesario considerar la cantidad y el tipo de información que debe incorporarse para su fabricación. Así podemos encontrar que los principales datos serían la geometría del elemento, especificaciones técnicas, datos cuantitativos (Precio por unidad, tiempo de fabricación o montaje, etc), entre otros. Por esta razón, el uso de BIM exige un grado de estandarización de los elementos prefabricados, para que las piezas puedan ser estándar o no, creando así un catálogo que pueda aplicarse a diversidad de proyectos (ANDECE, 2021).

Así, el uso de los softwares BIM, por parte de la empresa de prefabricados, le permitirá realizar un despiece adecuado, generar planillas de fabricación (Planos) de cada elemento individual; e integrar la información en un proceso industrial controlado y de eficaz ejecución, obteniéndose elementos prefabricados de concreto de mayor calidad, en comparación a la prefabricación tradicional o la ejecución de

elementos in situ, los cuales sufren cambios durante su ejecución (ANIPPAC, 2022).

2.3 DEFINICION DE TÉRMINOS

- **Proyecto:** Según el sistema de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario, un proyecto es un proceso mediante el cual una serie de actividades coordinadas son realizadas con el fin de lograr objetivos en base a requisitos específicos, con márgenes de tiempo, costos y recursos. Orientado al sector construcción, un proyecto reúne un conjunto de actividades que se enlazan una con otra, de tal manera que se pueda entregar una infraestructura, sea pública o privada, etc., la cual se encuentra limitada por el diseño, especificaciones técnicas, recursos, tiempo y costos de ejecución.
- **Planificación:** Charles Bettelheim (1965), define a la planificación como una actividad que precisa la realización de objetivos al desarrollo económico y social, determinando los medios apropiados para alcanzar dichos objetivos y ejecutándolos con el fin de ver sus objetivos realizados.
- **Programación:** Se entiende por programación la realización de un cronograma que detalla las actividades por desarrollar en la ejecución del proyecto. Esto incluye los recursos utilizados según actividad y su fecha de uso. En construcción, se suele utilizar softwares como MS Project.
- **Ruta crítica:** La guía PMBOK se refiere a la ruta crítica como la cadena de actividades planificadas más extensa que determina la duración total del proyecto, y su objetivo es que se finalicen dentro de los tiempos establecidos para cumplir con la fecha límite. De este modo, cualquier retraso en una tarea que forme parte de la ruta crítica implicaría un retraso general en la ejecución de toda la obra.
- **Productividad:** Céspedes, Lavado y Ramirez (2016) definen la productividad como la medida de la eficiencia en el uso de los recursos en el proceso constructivo. Es decir, un elemento será más o menos productivos, siempre y cuando ejecute y culmine las tareas programadas en el menor tiempo, de forma óptima.

- **Costo del proyecto:** El costo de un proyecto es el conjunto de desembolsos de dinero para la obtención, ejecución o desarrollo de un servicio, ya sea en la etapa de fabricación o prestación de servicios, incluyendo pago de personal, materia prima y pago de procesos productivos, (Jimenes, 2018), incluyendo todos los desembolsos tangenciales a la producción.
- **Costo directo:** Perez (2021) define a los costos directos como aquellos que están involucrados de forma directa con el servicio o proyecto. Este se establece desde la primera fase de producción, viéndose reflejados en los presupuestos de una obra.
- **Costo indirecto:** Perez (2021) define a los costos indirectos como aquellos que tienen una relación tangencial con un proyecto, es decir, no se incorpora directamente al producto, servicio o proyecto, mas sí es parte del proceso productivo.
- **Plazo:** Se entiende como plazo o duración de proyecto al tiempo necesario, para que se lleve a cabo por completo. Está ligado directamente a la duración de cada una de sus actividades, y de las relaciones de dependencia que exista entre ellas.
- **Calidad:** Nápoles, Moreno y Batista (2021) concluyen que la calidad de un proyecto resulta de las relaciones entre sus procesos, asegurando que el desarrollo del mismo se dé de forma exitosa, para que el producto o servicio resultante pueda satisfacer exitosamente a las partes interesadas (cliente y ejecutor).
- **Protocolo de liberación:** Entiéndase como protocolo de liberación a un documento (o formato) que registra la forma en que debe realizarse una partida, ya sea mediante fórmulas, características, datos normativos, etc. Es utilizado por los encargados para supervisar el correcto desarrollo de las actividades.
- **Dossier:** Es un conjunto de documentos, que incluyen memorias, procedimientos, informes, reportes y registros de control, protocolos de liberación, cartas de garantía, certificados, planos, etc., que posee toda la información requerida al desarrollo de una actividad, ya sea un producto o un servicio, y mediante estos, se certifican que dicha actividad se ha realizado conforme a los requerimientos de calidad ya establecidos por el los interesados (Jimeno, 2014).

- **BIM:** Representación digital que se rige en estándares específicos para la cooperación, incluyendo la información necesaria de un proyecto durante su ciclo de vida (Samimpay & Saghatforoush, 2020).
- **Modelado 3D:** Creación de una representación digital en tres dimensiones, incluyendo los parámetros de longitud, anchura y altura (Samimpay & Saghatforoush, 2020).
- **Metrados:** Según el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, es el cálculo o la cuantificación, mediante partidas, de la cantidad de obra que se va a ejecutar.
- **Familias:** Son representaciones gráficas de los elementos de construcción, en el modelado 3D, las cuales contienen datos relacionados para la creación de su geometría y tipo.

CAPITULO 3: HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL

El uso de losas y vigas prefabricadas influye en la optimización del costo, plazos y la calidad, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario.

3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El uso de losas y vigas prefabricadas optimiza y reduce los costos, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario.
- El uso de losas y vigas prefabricadas optimiza y reduce los plazos de ejecución, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario.
- El uso de losas y vigas prefabricadas optimiza y mejora la calidad, en comparación con el sistema tradicional, en la construcción del pabellón universitario.

3.2 VARIABLES

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema de losas y vigas prefabricadas.

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Incidencia en recursos como plazo, costo y calidad

3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 3. *Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICION	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
INDEPENDIENTE				
Sistema de losas y vigas prefabricadas	Losas Prefabricadas	Comprende a una estructura compuesta de losas prefabricadas de concreto armado, cuyo espesor es de 5cm y posee forma geométrica variable, reforzado con varillas de acero y viguetas longitudinales (Carrión, L., Peralta, R. & Rueda, G., 2021), las cuales se unen mediante costuras en sus lados laterales, y se cubren con una losa de concreto de 5cm, para unirse a la estructura global.	Consumo de concreto en obra	Cuantitativa
			Costo de prefabricados	Cuantitativa
			Cantidad de encofrado	Cuantitativa
	Vigas Prefabricadas	Consiste en vigas pre-armadas en forma de “U”, que se componen de 3 caras, siendo éstas la base y las 2 caras laterales, con un espesor de 5 cm en las que se encuentra embebido el acero estructural longitudinal inferior y los refuerzas transversales, o estribos.	Consumo de concreto en obra	Cuantitativa
			Costo de prefabricados	Cuantitativa
			Cantidad de encofrado	Cuantitativa
DEPENDIENTE				
Incidencia en recursos como plazo, costo y calidad	Plazo	Es el tiempo necesario, para que se lleve a cabo por completo. Está ligado directamente a la duración de cada una de sus actividades, y de las relaciones de dependencia que exista entre ellas	Monto del presupuesto de obra	Cuantitativa
	Costo	Es el conjunto de erogaciones o desembolsos de dinero para la obtención, ejecución o desarrollo de un servicio, incluyendo pago de personal, materia prima y pago de procesos productivos, (Jimenes, 2018) así como los desembolsos tangenciales a la producción.	Plazo de ejecución de casco estructural	Cuantitativa
	Calidad	Se produce de las relaciones entre los procesos de un proyecto, asegurando que el desarrollo del mismo se dé de forma exitosa, para que el producto o servicio resultante pueda satisfacer exitosamente a las partes interesadas (Nápoles, Moreno y Batista, 2021).	Supervisión de acabados y gestión	Cuantitativa

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio de la presente investigación es el pabellón universitario denominado Edificio Vicente Santuc, de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya (UARM)- Pueblo Libre, Lima, el cual se aprecia en la figura N° 8:



Figura 8. Fachada de Edificio Vicente Santuc

4.2 DISEÑO DE INVESTIGACION

La presente investigación es del tipo aplicada porque pretende determinar si las variables independientes (Sistema de previgas y prelosas) pueden ser utilizados para cumplir con los objetivos de optimización en la construcción de un pabellón universitario de 7 pisos y 1 sótano. Particularmente, para el estudio de esta investigación, se realizó un análisis en los entrepisos desde el sótano al 7mo nivel.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población comprende a todos aquellos edificios aporticados, con fines educativos, en el distrito de Pueblo Libre.

Muestra:

La muestra que se utilizó fue el edificio Vicente Santuc, el cual es el pabellón universitario de mayor altura en la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, en la actualidad.

4.4 PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En la presente investigación se busca estudiar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de costos, plazos y calidad para la construcción de un pabellón universitario, utilizando de apoyo herramientas de la metodología BIM, como el software Revit, y otros programas para el estudio de dimensiones económicas y de programación, para lo cual se plantea el siguiente procedimiento de trabajo:

- **Parte nº 01: Recopilación y estudio del expediente del proyecto:**

Debido a que el sistema de losas y vigas prefabricadas tiene un impacto directo en el casco estructural y acabados, se tendrá en consideración el presupuesto, cronogramas y EETT de las especialidades de arquitectura y estructura. Esta etapa es netamente de recopilación de información.

- **Parte nº 02: Descripción general de proyecto y modelación de la edificación:**

En esta etapa se da inicio a la redacción de los capítulos de estudio del proyecto. Se da a conocer los datos principales del proyecto como la ubicación, áreas, sistemas constructivos y especialidades involucradas. Paralelamente, se realiza el modelado en 3D de la edificación, bajo ambos sistemas constructivos con familias similares y específicas para cada uno, con el software Revit, utilizando como base gráfica los planos de la infraestructura, facilitados por la empresa contratista. Del modelado, se extraerán los metrados correspondientes a las partidas y recursos que se verán afectados.

- **Parte nº 03: Procesamiento de Información: Elaboración de cronogramas**

En este apartado, se realiza la comparativa entre cronogramas por partidas afectadas en las especialidades de estructura y arquitectura, según cada sistema constructivo. En esta etapa, se utilizarán los metrados obtenidos por REVIT y rendimientos unitarios de cada partida involucrada. Adicionalmente, mediante el software MS Project, se procederá a obtener un estimado del cronograma de avance.

- **Parte nº 04 Procesamiento de Información: Elaboración de presupuestos**

En este apartado, se realizará la comparativa de los presupuestos para cascos estructurales y acabados en losas y vigas, según cada sistema constructivo ambos sistemas constructivos. En esta etapa, se utilizarán los metrados obtenidos por REVIT, y los precios unitarios de mano de obra, materiales y equipos, correspondientes al presupuesto original del proyecto, en el período de licitación y ejecución. Estos datos se analizarán mediante el software S10, el cual nos entregará una presentación de los costos directos bajo cada sistema constructivo.

- **Parte nº 05: Procesamiento de información: Presentación de análisis de calidad**

En este apartado, se revisa el impacto que tienen el uso de prefabricados en la calidad de acabados y su respectiva gestión de supervisión. Adicionalmente, se describen los protocolos de liberación de la calidad con respecto al acabado de superficies en losas y vigas.

- **Parte nº 06: Validación de información**

En este apartado, se realiza la extracción de resultados del análisis de la información obtenida, y se la ordena según variable analizada. Adicionalmente, se realiza la contrastación de hipótesis planteadas.

- **Parte nº 07: Redacción de conclusiones y recomendaciones**

En este apartado, luego del análisis de resultados y verificar las hipótesis, se redactan las conclusiones y recomendaciones finales.

Para realizar los pasos mencionados en el desarrollo de la investigación, se ha realizado una verificación de los documentos, ejecución de modelados en 3D; y sobre todo, la verificarán de los presupuestos por partidas, y sus respectivas cotizaciones.

De esta manera, se tiene:

- Para analizar el impacto sobre el costo:
La verificación de presupuestos, específicamente el análisis de ACU's es fundamental pues nos dará los costos por unidades de partida, el cual nos dará información sobre costos de mano de obra, materiales y equipos a utilizar.
- Para analizar el impacto sobre los plazos:
La verificación de los cronogramas de ejecución nos brindará información sobre los desfases y demoras en el tiempo de ejecución según sistema constructivo.
- Para analizar el impacto sobre la calidad:
Se verifica la calidad de materiales, acorde a la documentación que brinda la empresa proveedora de prefabricados, así como de los registros de liberación utilizados en el proyecto, para la inspección de los acabados en las superficies de losas y vigas.

En estos tres apartados la información se analizó con los programas:

- Para la etapa gráfica: AutoCAD (para la información 2D) y REVIT (para la información 3D).
- Para la etapa de programación: MS Project, debido a que el análisis se realizará principalmente por partidas.
- Para la etapa de presupuestos: El software S10. Si bien REVIT ofrece la colocación de precios en las partidas del modelado 3D, para esta investigación, se utilizará la base de datos de costos brindada por la empresa contratista.
- Para presentación de datos: Hojas de cálculo EXCEL

A esto, se suma el conocimiento brindado por los ingenieros encargados de la gestión del proyecto, cuya experiencia sobre el sistema de prefabricados

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis realizado en la presente investigación, se ejecutará sobre dos tipos de sistemas constructivos: El sistema tradicional de construcción de entresijos con losas aligeradas y vigas de concreto, frente a la innovación tecnológica mediante el uso de prefabricados (Losas y vigas). Se evaluará los Precios unitarios por partidas, para el casco estructural y partidas de acabados, así como los cronogramas de obra, en ambos sistemas de construcción.

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, el proyecto de estudio se constituye de un edificio educativo de aulas, oficinas y baños, de 7 pisos y un sótano. Éste se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, ubicado en la Av. Paseo de la República 970, entre la calle J. J. Pasos, y la calle Copacabana, tal como se evidencia en la figura N° 9:

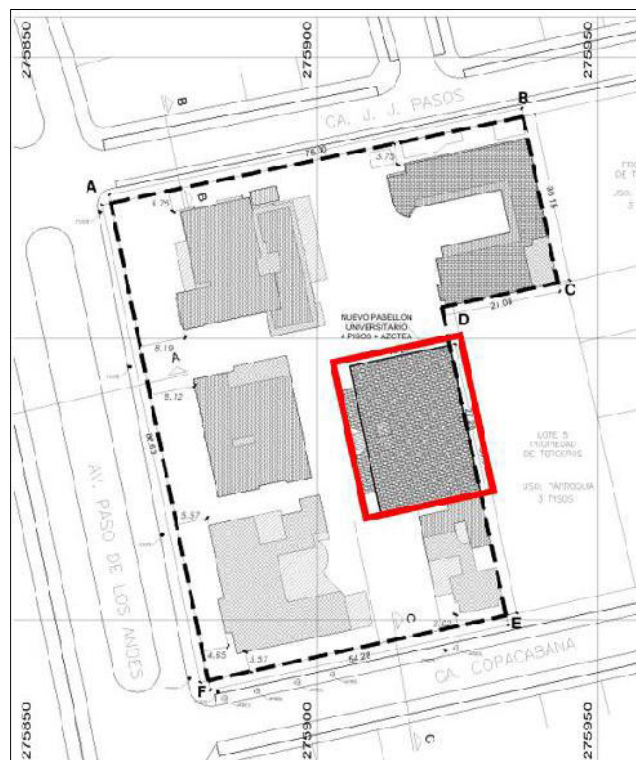


Figura 9. Ubicación del pabellón universitario dentro del área que ocupa la Universidad Antonio Ruiz de Montoya

Fuente: Planos Asbuilt-Arquitectura-UARM

5.1.1 ÁREAS DEL PROYECTO

El área que ocupa la edificación dentro de los límites de la universidad es de 681.16 m². El proyecto se desarrolló en 2 etapas. La primer consistía en la construcción del sótano y el primer piso, y la segunda etapa; en la construcción de aulas desde el 2do al 7mo piso, incluyendo azotea. Este

edificio, será utilizado como instalación educativa, por ende, cuenta con pisos típicos en cuanto a distribución de aulas y baños, con la única diferencia de que, en el 7mo piso, se encuentra una distribución arquitectónica diferenciada por la inclusión de vestidores para alumnos y oficinas de administración. Así, el cuadro de áreas se representa en la tabla N° 4:

Tabla 4. *Cuadro de áreas techadas por nivel*

Nivel	Área (m2)	Ambientes
Sótano	681.16	Estacionamientos (Autos, motos, bicicletas) y cuarto de bombas
Piso 1	561.24	Comedor Universitario, cocina
Piso 2	548.45	Aulas, baños y áreas comunes
Piso 3	548.45	Aulas, baños y áreas comunes
Piso 4	548.45	Aulas, baños y áreas comunes
Piso 5	548.45	Aulas, baños y áreas comunes
Piso 6	548.45	Aulas, baños y áreas comunes
Piso 7	537.35	Aulas, auditorio, baños, vestidores, oficinas y áreas comunes
Azotea	7.62	Área común

Fuente: Elaboración propia

Altura desde el nivel del suelo hasta el piso 7 es de 23.75 m.

5.1.2 DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES

El edificio denominado Vicente Santuc, se diseñó para contar con los siguientes ambientes:

- **Sótano de estacionamiento:** Cuenta con ingreso vehicular mediante una rampa de acceso al sótano. Tiene una capacidad de 26 Vehículos.
- **Primer piso:** Cuenta con áreas de servicio de la cocina, 1 comedor general y áreas de servicios higiénicos. Para acceder al segundo piso y demás niveles, se accede a través de dos escaleras exteriores y un ascensor.
- **Segundo piso:** Cuenta con un hall central de distribución para acceder a seis (6) aulas, y los servicios higiénicos correspondientes, incluyendo para discapacitados. Adicionalmente, un gabinete donde se encontrarán los tableros eléctricos de este nivel.
- **Tercer piso:** Cuenta con un hall central de distribución para acceder a seis (6) aulas, y los servicios higiénicos correspondientes, incluyendo para

discapacitados. Adicionalmente, un gabinete donde se encontrarán los tableros eléctricos de este nivel.

- **Cuarto piso:** Cuenta con un hall central de distribución para acceder a seis (6) aulas, y los servicios higiénicos correspondientes, incluyendo para discapacitados. Adicionalmente, un gabinete donde se encontrarán los tableros eléctricos de este nivel.
- **Quinto Piso:** Cuenta con un hall central de distribución para acceder a seis (6) aulas, y los servicios higiénicos correspondientes, incluyendo para discapacitados. Adicionalmente, un gabinete donde se encontrarán los tableros eléctricos de este nivel.
- **Sexto Piso:** Cuenta con un hall central de distribución para acceder a seis (6) aulas, y los servicios higiénicos correspondientes, incluyendo para discapacitados. Adicionalmente, un gabinete donde se encontrarán los tableros eléctricos de este nivel.
- **Séptimo Piso:** Cuenta con un hall central de distribución para acceder a dos (2) aulas y 1 auditorio general. Así también, cuenta con ingresos hacia 2 oficinas administrativas, y los servicios higiénicos correspondientes, incluyendo para discapacitados, y vestidores para ambos sexos. Adicionalmente, cuenta con un gabinete donde se encontrarán los tableros eléctricos de este nivel.
- **Una azotea:** Se considerará como área común deportiva, se colocará una losa deportiva y una cobertura metálica.

Vale acotar que, el edificio en general cuenta con 1 ascensor y 2 escaleras (una a cada lado del ascensor), con el fin de permitir la circulación vertical, así como también implementar un sistema de evacuación ante eventuales incidentes. Ello se puede apreciar en la figura N° 10, que se muestra la fachada del edificio, a continuación:

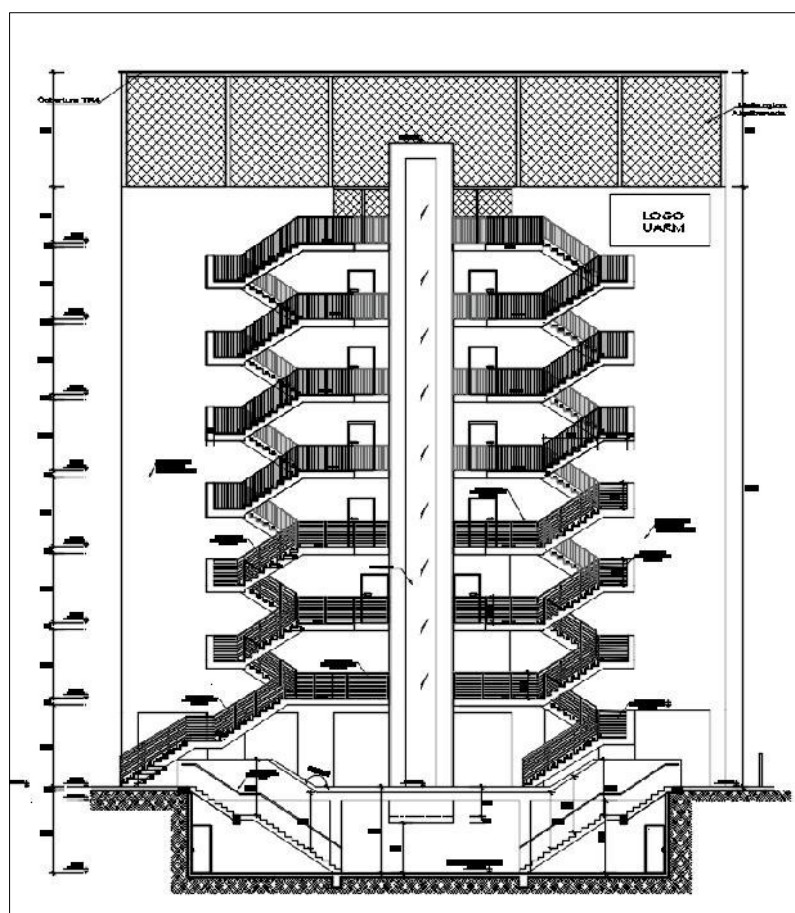


Figura 10. Fachada principal de Edificio Vicente Santuc
Fuente: Planos Asbuilt-Arquitectura-UARM

A continuación, la descripción de ambientes y su contenido, del pabellón universitario en cuestión, se resume en el cuadro N° 5:

Tabla 5. *Distribución de ambientes por nivel*

Nivel	Altura (m)	Descripción de Ambientes
Sótano	3.15	26 estacionamientos, 1 cuarto de bombas y cisternas; y 1 cuarto para el grupo electrógeno
Piso 1	3.85	1 cocina, 1 comedor general estudiantil, 3 baños, 1 cuarto para tableros eléctricos, y 1 ascensor general.
Piso 2	3.3	6 aulas, 3 baños, 1 hall principal, 1 gabinete para tablero eléctrico y 1 ascensor general
Piso 3	3.3	6 aulas, 3 baños, 1 hall principal, 1 gabinete para tablero eléctrico y 1 ascensor general
Piso 4	3.3	6 aulas, 3 baños, 1 hall principal, 1 gabinete para tablero eléctrico y 1 ascensor general
Piso 5	3.3	6 aulas, 3 baños, 1 hall principal, 1 gabinete para tablero eléctrico y 1 ascensor general
Piso 6	3.3	6 aulas, 3 baños, 1 hall principal, 1 gabinete para tablero eléctrico y 1 ascensor general
Piso 7	3.3	2 aulas, 1 auditorio, 2 oficinas administrativas, 3 baños, 2 vestidores, 1 hall principal, 1 gabinete para tablero eléctrico y 1 ascensor general.
Azotea	2.4	1 losa deportiva

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 INFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

El expediente de estructuras fue inicialmente contemplado para una edificación de 7 niveles, azotea y sótano. El diseño cumple las normas sismorresistentes vigentes como la E 0.20, E 0.30, E 0.60, etc. Este diseño ha sido adaptado al uso de pre losas y pre vigas, luego de un análisis costo-beneficio en el uso del sistema de prefabricados frente a la construcción tradicional de elementos estructurales. El sistema estructural escogido fue *pórticos estructurales*, cuyos factores de estudio son:

- Factor de Zona (Z): 0.45
- Factor de Uso (U): 1.50
- Factor de Suelo (S): 1.00
- Coeficiente de Reducción (R): 7.00
 - $I_a = 1.00$
 - $I_p = 1.00$

Adicionalmente, durante la etapa del diseño, se utilizaron las siguientes cargas:

- Cargas Vivas:
 - Aulas: 350 Kg/cm²
 - Piso de Azotea: 250 Kg/cm²
 - En escaleras: 400 Kg/cm²
 - Techo metálico: 30 Kg/cm²
- Cargas Muertas:
 - Acabados del piso: 100 Kg/cm²
 - Muros: 1900 Kg/cm²

Se evaluó el uso de prelosas, para lo cual, se planteó una resistencia a la compresión del concreto (f'_c) de 210 kg/cm², en los elementos estructurales en general (Vigas, losas, placas y columnas). Solo para el desarrollo de vaciado de entrepisos (losas y vigas), se utilizó concreto de resistencia acelerada. A continuación, se muestran los encofrados de los niveles de la edificación en estudio.

El diseño típico del encofrado para el sótano, se presenta en la figura N° 11:

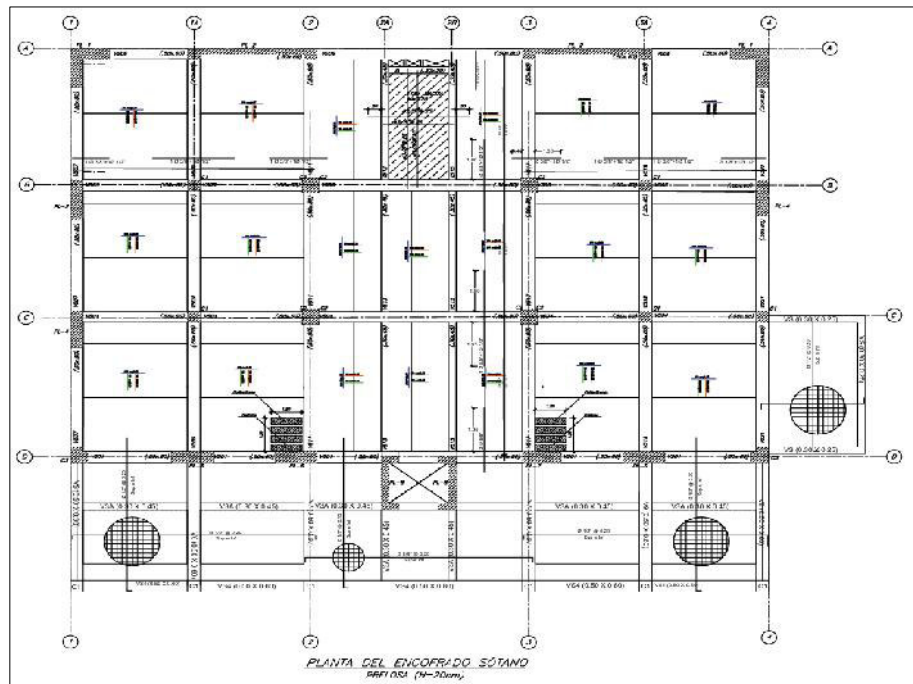


Figura 11. Encofrado Sótano
Fuente: Planos Asbuilt-Estructuras-UARM

El diseño típico del encofrado en los pisos del 1ero al 5to, se presenta en la figura N° 12:

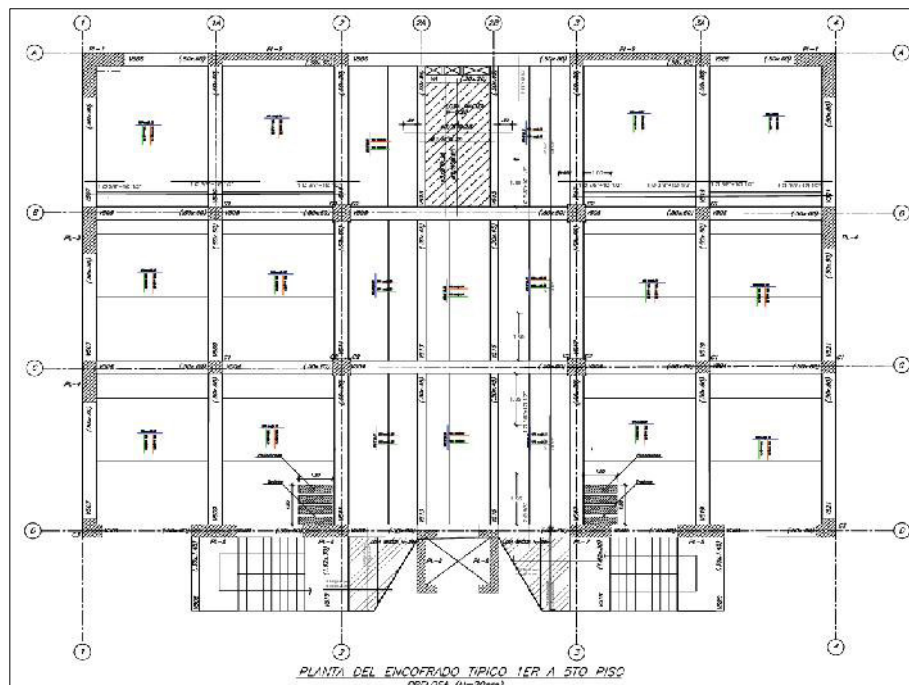


Figura 12. Encofrado típico del 1ero al 5to piso
Fuente: Planos Asbuilt-Estructuras-UARM

El diseño del encofrado en el piso 6, es similar al anterior, con la adición de una viga para la escalera hacia el piso 7, se presenta en la figura N° 13:

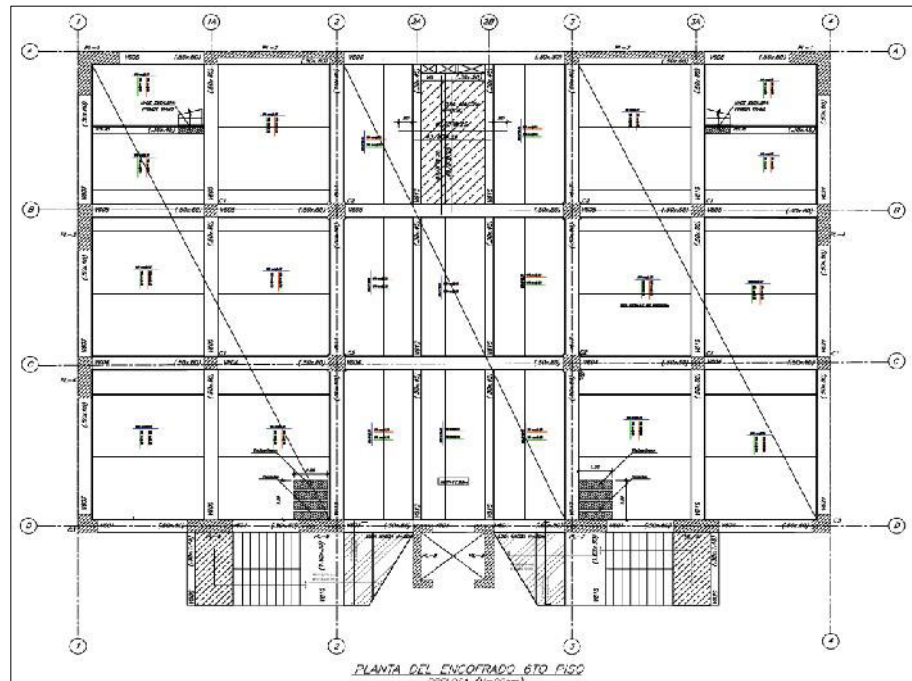


Figura 13. Encofrado del 6to piso
Fuente: Planos Asbuilt-Estructuras-UARM

El diseño del encofrado en el piso 7, se presenta en la figura N° 14:

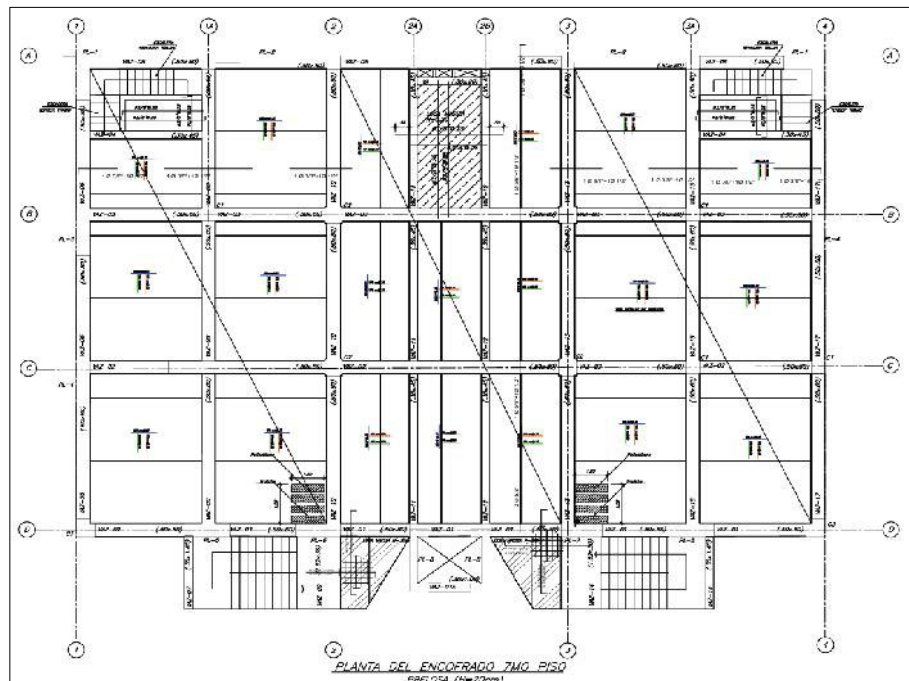


Figura 14. Encofrado del 7mo piso
Fuente: Planos Asbuilt-Estructuras-UARM

El proyecto contempló el uso de un sistema de prefabricados (Pre losas y Pre vigas), de Beton Decken, empresa encargada del suministro de los elementos, así como su respectivo rediseño y la sectorización de losas y vigas, para que se facilite el montaje de las mismas en su respectiva ubicación.

En este sentido, Beton Decken realizó una modificación al diseño original, entregando un sistema modulado de paños, cuyas dimensiones no excedan el peso máximo de carga permitido para la torre grúa que izará las piezas, así como también, se diferenciará el acero a colocarse en planta, del acero que viene embebido en el elemento prefabricado, sea longitudinal o transversal, como sucede con los estribos en las previgas. Esto mediante una serie de planos de prelosas y vigas los cuales contienen: Modulación y rotulado de piezas, detalles de acero en losas y detalles de acero en viga.

5.2 MODELADO DE LA EDIFICACIÓN

Para esta investigación, el análisis se realizará en los entresijos de una edificación en diferentes sistemas constructivos. Por ello, el modelamiento de la infraestructura se realizará en la especialidad de estructuras, conforme a lo descrito en la planimetría general del proyecto, considerando los planos As-Built, para tener en el modelado 3D un elemento visual que facilite la obtención de resultados netos para su contrastación, sin la reincidencia en la aparición de errores o falencias. Si bien en cuanto al sistema prefabricado, la información gráfica de los módulos está dividido por piezas, no será necesario el modelado por secciones, puesto que el análisis se realiza sobre el recuento total de los materiales, lo que facilitará la creación del modelo virtual. Así también, este estudio no requiere el uso de las coordenadas reales del proyecto, pero sí las altitudes trazadas. Por ende, el modelado se dio en el centro de coordenadas, respetando las alturas de los pisos, según los planos del expediente.

La creación del modelado de la infraestructura, brinda ciertas ventajas para el análisis físico de la estructura, gracias a la flexibilidad geométrica de las piezas, dinamismo en la creación de familias, y montaje de componentes en losas. Esto permite realizar un ejemplar más detallado, y con ello, los resultados generados del recuento de materiales utilizados, tendrá las características puntuales que se usan como parte de la contrastación entre sistemas constructivos.

5.2.1 FAMILIAS DE REVIT – TRADICIONAL Y PREFABRICADO

La principal diferencia entre AutoCAD y REVIT, es que no existen “bloques”, en su lugar, se utilizan “familias”, que son un tipo de elementos parametrizados, con propiedades inherentes que permiten variaciones en las dimensiones, materiales, etc., factores útiles durante el análisis gráfico del modelado. Para este trabajo, se utilizará la versión estudiantil de los softwares de Autodesk: AutoCad y Revit.

5.2.1.1 VIGAS Y LOSAS TRADICIONALES

En el caso del sistema tradicional, independientemente de la ubicación de las vigas, éstas son rectangulares, de sección constante. Los parámetros de las medidas (Ancho y alto) y de los materiales podrán ser modificados. Se utilizará concreto de resistencia $f'c=210$ Kg/cm² en vigas y losas.

En el caso de las vigas, se tienen 3 secciones típicas, en ancho (b) y alto (h), son 30 x 45, 50 x 60 y 50 x 80. Las vigas chatas se modelan con un peralte de 20 cm (igual a la altura de la losa). Dichas medidas se aprecian en el cuadro de tipo de familia, representado en la figura N°15:

Tipo de familia

Nombre de tipo: 300 x 600mm

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Materiales y acabados			
Material estructural (por def)	Concreto f'c= 210 Kg/cm	=	
Cotas			
Longitud (por defecto)	1524.0	=	☐
b	300.0	=	☒
h	600.0	=	☒
Datos de identidad			

¿Cómo se gestionan los tipos de familia?

Aceptar Cancelar Aplicar

Figura 15. Parámetros para vigas
Fuente: Elaboración propia

En el caso de las losas, tienen un peralte (grosor) de 20cm, con un espesor de losa de concreto de 5cm, con viguetas, cuya sección es de 10 x 15 cm, cuyas propiedades se aprecian en la figura N°16:

Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Suelo

Tipo: Genérico 200 mm

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
Construcción	
Estructura	[Editar...]
Grosor predeterminado	0.2000 m
Función	Interior
Gráficos	
Patrón de relleno de detalle b	
Color de relleno de detalle ba	Negro
Materiales y acabados	
Material estructural	Concreto f'c=210 Kg/cm2
Propiedades analíticas	
Coefficiente de transferencia d	5.2300 W/(m²·K)
Resistencia térmica (R)	0.1912 (m²·K)/W
Masa térmica	302.220000 kJ/(m²·K)
Absortancia	0.700000
Aspereza	3
Datos de identidad	
Imagen de tipo	

[¿Qué hacen estas propiedades?](#)

<< Vista previa Aceptar Cancelar Aplicar

Figura 16. Parámetros para losas
Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2 VIGAS Y LOSAS PREFABRICADOS

En el caso del sistema de prefabricados, la ubicación de las vigas sí es un factor importante a analizar, puesto que la geometría de las previgas, varía si ésta es perimetral o central. La forma geométrica del cascarón estructural en U, varía tal como se ve en la figura N° 17:

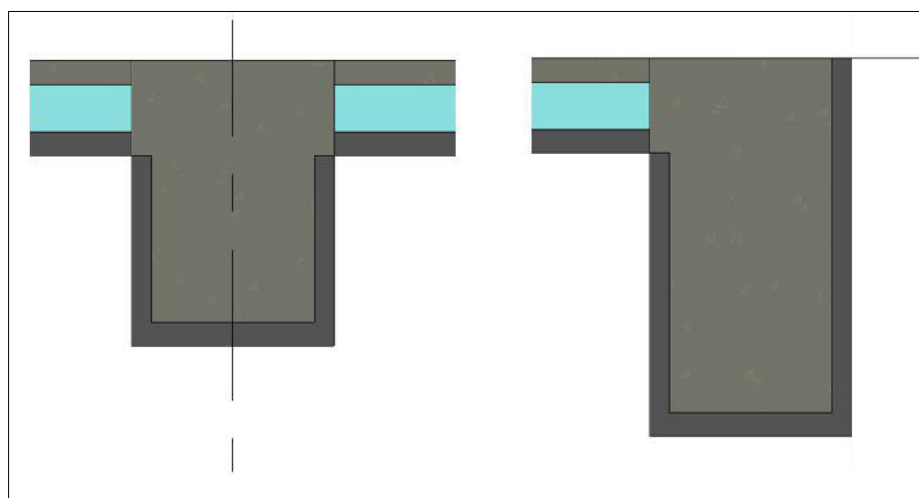


Figura 17. Previgas centrales (Izquierda) y perimetrales (Derecha)
Fuente: Elaboración propia

Así también, otra diferencia se aprecia en el uso de dos tipos de materiales en una misma familia, o en su defecto, combinar dos familias de distintos tipos de material en un mismo elemento. En el caso de estudio, tenemos por un lado el “concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ”, que hace referencia al concreto premezclado colocado en obra; y el “concreto prefabricado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Elemento”, que hace referencia al concreto del elemento prefabricado. Esto se aprecia para vigas en la figura N°18 y para losas en la figura N°19:

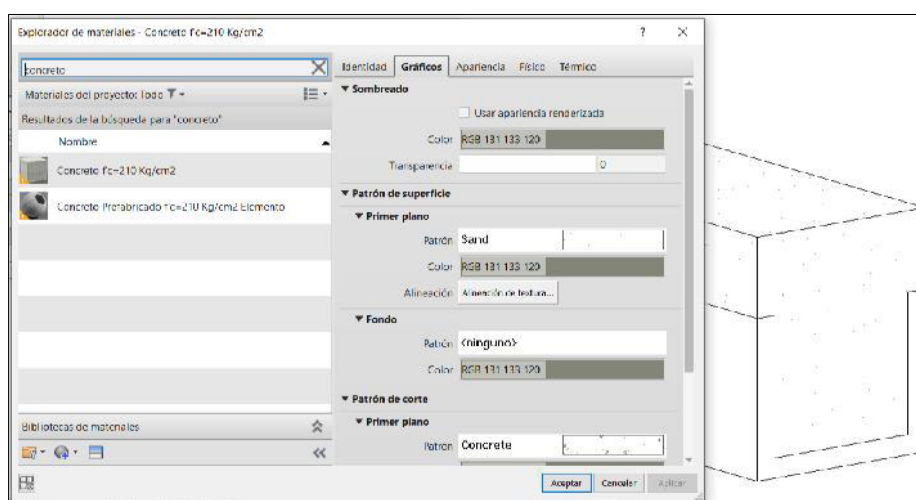


Figura 18. Material de concreto en previgas
Fuente: Elaboración propia

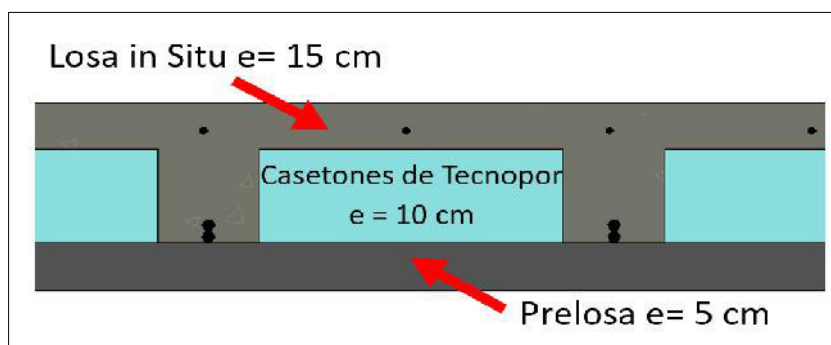


Figura 19. Encofrado del 7mo piso
Fuente: Elaboración propia

5.2.1.3 LADRILLOS Y CASETONES

En el caso de los componentes, las losas aligeradas llevan ladrillos de arcilla de $30 \times 30 \times 15 \text{ cm}$; mientras que las prelosas, llevan casetones a base de tecnopor o poliestireno expandido, con un ancho promedio de 30 cm , espaciados cada 10 cm . Estos componentes, se

colocan dentro la familia de suelos (losa), ubicándolos en los paños como si del proceso de instalación se tratase. En losas tradicionales se utilizan ladrillos, figura N° 20; y en losas prefabricadas, casetones, figura N° 21:

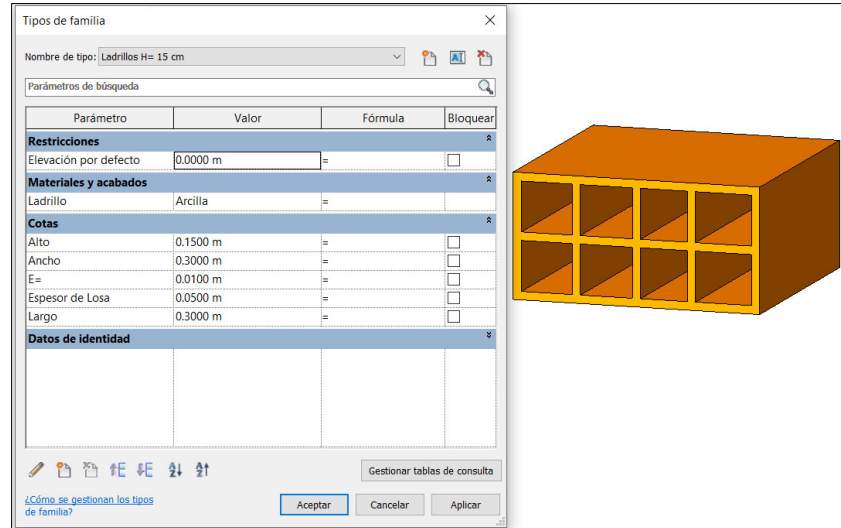


Figura 20. Parámetros para ladrillos
Fuente: Elaboración propia

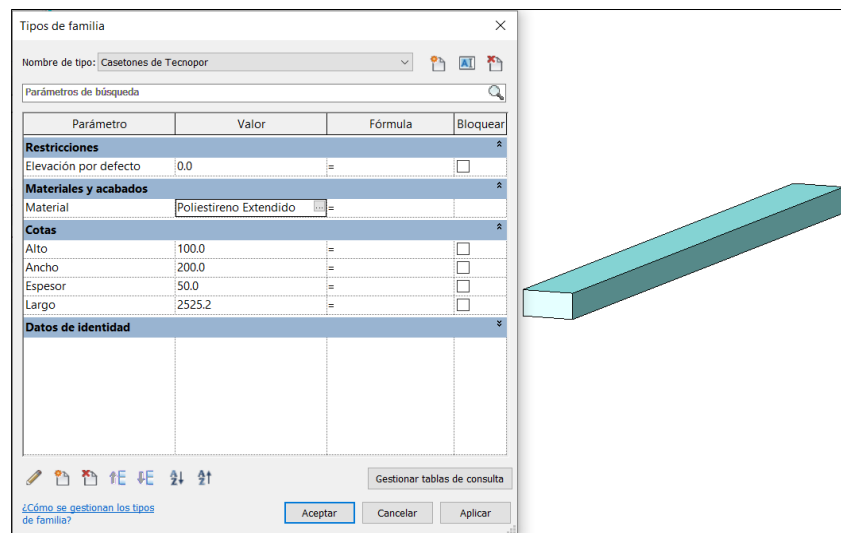


Figura 21. Parámetros para casetones de poliestireno
Fuente: Elaboración propia

5.2.1.4 ACEROS

En el caso del acero de refuerzo, ambos sistemas utilizarán varillas de dimensiones similares, utilizando las armaduras que el programa REVIT otorgue por defecto, de tal manera que cualquier

cambio en las dimensiones, ganchos, dobleces, etc., pueda realizarse en la sección de edición de bocetos, tal como se ve en la figura N°22:

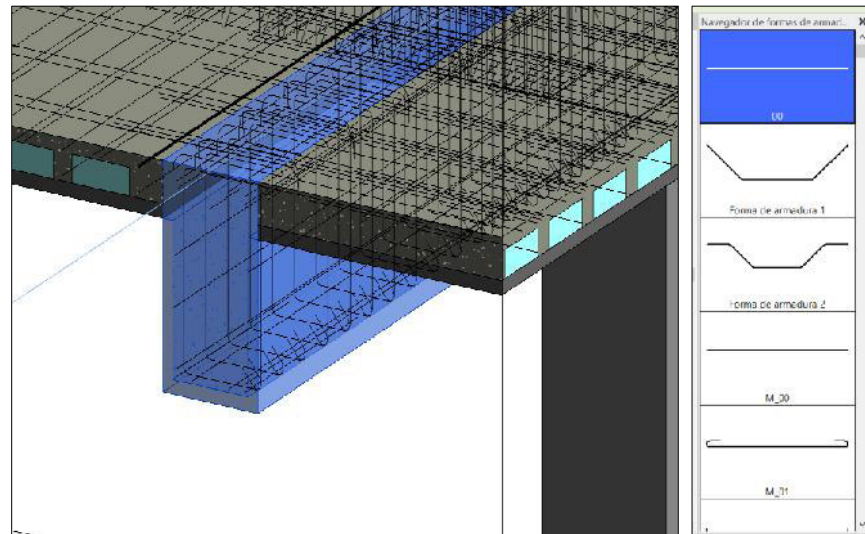


Figura 22. Acero en vigas y losas
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, para el sistema de prelosas y previgas, es necesario recalcar qué varillas son de acero corrugado in situ, y acero corrugado embebido en las piezas prefabricadas. Para esta investigación, el recuento de acero se realizará según el tipo del material, por ende, veremos varilla de acero corrugado y de acero corrugado embebido, como se ve en la figura N° 23:

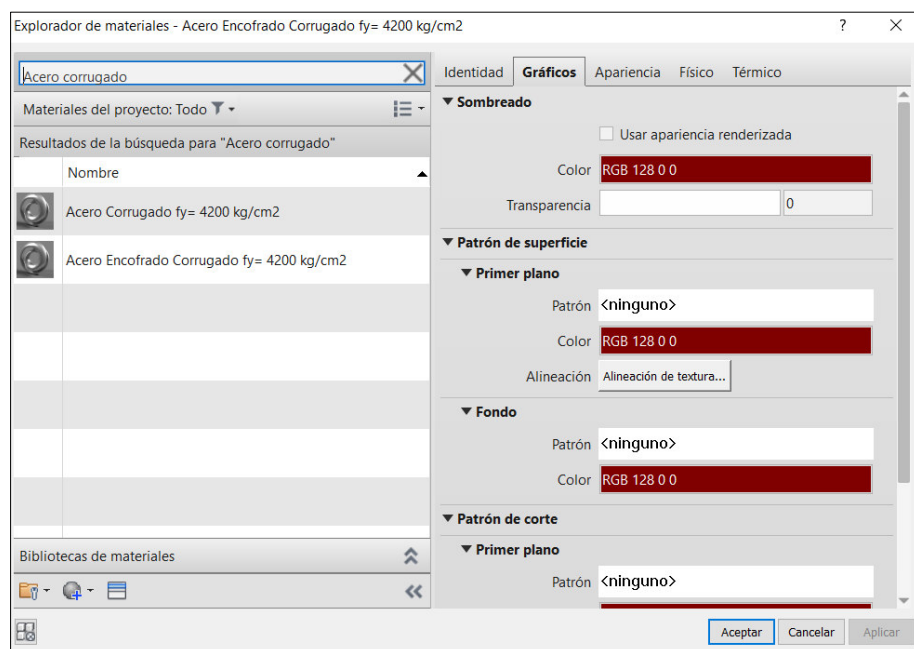


Figura 23. Acero como material para ambos sistemas
Fuente: Elaboración propia

El modelado del empalme de aceros en el edificio, tanto para el sistema tradicional, como para el sistema de prefabricados, siguió los parámetros del proyecto original, siguiendo las medidas indicadas en la tabla N° 6:

Tabla 6. *Valores de empalmes de acero*

Valores de empalmes para diferentes resistencias						
$\emptyset$	$f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$		$f'c= 245 \text{ Kg/cm}^2$		$f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$	
	Refuerzo Inferior	Refuerzo Superior	Refuerzo Inferior	Refuerzo Superior	Refuerzo Inferior	Refuerzo Superior
3/8"	0,35	0,45	0,35	0,45	0,30	0,40
1/2"	0,45	0,60	0,45	0,55	0,40	0,55
5/8"	0,60	0,75	0,55	0,70	0,50	0,65
3/4"	0,70	0,90	0,65	0,85	0,60	0,80
1"	1,15	1,45	1,05	1,35	1,00	1,25
1-3/8"	1,55	2,00	1,45	1,85	1,35	1,75

Fuente: Planos de Estructuras E-01

En el caso del modelo de prefabricado, los empalmes varían según diámetro, manteniendo la resistencia $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$, para todas las estructuras. Tomando un ejemplo del modelado del edificio con prefabricados, un empalme con varillas de $\emptyset 1"$, tendrá la longitud indicada en la siguiente figura N° 24:

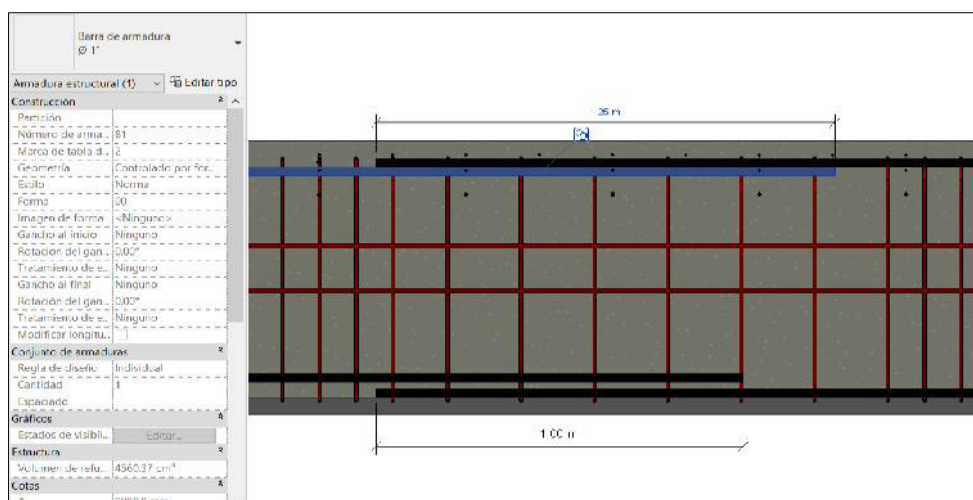


Figura 24. Empalme (Superior e inferior) de varillas de Acero en Sistema de Prefabricados

Fuente: Elaboración propia

De forma similar, en el modelado del edificio bajo el sistema tradicional, un empalme con varillas de $\varnothing 1"$, tendrá la misma longitud, puesto que se rigue bajo el mismo cuadro. Tal como se ve en la figura N°25:

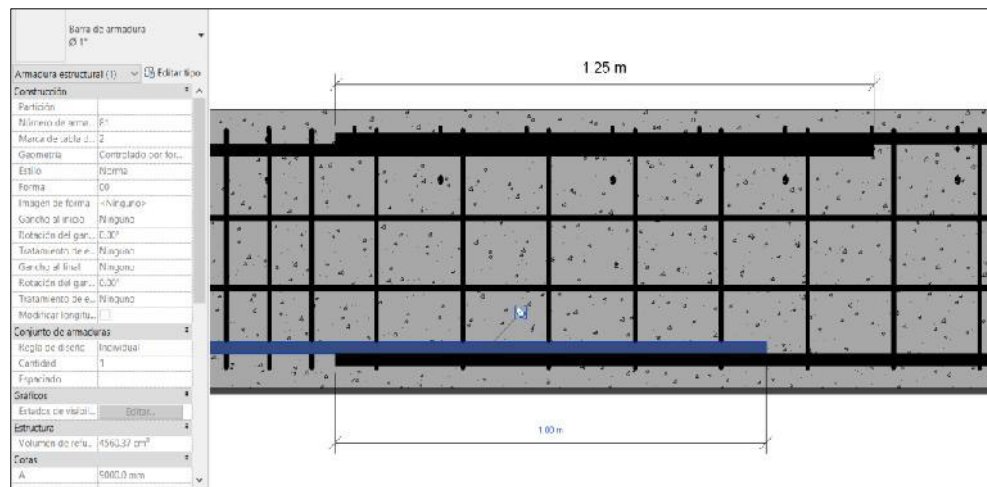


Figura 25. Empalme (Superior e inferior) de varillas de Acero en Sistema tradicional.

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 MODELADO 3D – SISTEMA TRADICIONAL

Para dar inicio al modelado 3D del edificio, se deben dibujar los ejes y niveles de elevación acorde a los planos del proyecto, esto nos será útil durante el proceso de modelamiento, puesto que permite encajar las familias geométricas de forma correcta, sin tener elementos solapados, evitando así un recuento doble de material. Una vez terminados los trazos, se procede a importar los planos de los encofrados a nuestro espacio de trabajo en REVIT y continuar con el modelamiento 3D.

5.2.2.1 SÓTANO

Debido a que el análisis se realiza sobre los entrepisos (conjunto de vigas y losas), el modelado se dará netamente de la superestructura de la infraestructura, es decir comenzando por el encofrado de losas y vigas del sótano. En este apartado, se busca realizar el modelamiento de este nivel (Figura N°26), acorde a lo referido en los planos 2D. No se buscan cambios durante este proceso.

Es importante que las vigas se coloquen conectadas en la parte superior (Al piso 1), sin tener desfases. Adicionalmente, debido a que este nivel posee el área techada más grande, hay una mayor presencia de losas macizas, con respecto a pisos superiores, por lo que se apreciará una mayor cantidad de acero de refuerzo, como se ve en la figura N°. 27:

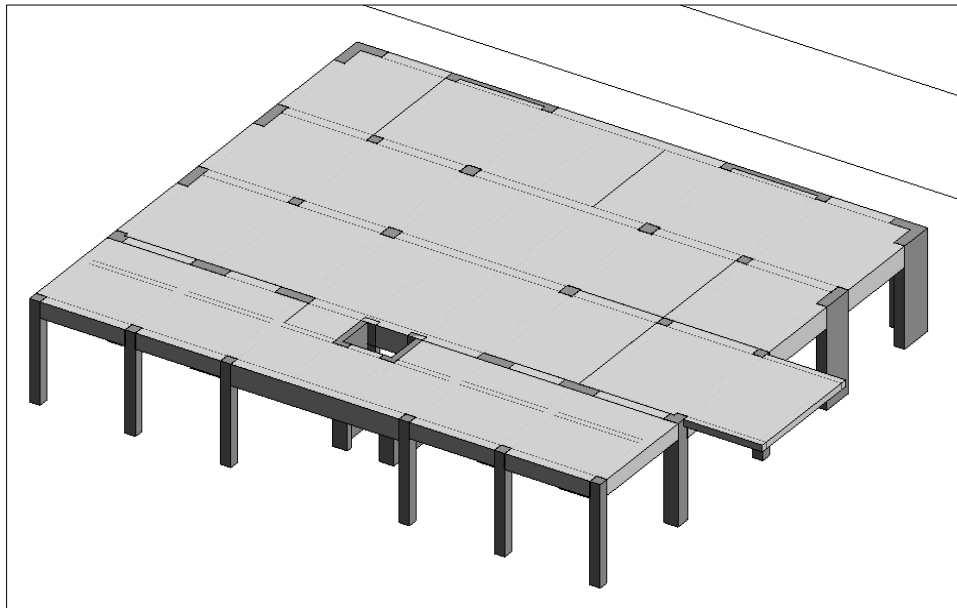


Figura 26. Modelado de casco estructural de sótano
Fuente: Elaboración propia

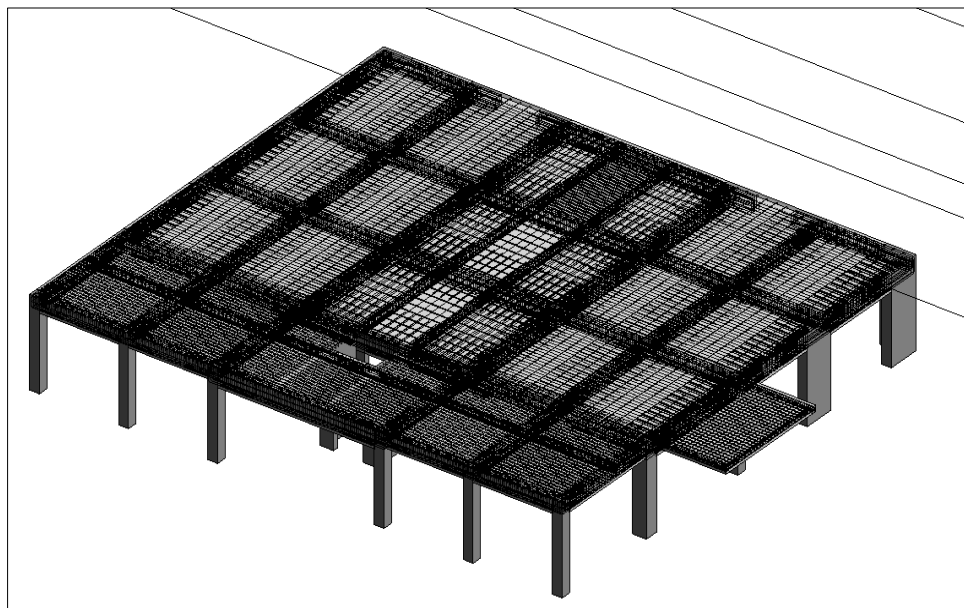


Figura 27. Modelado de acero en sótano
Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 PLANTA TÍPICA 1ER A 5TO PISO

Esta planta es típica desde el primer al quinto nivel (Figura N°28), debido a que los elementos estructurales son similares, las diferencias radican en la tabiquería y en la arquitectura de distribución, pero al no ser parte del análisis, no forman parte del modelamiento. De igual manera, en la figura N° 29, se aprecia el armado de acero:

En este nivel, predominan las losas aligeradas. La única losa maciza se encuentra entre los ejes 2A-2B / A-B.

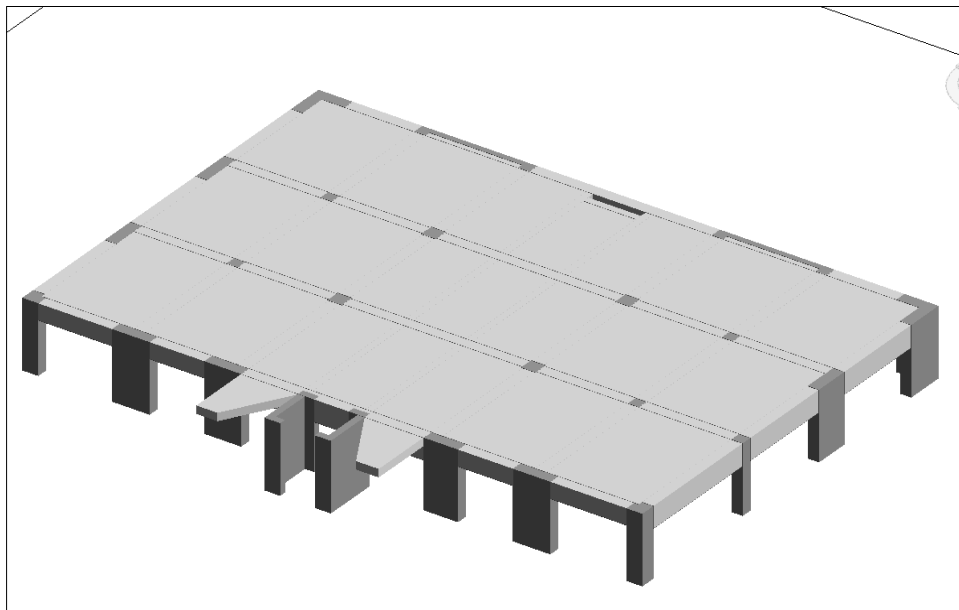


Figura 28. Modelado típico de casco estructural de 1er a 5to piso
Fuente: Elaboración propia

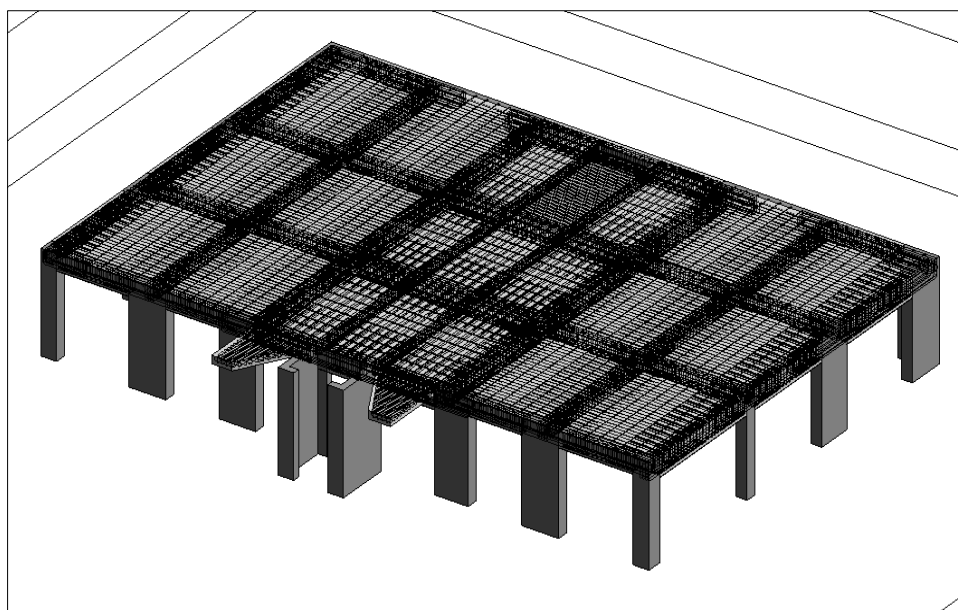


Figura 29. Modelado típico de acero en 1er a 5to piso
Fuente: Elaboración propia

5.2.2.3 PLANTA TÍPICA 6TO A 7MO PISO

Las plantas del 6to y 7mo piso se diferencian por la presencia de vigas adicionales, debido a una escalera interior que desemboca en la azotea. En el encofrado del piso 6, aparece una viga de sección 30x45; mientras que, en el 7mo piso, la escalera atraviesa los paños entre los ejes A-D/1-2 y A-D/3-4, colocándose a cambio losas macizas de un peralte de 20 cm. En la figura N° 30, se representa ambos niveles:

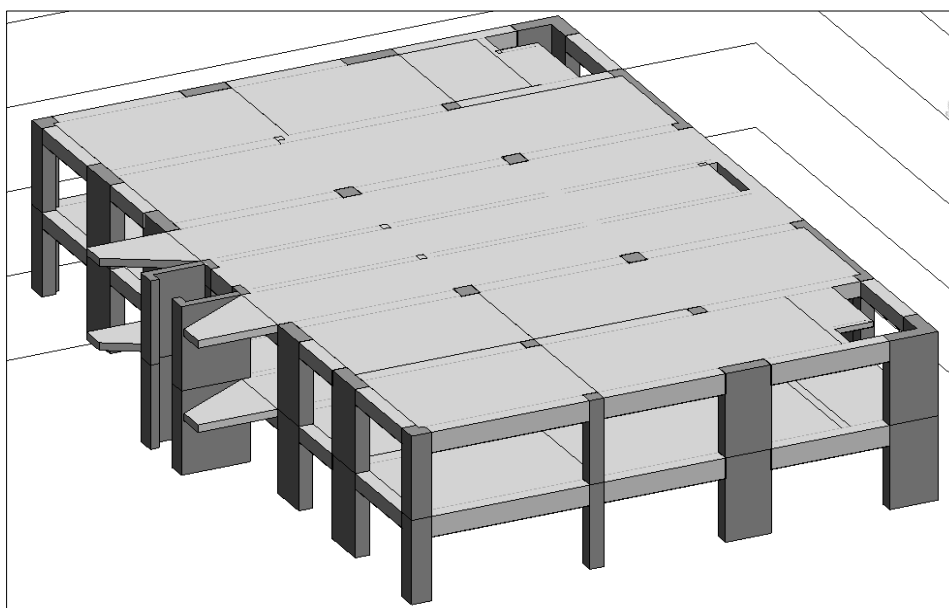


Figura 30. Modelado típico de casco estructural de 6to y 7mo piso
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 31, se representa el acero en ambos niveles:

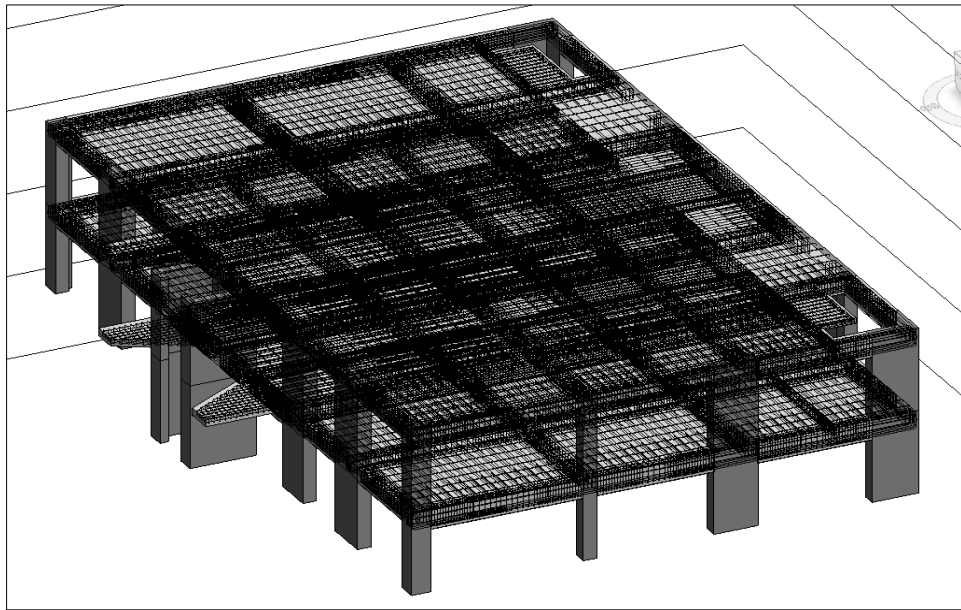


Figura 31. Modelado típico de acero en 6to y 7mo piso
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, las vigas rectangulares del eje 1A (entre los ejes B y D) y del eje C (entre los ejes 1 y 2), del 7mo piso, poseen un mayor peralte (de $h=60\text{cm}$ a $h=80\text{cm}$), por la ausencia de una columna central 1A/C; y así mismo tiene una configuración de acero de refuerzo distinta, tal como se presentan en la figura N°32 y N° 33:

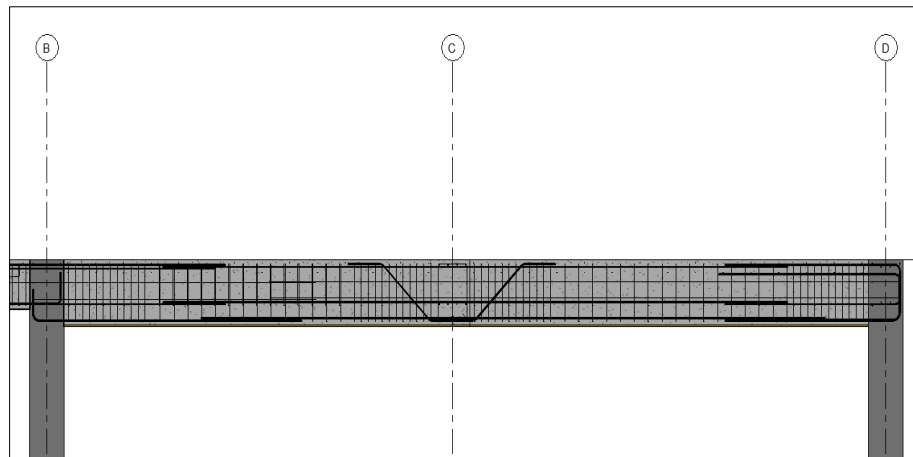


Figura 32. Armadura especial de viga 1A-1A en 7mo piso
Fuente: Elaboración propia

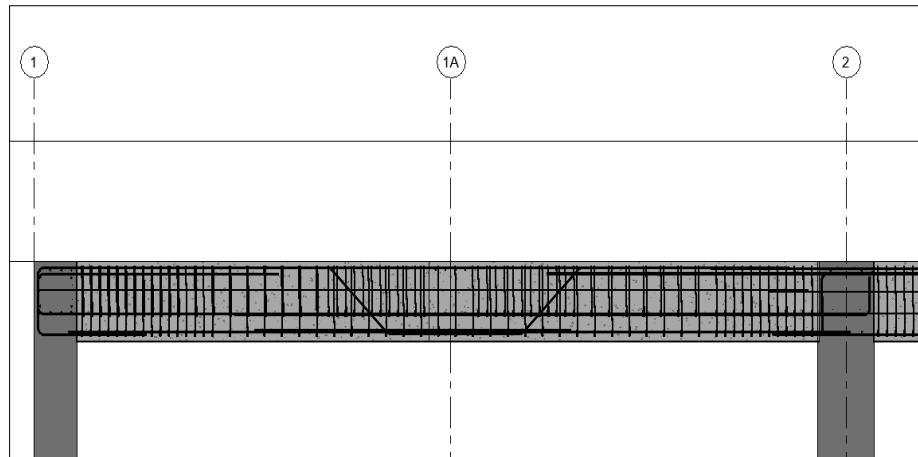


Figura 33. Armadura especial de viga C-C en 7mo piso
Fuente: Elaboración propia

5.2.3 MODELADO 3D – SISTEMA PREFABRICADO

Para el modelado 3D del edificio con elementos prefabricados, se puede utilizar como base, el modelado del sistema tradicional, considerando la configuración las familias, de tal manera que se pueda diferenciar el material prefabricado y la colocada in situ.

5.2.3.1 SÓTANO

Este nivel sigue la misma configuración del sistema tradicional, se realiza el cambio de ladrillos por casetones, colocando la pieza de concreto prefabricado debajo de estos (Figura N° 34):

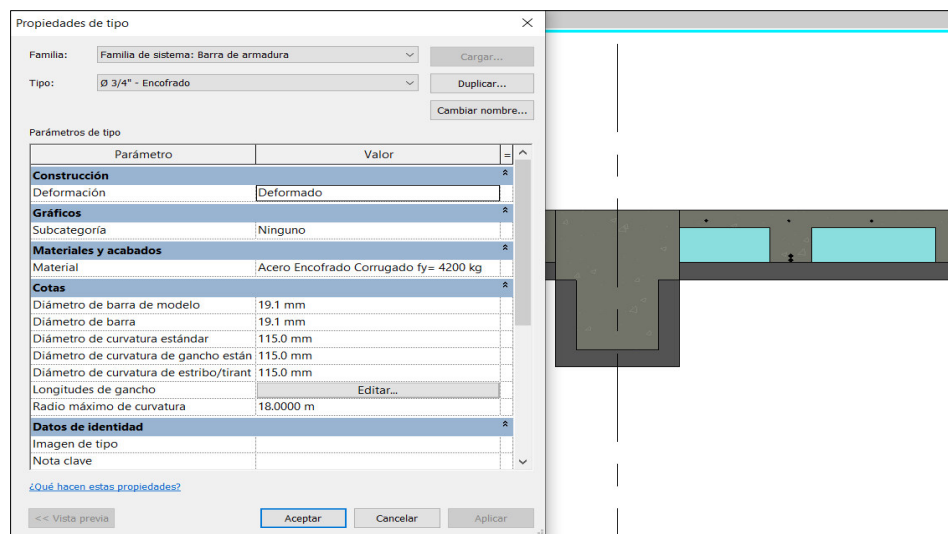


Figura 34. Parámetro de acero y sección de previga para sótano
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en la figura N° 35, se aprecia el acero en el sótano:

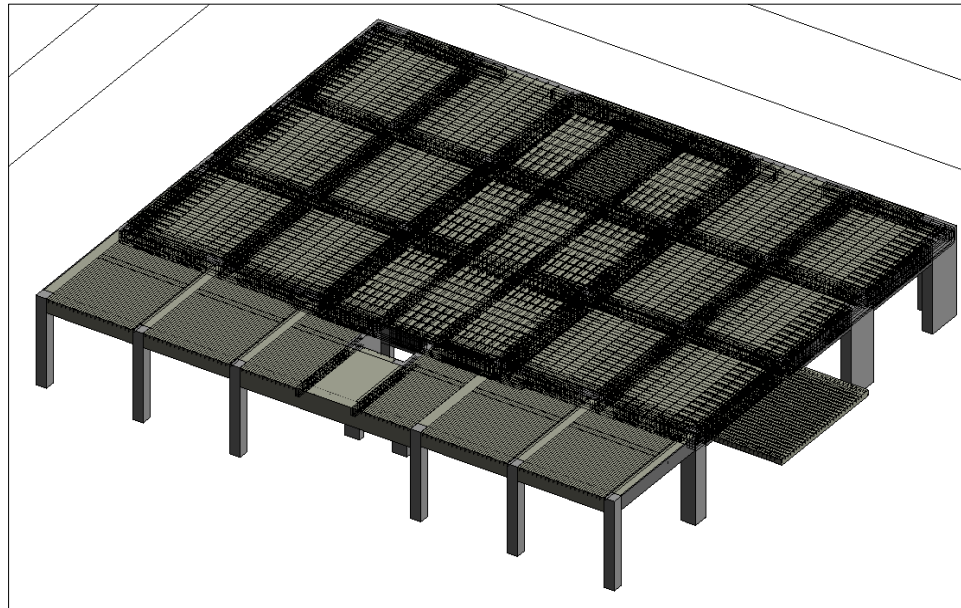


Figura 35. Modelado de concreto y acero en sótano para prefabricado
Fuente: Elaboración propia

5.2.3.2 PLANTA TÍPICA 1ER A 5TO PISO

De igual manera que el sótano, se utiliza el modelado 3D como base, modificando las familias y materiales correspondientes. No se modifican dimensiones de los elementos.

Como se puede apreciar en las figuras N° 36 y N° 37, los prefabricados de concreto (Espesor de 5 cm), sostienen los casetones y el concreto colocado in situ, y el acero de corrugado embebido se colocará de color rojo, para su poder diferenciarlo visualmente en el modelado, respectivamente:

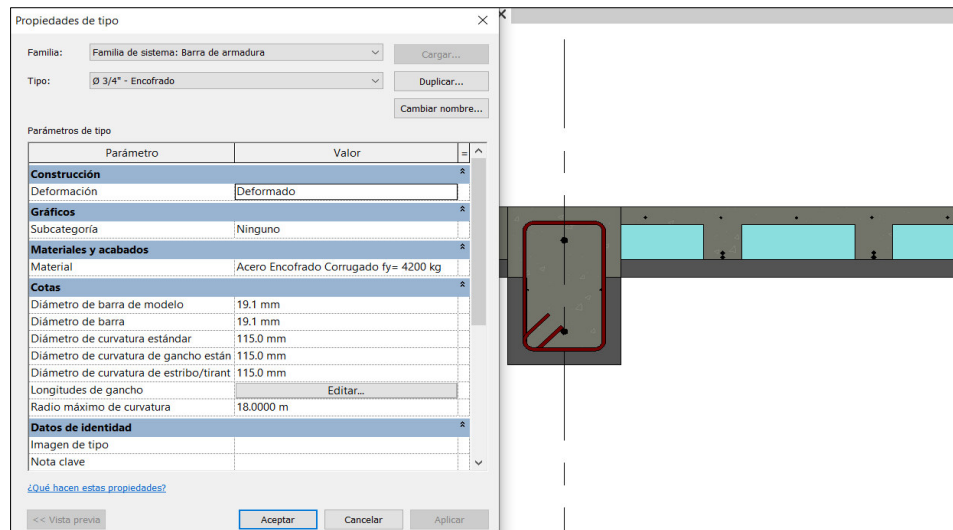


Figura 36. Parámetro de acero y sección de previgas para 1er a 5to piso.
Fuente: Elaboración propia

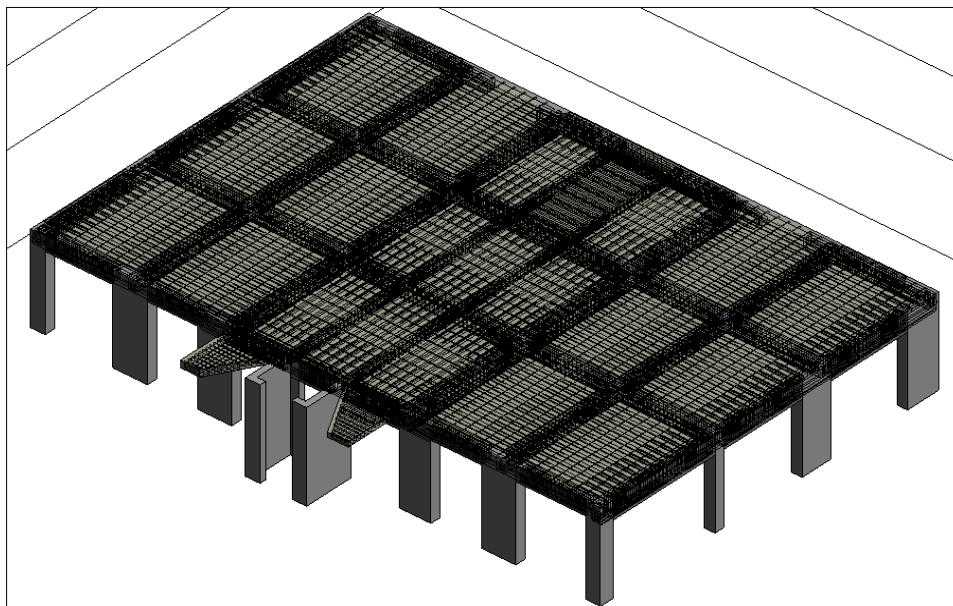


Figura 37. Modelado de concreto y acero en piso típico para prefabricado
Fuente: Elaboración propia

5.2.3.3 PLANTA TÍPICA 6TO A 7MO PISO

Las plantas del 6to y 7mo piso se diferencian por la presencia de vigas adicionales, debido a una escalera interior que desemboca en la azotea. Esta configuración no varía en el sistema de prefabricados. Nuevamente, se modifican las familias y materiales correspondientes, como se ve en la figura N° 38; y se muestra también el acero en ambos niveles, en la figura N° 39:

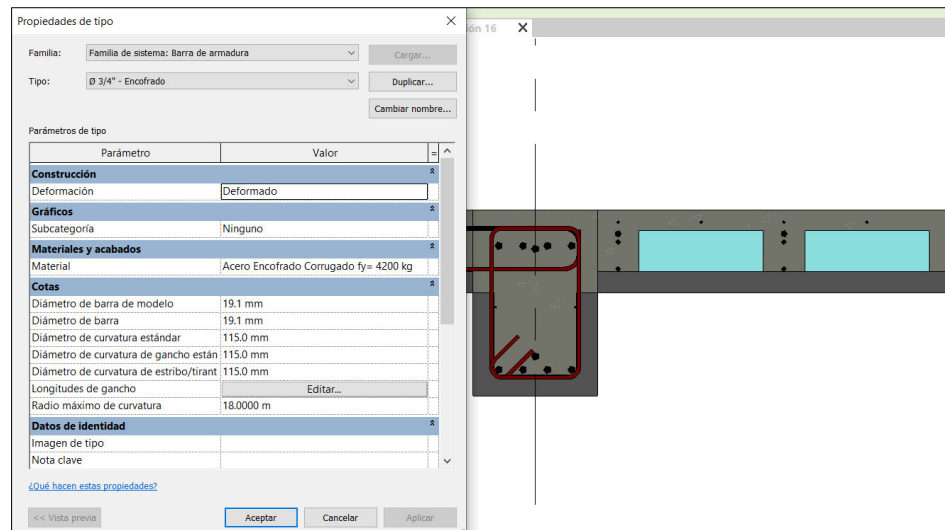


Figura 38. Parámetro de acero y sección de previsa para 6to a 7mo piso.
Fuente: Elaboración propia

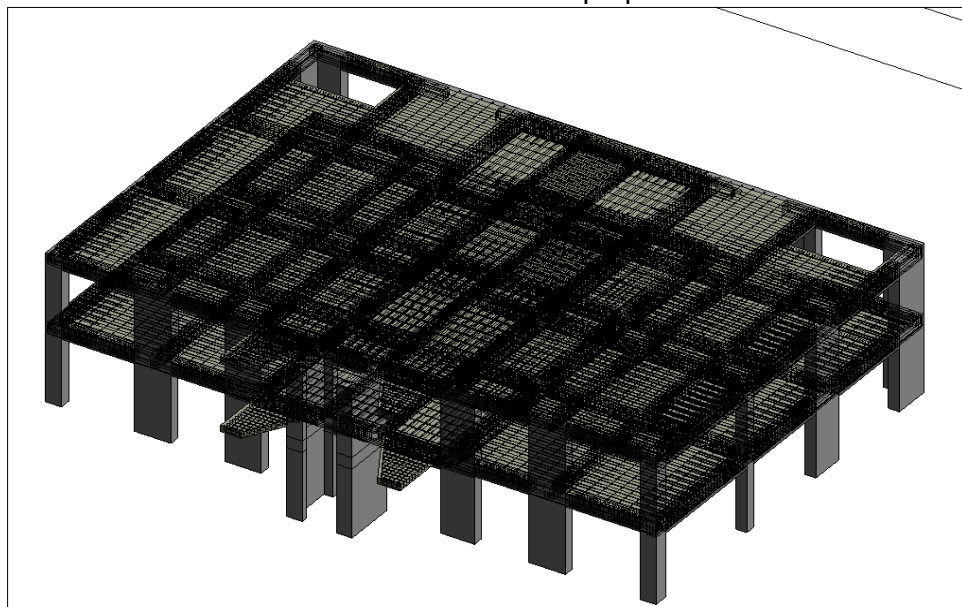


Figura 39. Modelado de concreto y acero en 6to y 7mo piso para prefabricado
Fuente: Elaboración propia

5.2.3.4 MODELADO RESULTANTE

En ambos casos, la estructura constará de un sótano, y 7 pisos, siendo típicos del 1 al 5. El modelado final, se muestra en la figura N°40, a continuación:

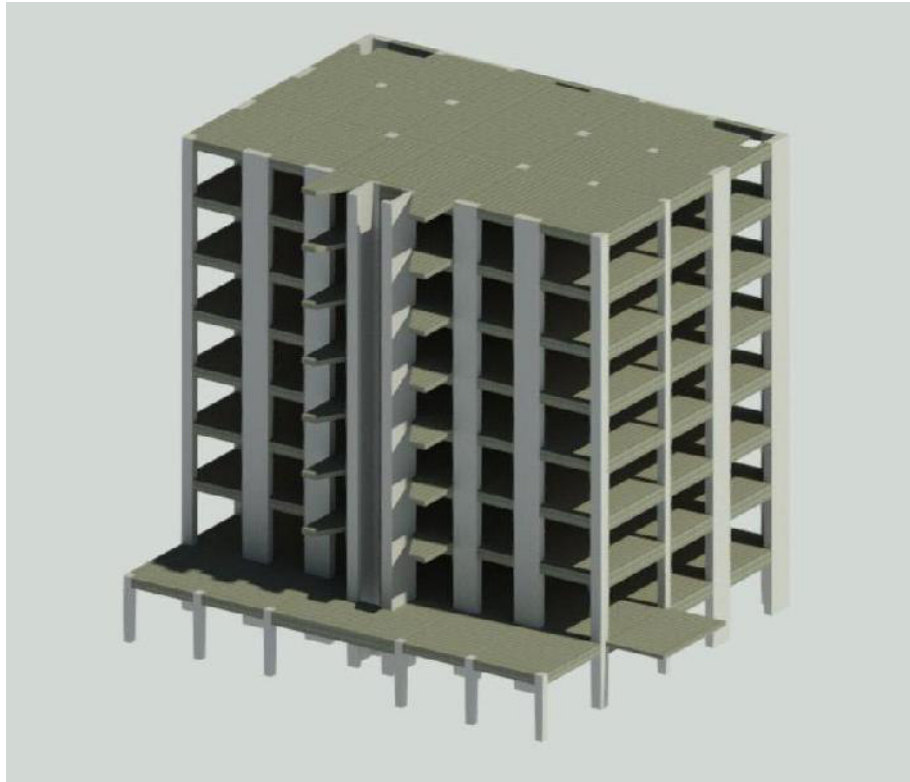


Figura 40. Modelado de edificio Vicente Santuc de 7 pisos y 1 sótano

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente, el renderizado presentado es similar para ambos sistemas, encontrándose las diferencias, en los detalles de acero, uso de ladrillos o poliestireno, y del acabado de vigas y losas, tal como se puede ver en la figura N° 41:

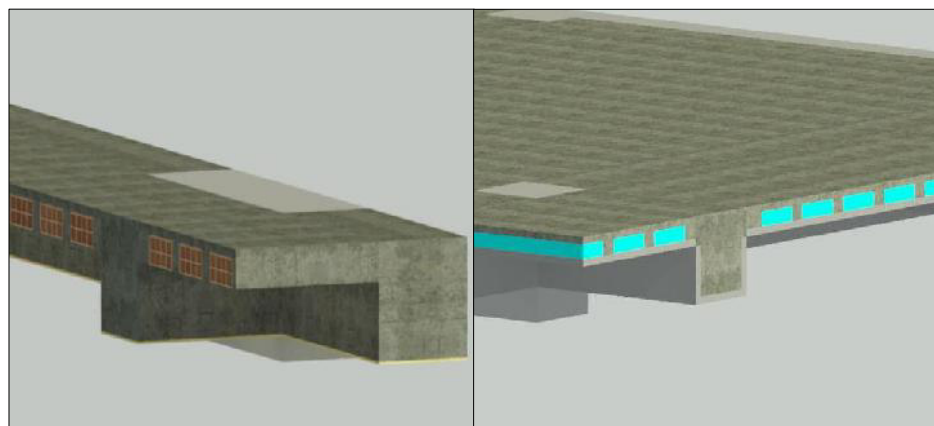


Figura 41. Modelado Tradicional (Izquierda), Modelado Prefabricado (Derecha)

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.5 METRADOS GENERADOS DE REVIT

Parte fundamental del desarrollo de un proyecto, es conocer, con la mayor precisión posible, as metas físicas a desarrollar, de tal manera que se pueda realizar un plan y un cronograma de trabajo, así como establecer la cantidad necesaria de recursos a utilizar. En el caso de esta investigación, para el casco estructural, se deberá obtener como resultado las dimensiones (áreas, volúmenes, etc) de los elementos a utilizar, y en este apartado, la implementación BIM, mediante el uso del software REVIT, nos permite conocer estos valores, gracias al uso de parámetros de material y tipo, en el proceso de modelamiento digital, obviando la necesidad de un recuento manual. Vale recalcar, que es útil el juicio de un profesional que pueda extraer, organizar y presentar los datos, para su posterior análisis y usos en otros campos como la programación y costos.

Los metrados se presentarán por el material a utilizar, según el elemento, colocando una fila con los ítems para su clasificación, principalmente, la descripción, familia, tipo y las dimensiones que corresponda, según la figura N° 42:

<Metrado de concreto de losa aligerada>			
A	B	C	D
Familia y tipo	Nivel	Volumen	Área
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	1.96 m³	21.66 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	1.96 m³	21.66 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	2.20 m³	10.98 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	1.23 m³	13.37 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	1.31 m³	13.80 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	1.96 m³	21.66 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	1.96 m³	21.67 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	4.08 m³	45.01 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	4.07 m³	44.95 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	4.07 m³	44.95 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	4.07 m³	44.94 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	3.64 m³	39.57 m²
Suelo: Genérico 200 mm	1er piso	3.96 m³	42.54 m²

Figura 42. Ejemplo de cuadro de metrados de REVIT
Fuente: Elaboración propia

Los metrados, según los requerimientos por sistema constructivo, deben responder a las necesidades según las partidas

que se analizarán en apartados posteriores. Por ende, los metrados generados se agruparán, para su presentación en una hoja de Excel, para cada sistema, bajo el esquema presentado en la tabla 7:

Tabla 7. *Metrados requeridos según sistema.*

Tipo	Item	Unidad de medida
Sistema Tradicional	Volumen de Concreto en vigas / en losas	m3
	Ladrillos	und
	Acero Corrugado	kg
	Área de losas	m2
	Área de vigas	m2
Sistema prefabricado	Volumen de Concreto en vigas / losas in situ	m3
	Volumen de Concreto en previgas / prelosas	m3
	Acero Corrugado	kg
	Acero Corrugado Embebido	kg
	Área de losas	m2
	Área de vigas	m2

Fuente: Elaboración propia

Para el sistema tradicional, se resumen los metrados en la tabla N° 8:

Tabla 8. *Resumen de metrados del sistema tradicional de losas y vigas*

TABLA DE METRADOS PARA SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL			
Item	Descripción	Und.	Metrado
01	SISTEMA TRADICIONAL		
01.01	Estructuras		
01.01.01	LOSAS ALIGERADAS		
01.01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m2	2,982.36
01.01.01.02	LADRILLO PARA TECHO DE h=0.20 m	und	24,808.00
01.01.01.03	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, TI (67)	m3	271.99
01.01.02	LOSAS MACIZAS		
01.01.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	296.15
01.01.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, TI (67)	m3	67.07
01.01.03	VIGAS		
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	865.97
01.01.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, TI (67)	m3	561.49
01.01.04	ACERO CORRUGADO $FY=4200 \text{ kg/cm}^2$		
01.01.04.01	ACERO CORRUGADO $FY= 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	134, 119.50
01.01.05	CURADOS DE CONCRETO		
01.01.05.01	CURADO DE CONCRETO	m2	4,144.48
02.01	Acabado		
02.01.01	TARRAJEO DE LOSA		
02.01.01.01	TARRAJEO DE CIELORASO-UARM	m2	3,278.51
02.01.02	TARRAJEO DE VIGA		
02.01.02.01	TARRAJEO DE VIGAS UARM	m2	2,203.47

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del sistema prefabricado, se resumen los metrados en la tabla N°9:

Tabla 9. *Resumen de metrados del sistema prefabricado de losas y vigas*

TABLA DE METRADOS PARA SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO			
Item	Descripción	Und.	Metrado
01	SISTEMA PREFABRICADO		
01.01	Estructuras		
01.01.01	LOSAS ALIGERADAS		
01.01.01.01	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	2,984.79
01.01.01.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PRELOSA ALIGERADA	m2	2,984.79
01.01.01.03	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm2, TP (63)	m3	230.72
01.01.02	LOSAS MACIZAS		
01.01.02.01	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	296.15
01.01.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PRELOSA MACIZA	m2	296.15
01.01.02.03	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm2, TP (63)	m3	51.95
01.01.03	VIGAS PREFABRICADAS H>0.70 cm		
01.01.03.01	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	802.45
01.01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PREVIGAS H>0.70 m	m2	802.45
01.01.03.03	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm2, TP (63)	m3	254.96
01.01.04	VIGAS PREFABRICADAS H<0.70 cm		
01.01.04.01	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	1, 078.69
01.01.04.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PREVIGAS H<0.70 m	m2	1, 078.69
01.01.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm2, TP (63)	m3	206.72
01.01.05	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60		
01.01.05.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	94, 303.31
01.01.05.02	ACERO EMBEBIDO VIGAS FY= 4200 kg/cm2	kg	38, 275.61
01.01.06	CURADOS DE CONCRETO		
01.01.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	4,144.48
02.01	Acabado		
02.01.01	JUNTAS		
02.01.01.01	SELLADO DE JUNTAS	m	1,039.20

Fuente: Elaboración propia

5.3 ANALISIS DE CRONOGRAMAS DE PROYECTO

5.3.1 TRANSPORTE HORIZONTAL Y VERTICAL

En el desarrollo de este proyecto, se utilizó una torre grúa modelo IT CRANES GT5110, con una altura total de 36.00 m, y un largo máximo de pluma de 43.00 m, y con una carga máxima permitida en la punta de 1.25 Tn. Posee un alcance que abarca toda el área de construcción del proyecto; y garantiza el correcto izaje y colocación de prelosas y previgas, así como de los demás materiales de construcción necesarios en cada nivel de construcción, para su

almacenamiento y uso. Dicha grúa se colocó en el estacionamiento de discapacitados, tal como se aprecia en la figura N° 43:



Figura 43. Plano de grúa y los radios máximos del alcance de su pluma
Fuente: Planos Asbuilt-Arquitectura-UARM

Con el fin de cumplir con las capacidades de carga, acorde al radio de giro de la grúa, como parte de la programación del proyecto, se dividió los trabajos en sectores de dimensiones similares. Esto permitió un control del flujo de trabajo más óptimo, e hizo que el desarrollo de la actividad fuese más práctico.

5.3.2 PLAN DE ACTIVIDADES

Si bien el desarrollo de la obra sigue una planificación y cronograma general, para el caso del estudio, es importante verificar las partidas y actividades en las que la incidencia del uso de prelosas y previgas tienen una incidencia directa, cuyas diferencias sean evidenciables a lo largo del tiempo. En ese sentido, identificamos las partidas en la especialidad correspondiente, según el escenario del sistema de construcción utilizado. Así, tenemos:

- Sistema de construcción tradicional de losas y vigas de concreto armado

Para dicho sistema constructivo, las actividades a realizar, según especialidades, se agrupan en la tabla N° 10:

Tabla 10. *Partidas por ejecutar - Sistema Tradicional*

Item	Descripción de Trabajo
Estructura	Encofrado de Losa
	Encofrado de Viga
	Acero de Losa
	Acero de Viga
	Colocación de ladrillos
	Instalaciones horizontales
	Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Curado de Concreto
Arquitectura	Acabado de Losa
	Acabado de viga

Fuente: Elaboración propia

En el sistema de construcción tradicional, se invierte cantidades significativas de capital en el alquiler/compra y uso de encofrado, y su respectiva mano de obra, así como acero para la losa y viga. Adicionalmente, se acostumbra a utilizar bloques o ladrillos para las losas aligeradas, siendo éstos últimos los más comunes. El concreto suele ser bombeado hasta su respectiva colocación. En cuanto a los acabados, el tarrajeo se plantea utilizar mortero de 1:5.

- Sistema de construcción con prelosas y previgas

Para dicho sistema constructivo, las actividades a realizar, según especialidades, se agrupan en la tabla N° 11:

Tabla 11. *Partidas por ejecutar - Sistema Prefabricados*

Item	Descripción de Trabajo
Estructura	Apuntalamiento de Losa
	Colocación de Prelosas
	Apuntalamiento de viga
	Colocación de previgas
	Acero de Losa
	Acero de Viga
	Instalaciones horizontales
	Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Curado de Concreto
Arquitectura	Acabado de prefabricado

Fuente: Elaboración propia

En el sistema de prefabricados, se usa un sistema de apuntalamiento más sencillo, puesto que los mismos elementos servirán de encofrado para recibir el concreto y las instalaciones. Así, al ya contar con un acabado liso en su superficie, se realizarán tareas como empastado para recibir la pintura directamente.

5.3.3 CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN

Para llevar a cabo una evaluación integral, es necesario realizar cronogramas que incluyan la totalidad de los metrados de las partidas y el tiempo requerido para ejecutar exclusivamente los entrepisos (losas y vigas) en ambos escenarios. Con el apoyo de la metodología BIM, específicamente en su dimensión de programación (4D), y utilizando el software Navisworks en su versión estudiantil, el proyectista puede planificar actividades por elementos, niveles y especialidades, además de realizar un seguimiento detallado. Para ello, se accede al programa Navisworks, se carga el modelo de la edificación y se utiliza la pestaña “Timeliner”, como se muestra en la figura N° 44:

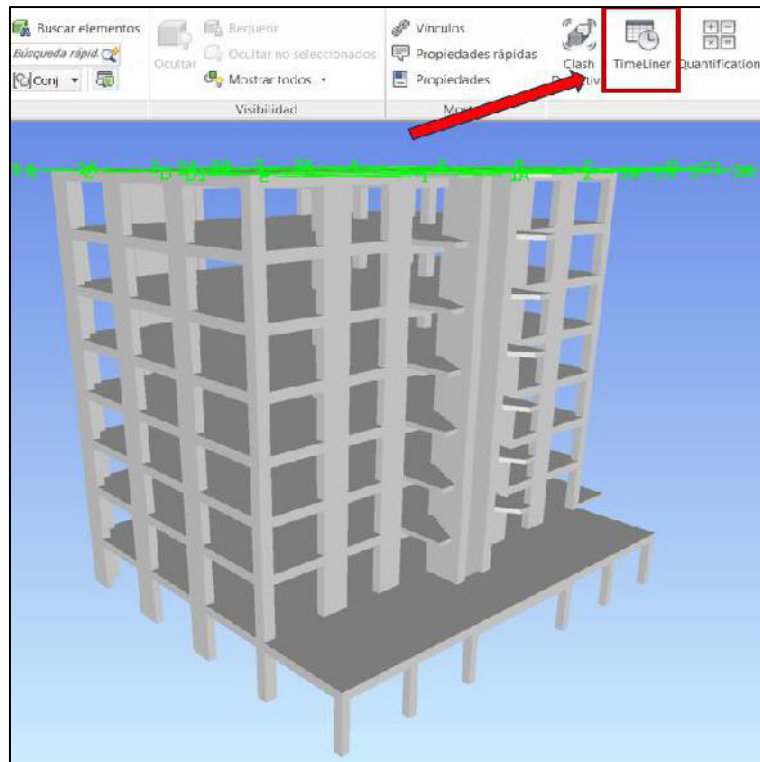


Figura 44. Item de TimeLiner en Naviswork
Fuente: Elaboración propia

Se abrirá una ventana de trabajo, en la que se podrá digitar las partidas, por elementos o componentes, tipo de tarea, fechas de inicio y fin de tareas programadas; y una ventana dinámica en la que se visualiza un diagrama Gannt. En este apartado, se rellenarán los datos necesarios para establecer el cronograma de trabajo e incluso ofrece una simulación de la construcción del modelo. Sin embargo, el software Naviswork exige que el usuario ingrese datos de inicio y fin de actividades, por lo que es necesario una evaluación y ejecución previa de un cronograma. En la figura N°45 se puede apreciar que en la sección resaltada los datos de las fechas son ingresados de forma manual.

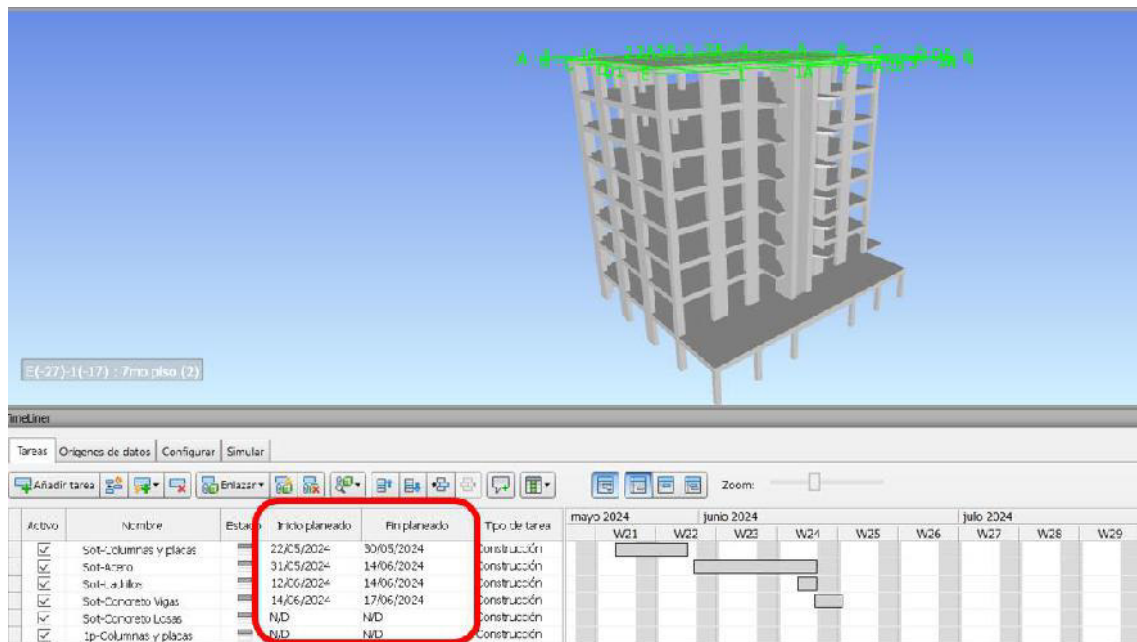


Figura 45. Ingreso de datos de inicio y fin de actividades
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a ello, el software Naviswork no permite entrelazar partidas entre sí por lo que cumpliría una función gráfica principalmente durante la elaboración de los cronogramas de obra, mas no precisamente para el diseño de la programación.

Debido a que, en este caso, el análisis se realizará por partidas y que se cuenta con los APU's listos en la base de datos del presupuesto original del casco, se utilizará el programa MS PROJECT para el diseño del cronograma del proyecto de estudio en ambos escenarios.

Por medio de los rendimientos establecidos en los APU's, los cuales se mostrarán en la sección de análisis económico, así como los metrados de la obra, y el planeamiento según los recursos y cuadrillas a utilizar en la ejecución de dichas actividades, obtendremos los tiempos parciales por partidas y niveles, para la ejecución del casco para cada tipo de sistema.

5.3.3.1 CRONOGRAMA PARA SISTEMA TRADICIONAL DE LOSAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO

En esta sección se mostrará los cronogramas por nivel en el sistema tradicional de losas y vigas, desde la figura N°46 hasta la N°53:

- Cronograma Sótano:

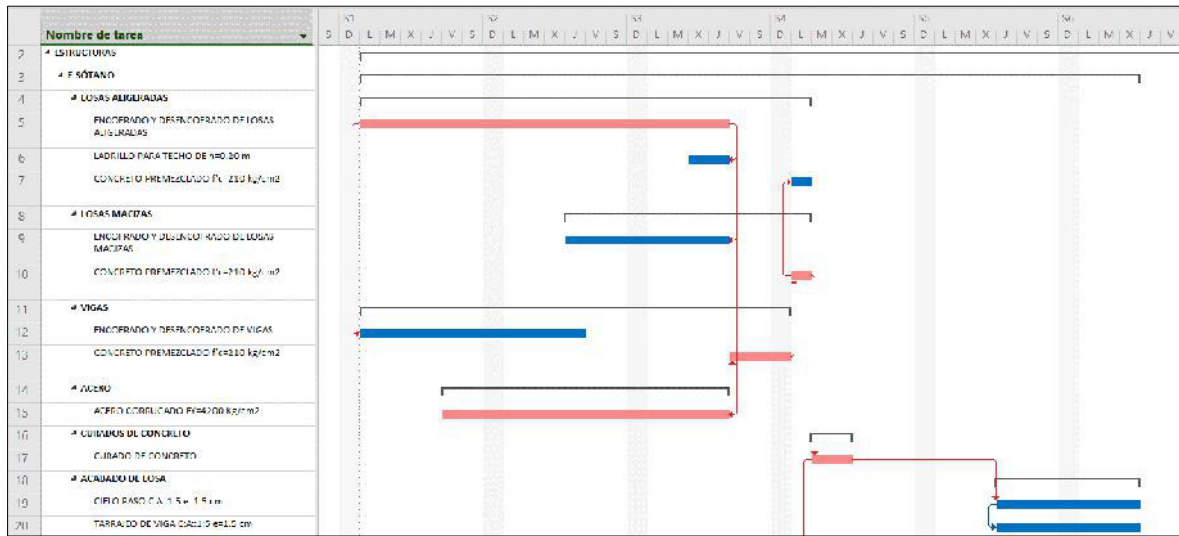


Figura 46. Cronograma de losas y vigas tradicionales para sótano
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 1er piso:

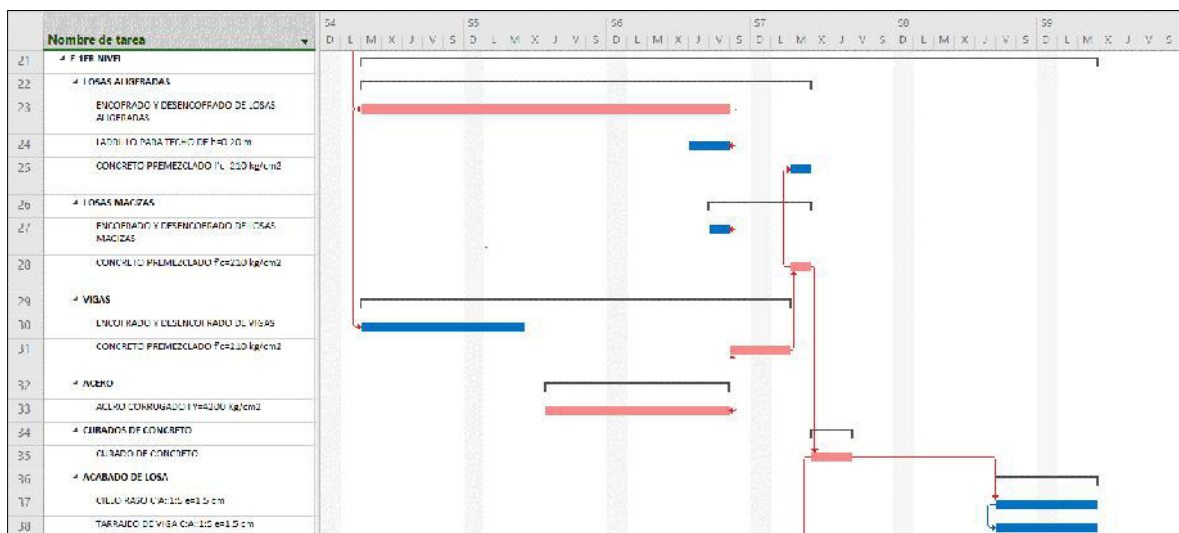


Figura 47. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 1er piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 2do piso:

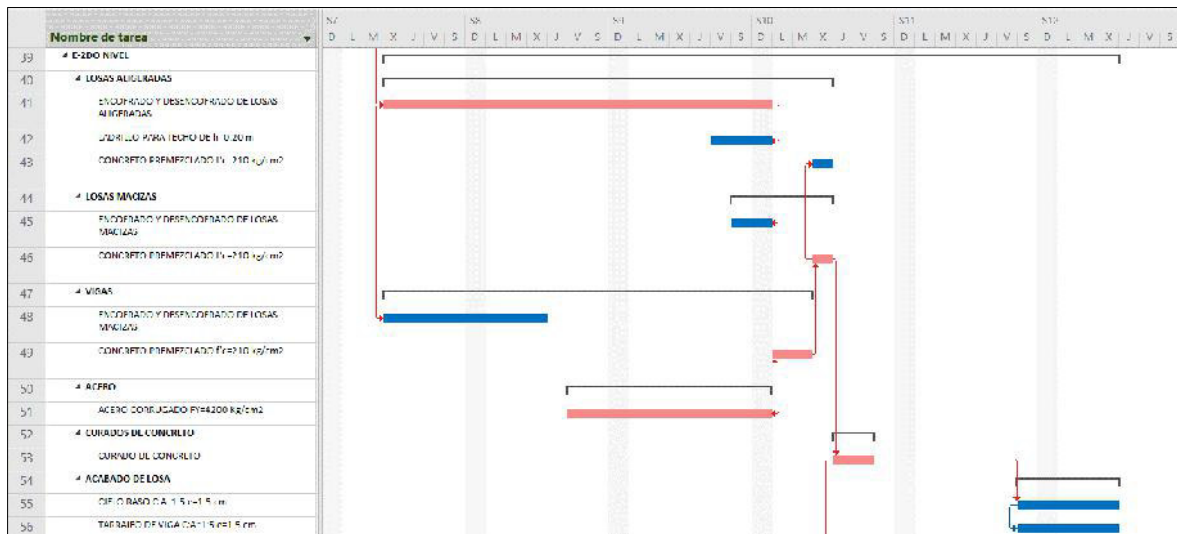


Figura 48. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 2do piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 3er piso:

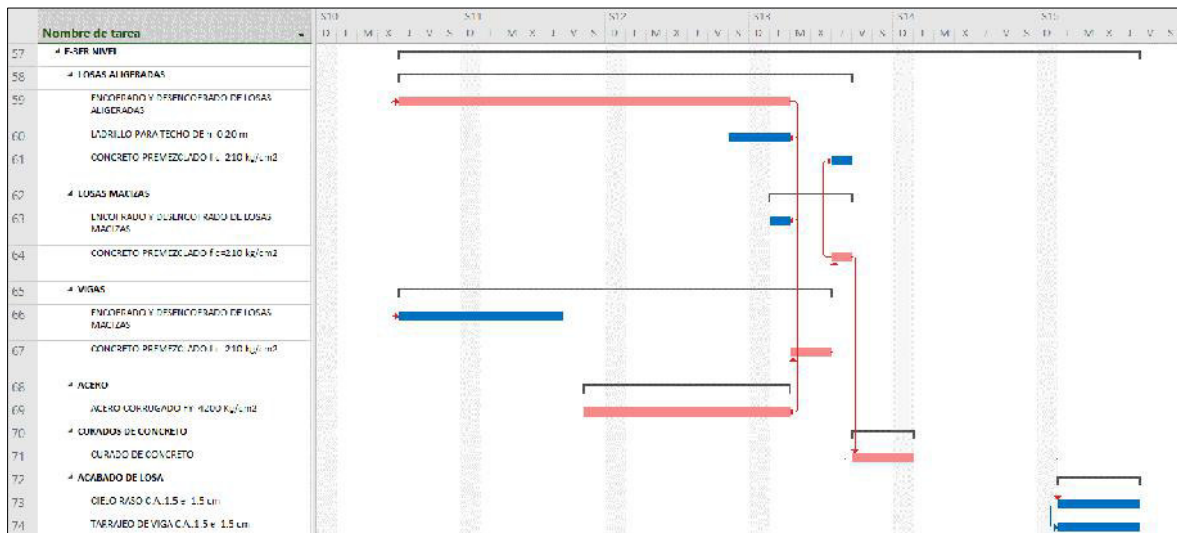


Figura 49. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 3er piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 4to piso:

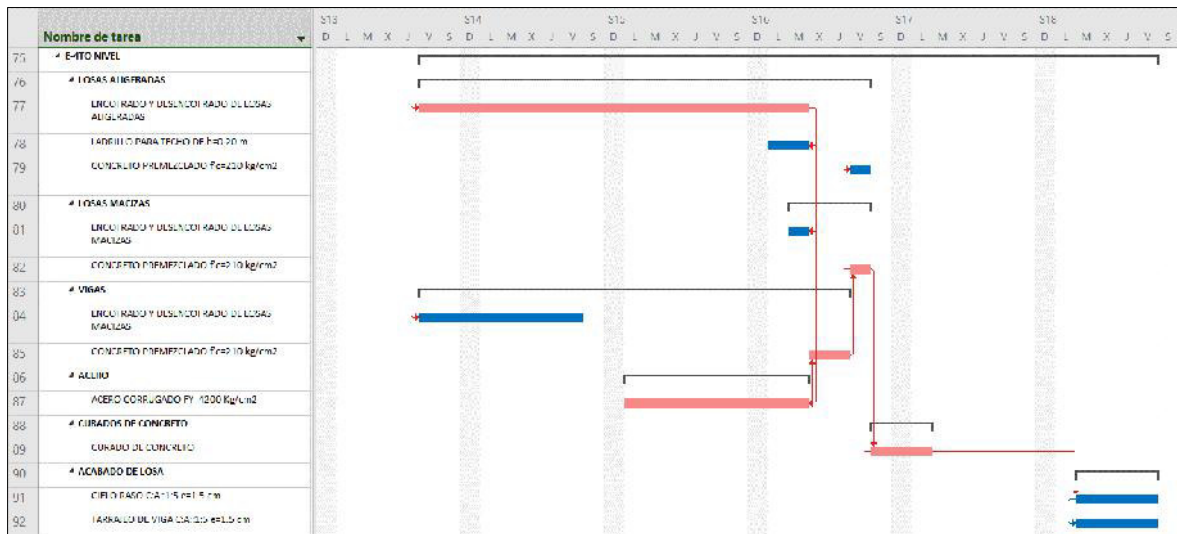


Figura 50. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 4to piso.

Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 5to piso:

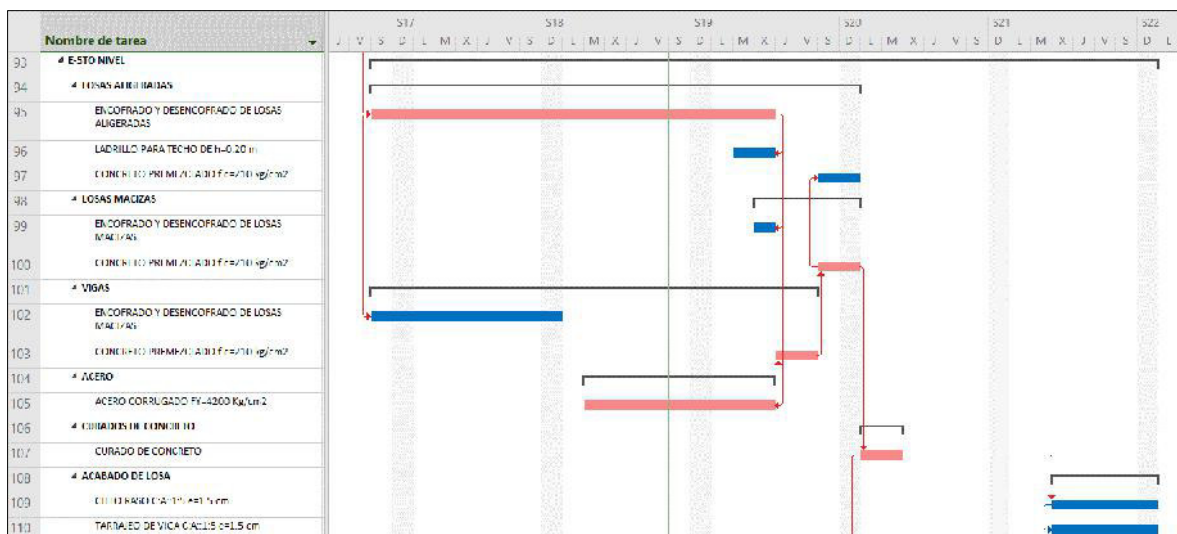


Figura 51. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 5to piso.

Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 6to piso:

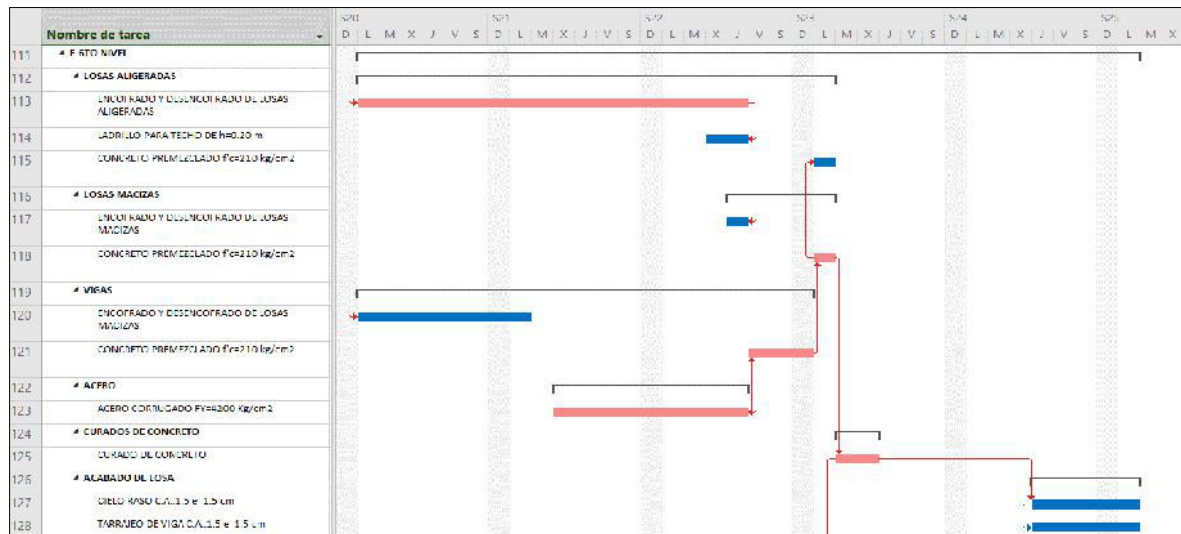


Figura 52. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 6to piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 7mo piso:

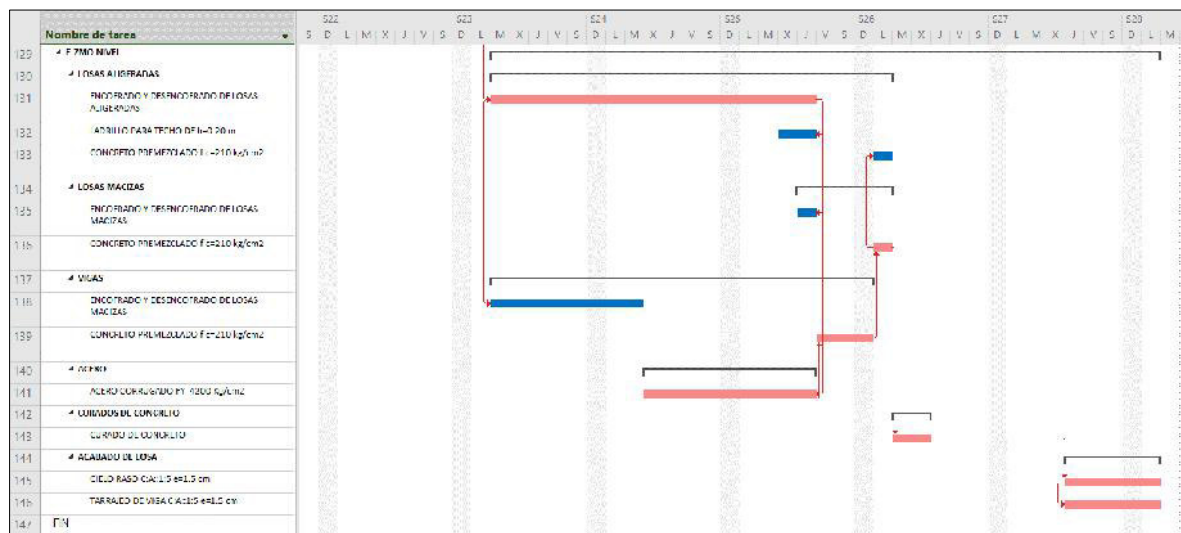


Figura 53. Cronograma de losas y vigas tradicionales para 7mo piso.
Fuente: Elaboración propia

5.3.3.2 CRONOGRAMA PARA SISTEMA DE PRELOSAS Y PREVIGAS DE CONCRETO ARMADO

En esta sección se mostrará los cronogramas por nivel en el sistema tradicional de losas y vigas, desde la figura N°54 hasta la N°61:

- Cronograma Sótano:

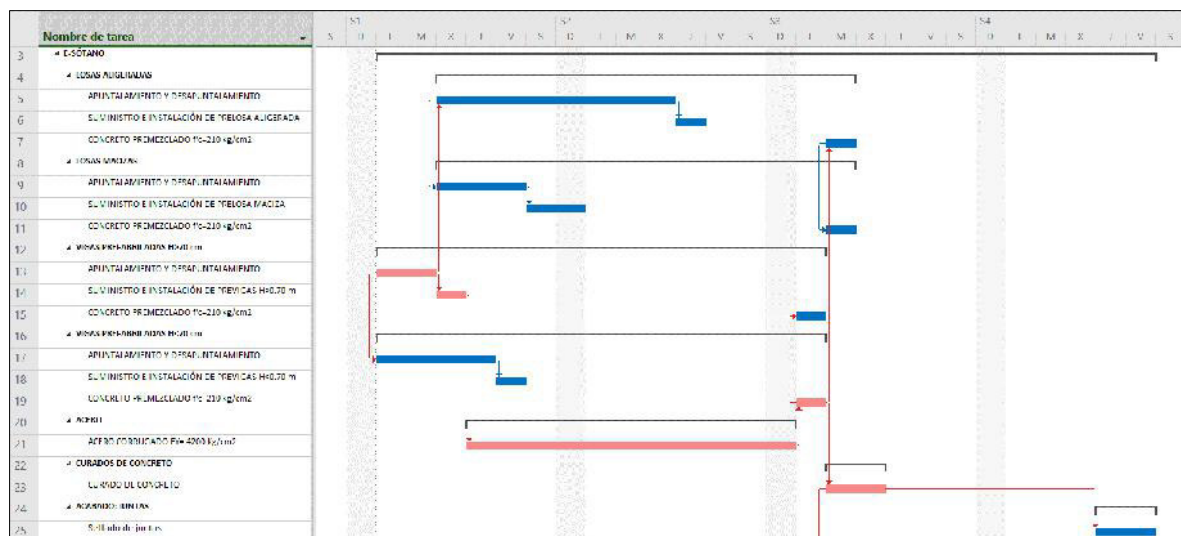


Figura 54. Cronograma de prelosas y previgas para sótano.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 1er piso:

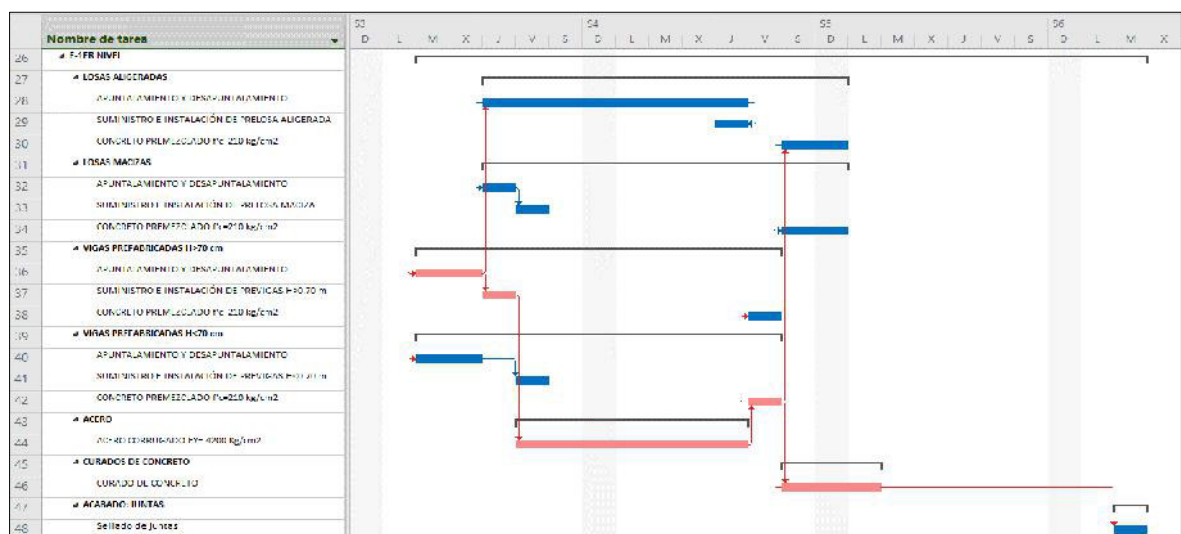


Figura 55. Cronograma de prelosas y previgas para 1er piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 2do piso:

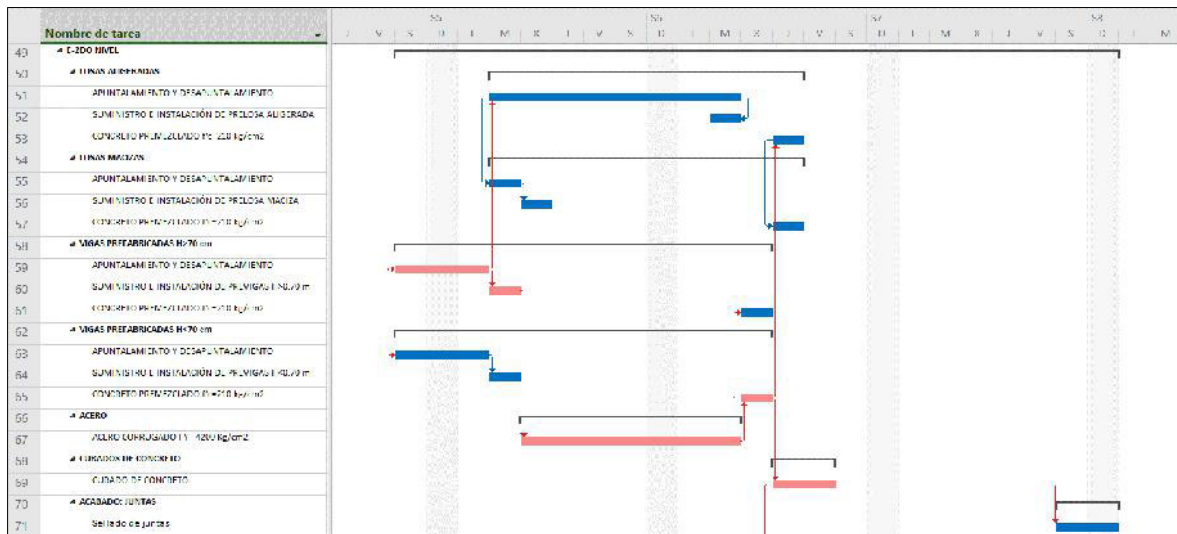


Figura 56. Cronograma de prelosas y previgas para 2do piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 3er piso:

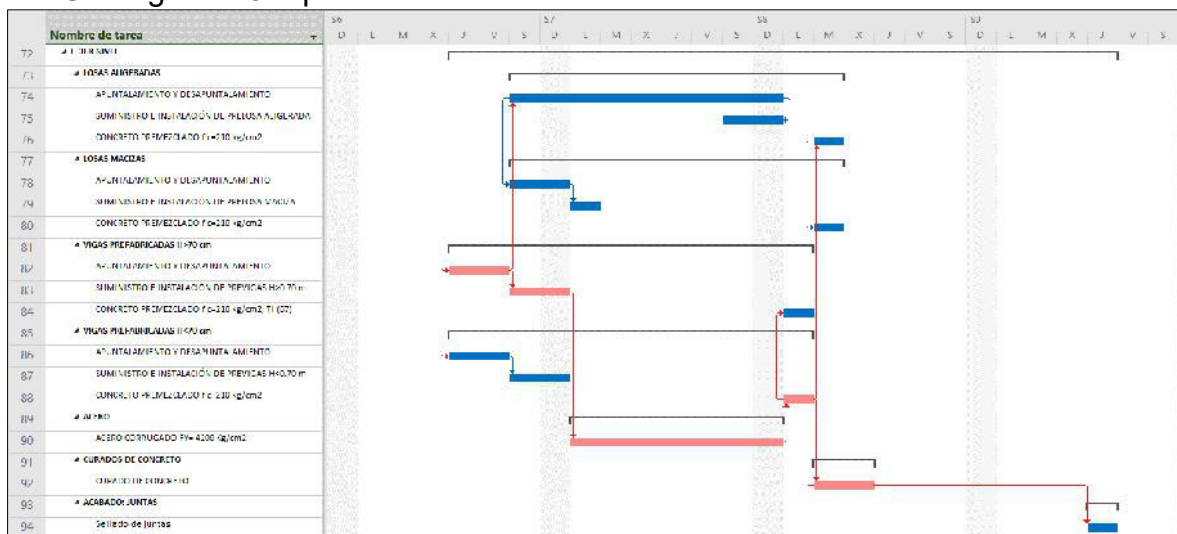


Figura 57. Cronograma de prelosas y previgas para 3er piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 4to piso:

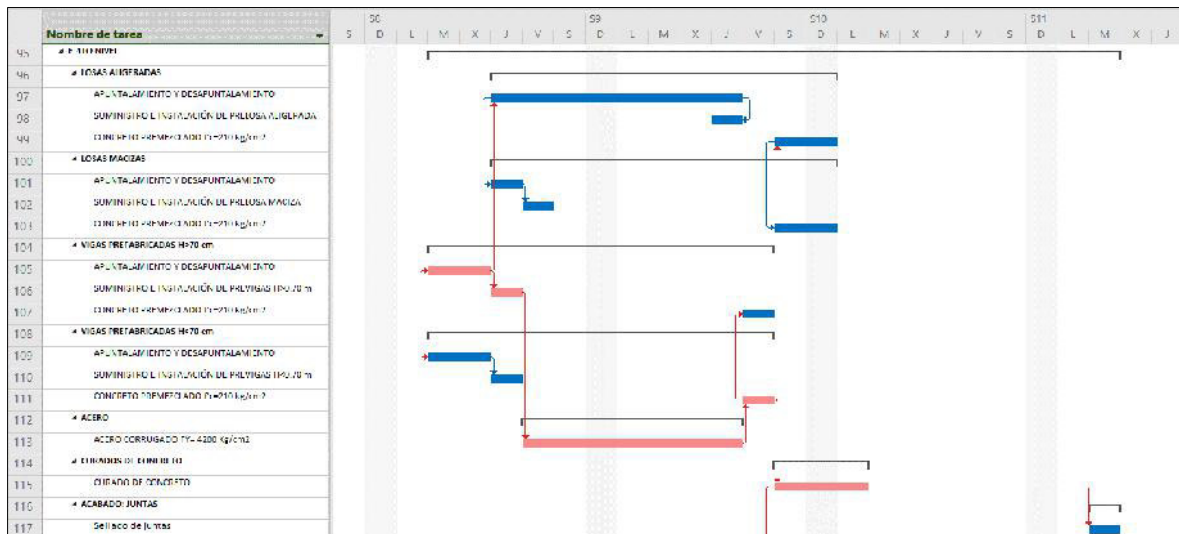


Figura 58. Cronograma de prelosas y previgas para 4to piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 5to piso:

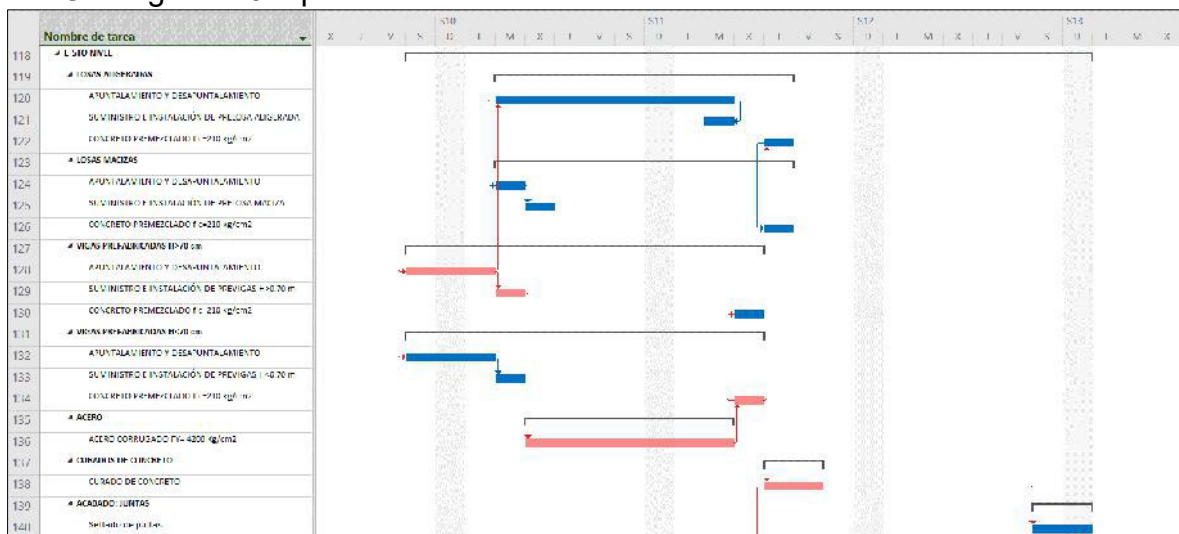


Figura 59. Cronograma de prelosas y previgas para 5to piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 6to piso:

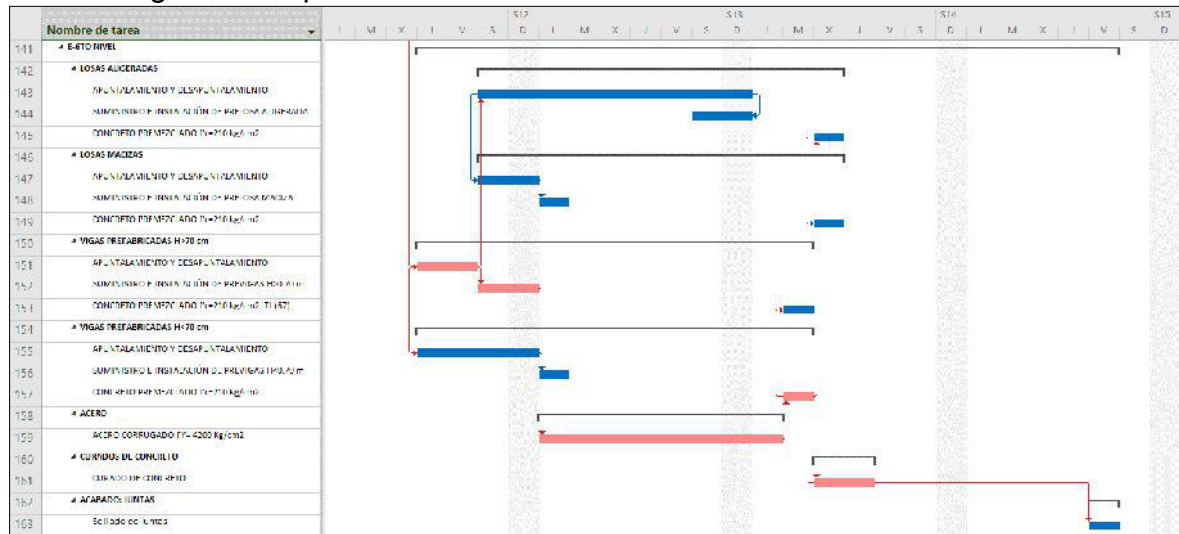


Figura 60. Cronograma de prelosas y previgas para 6to piso.
Fuente: Elaboración propia

- Cronograma 7mo piso:

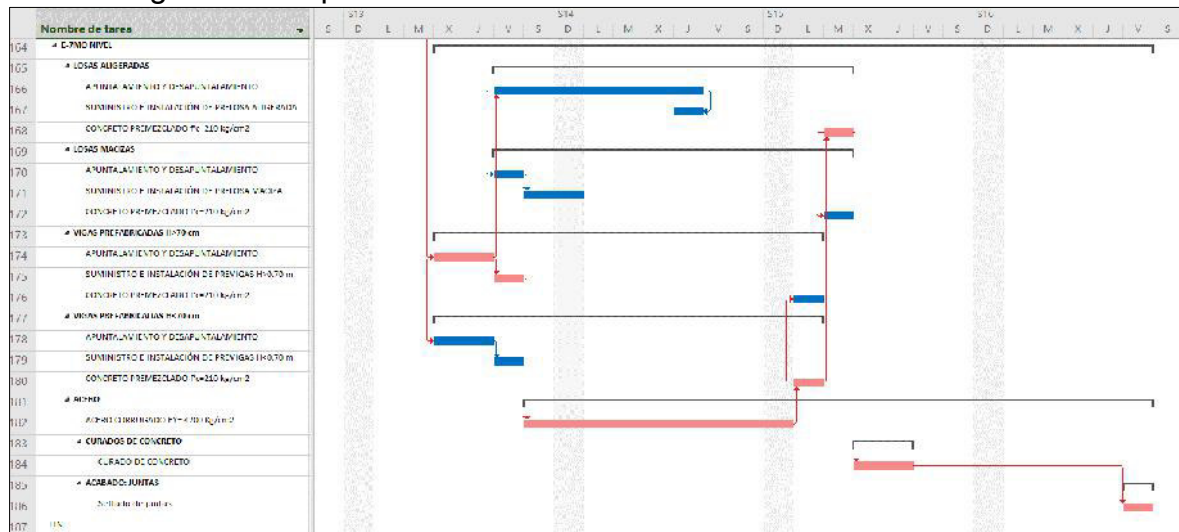


Figura 61. Cronograma de prelosas y previgas para 7mo piso.
Fuente: Elaboración propia

5.3.4 RESUMEN DE CRONOGRAMAS EN AMBOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN

Como se puede apreciar en los cronogramas anteriores, existe una marcada diferencia en el tiempo en la ejecución del casco para losas y vigas, y el acabado de las mismas. Para el armado del casco, se toma mucho más

tiempo en el encofrado y el armado del acero, en el sistema tradicional, puesto que se utiliza un sistema que exige mayor cantidad de puntales y cubrir mayor área de trabajo en los laterales, en el caso de las vigas. A diferencia del sistema tradicional, que los mismos prefabricados sirven como encofrado y debido a su rigidez, requieren menor cantidad de puntos de apoyo, y por ende, un sistema de puntales más sencillo.

En cuanto a la arquitectura, la calidad del acabado de la superficie es un factor clave. En el sistema tradicional, se requiere la aplicación de una o dos capas de mortero, previamente a la aplicación de pintura para las vigas y el cielo raso; a diferencia que en el sistema de prefabricados, cuya superficie lisa permite la aplicación directa del empastado necesario para la pintura, y solo exige un trabajo previo para cubrir las uniones entre losas. Es por ello que, en el sistema tradicional, se requiere mayor cantidad de material y mano de obra para el tarrajeo, lo que se traslada en mayores costos y plazos para el acabado del casco del entrepiso.

En cuanto a los tiempos de espera para el endurecimiento del concreto, estos permanecen iguales, puesto que se utilizaría concreto premezclado vertido con bomba en ambos escenarios, por ende, dichos periodos se retiran del análisis del estudio.

Los cronogramas completos de ambos sistemas se incluirán en el ANEXO 02.

Vale recalcar que, en cada cronograma, la partida del acabado en los primeros 7 niveles (Del sótano al 6to piso) se realiza en paralelo a otras partidas en niveles superiores. Es el tiempo que toma realizarse en el último nivel (7mo piso) el cual marca la diferencia en los plazos, por lo que, con el fin de verificar los tiempos significativos, solamente se tendrá en cuenta, el tiempo de ejecución del casco.

Por ello, en resumen, el plazo neto de ejecución de los entrepisos en la edificación, bajo el sistema tradicional, será de 153 días, o 5.1 meses; mientras que, bajo el sistema de prefabricados será de 94 días, o 3.13 meses.

5.4 ANALISIS DE PRESUPUESTOS

5.4.1 RECURSOS UTILIZADOS EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

En el capítulo anterior, la gestión de una adecuada planificación y programación de obra nos afirma que el uso en conjunto de prelosas y previgas puede reducir hasta un 28% el tiempo de construcción de edificaciones. Sin embargo, la eficiencia y rentabilidad del proyecto se evalúa en la optimización de costos y recursos que han participado en obra. En ese sentido, a continuación, se realizará un análisis comparativo de los recursos y su respectiva partida, entre los sistemas de construcción tradicional y el sistema de prefabricados.

- **Concreto premezclado $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$**

Debido a la composición de las prelosas y previgas, existe una marcada diferencia sobre la cantidad de concreto premezclado utilizado en obra, esto pues, los prefabricados al estar hechos a base de concreto, disminuyen el uso del mismo durante la ejecución del proyecto.

En el caso de las losas, los prefabricados tienen una lámina de concreto de 5cm de espesor, junto con casetones de Tecnopor, que ocupan el espacio de los ladrillos en las losas convencionales. La relación de concreto en ambos casos se muestra en la tabla N° 12:

Tabla 12. *Relación de concreto en losas*

Relación Volumen X m ²	Losas Tradicionales		Losas Prefabricadas	
	Aligeradas (m ³ /m ²)	Macizas (m ³ /m ²)	Aligeradas (m ³ /m ²)	Macizas (m ³ /m ²)
	0.088	0.2	0.075	0.15

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las vigas, los prefabricados son elementos en U, cuyas caras, cuentan con un espesor de 5cm. Adicionalmente, debido a que las vigas tienen secciones constantes de longitud variable, la relación de concreto usado en obra por m, se aprecia en la tabla N° 13:

Tabla 13. Relación de concreto en Vigas

Relación Volumen X m	Vigas Tradicionales			Vigas Prefabricadas				
	H: 80 cm (m3/m)	H: 60 cm (m3/m)	H: 45 cm (m3/m)	H: 80 cm (m3/m)	H: 80 cm (m3/m)	H: 60 cm (m3/m)	H: 60 cm (m3/m)	H: 45 cm (m3/m)
				En U	En L	En U	En L	En U
	0.4	0.3	0.135	0.32	0.3375	0.24	0.2475	0.1

Fuente: Elaboración propia

- **Acero Corrugado**

De igual manera que el concreto, la cantidad de acero utilizado en la construcción de la infraestructura disminuye mediante el uso de prefabricados, puesto que éstos llegan a obra ya con el acero positivo embebido en la lámina de 5cm de espesor que tienen tanto las prelosas como las previgas. En las losas, la distribución se refleja en la tabla N° 14:

Tabla 14. Distribución de acero en losas

Descripción	Losas Aligeradas		Descripción	Losas Macizas	
	Tradicional	Prelosa		Tradicional	Prelosa
Ac. Viguetas	Positivo y Negativo	Negativo	Ac. Positivo (+)	En su totalidad	No lleva
Ac. Temperatura	En su totalidad	En su totalidad	Ac Negativo (-)	En su totalidad	En su totalidad

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, en las losas aligeradas, será necesario colocar todo el acero de las viguetas para las losas convencionales, mientras que los prefabricados, al ya contar con el acero positivo embebido, solo necesitará la colocación de los ganchos negativos en obra. En el caso del acero de temperatura, será necesario su completa colocación en ambos casos.

Para las previgas, la distribución se refleja en la tabla N° 15:

Tabla 15. Distribución de acero en vigas

Descripción	Vigas H> 70 cm		Vigas H< 70 cm		
	Tradicional	Previga	Tradicional	Previga	Chatas
Acero Positivo	En su totalidad	Parcialmente	En su totalidad	Parcialmente	En su totalidad
Acero Negativo	En su totalidad	Parcialmente	En su totalidad	Parcialmente	En su totalidad
Estribos	En su totalidad	Embebido	En su totalidad	Embebido	En su totalidad

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, en el caso de las vigas tradicionales y vigas chatas (independientemente del sistema constructivo), el acero puesto en obra será en su totalidad. Sin embargo, para las previgas, el acero de los estribos ya viene incluido, así como parte del acero positivo y negativo, los cuales se completarán en obra mediante ganchos y traslapes según diseño de viga. Adicionalmente, los costos del acero en las prelosas están incluido en el costo del suministro de las mismas, a diferencia del acero en previgas, puesto que este se considera un adicional. Los costos por instalación de acero, se describen en la tabla N° 16:

Tabla 16. Costos de instalación de acero

Descripción	Sistema Tradicional	Sistema Prefabricado		
	Acero in Situ	Acero en Prelosa	Acero en Previga	Acero In Situ
Costo x Kg	6.61	3.05	3.05	6.61

Fuente: Elaboración propia

- **Encofrado**

La medición de esta partida, varía según el sistema constructivo. En el caso del sistema tradicional de losas y vigas, se mide por unidad de área, por lo que, para su cálculo, se utilizan los metrajes de áreas ocupadas por las losas y las vigas. En el caso del sistema de elementos prefabricados, el apuntalamiento se da según el suministro, así para las prelosas se medirá por áreas; y para las previgas, por metros lineales.

Para el encofrado en el sistema tradicional, se utilizan mayores cantidades de soporte, de soleras y paneles, así como el uso de mayor mano de obra para el respectivo armado. Sin embargo, en el sistema de prefabricados, las prelosas y previgas, sirven como paneles que recibirán el acero y el concreto, por lo que requiere un sistema simple de apuntalamiento.

Vale recalcar que, para el apuntalamiento de prefabricados, se contrató a un tercero, que pueda hacer apuntalamiento con precios similares tanto para prelosas y previgas. En este caso, la cantidad de materiales utilizados, se describirá más adelante, pero, en resumen, el costo de encofrado, según sistema y elemento, se describe en la tabla N° 17:

Tabla 17. Costos de encofrado en losas y vigas

Descripción	Sistema Tradicional				Sistema Prefabricado			
	Aligerado (m2)	Maciza (m2)	Viga H>70 cm (m2)	Viga H<70 cm (m2)	Aligerado (m2)	Maciza (m2)	Viga H>70 cm (m)	Viga H<70 cm (m)
Costos	62.02	66.20	76.67		35	35	35	

Fuente: Elaboración propia

- **Acabados**

Como parte de los acabados para losas y vigas, se puede optar por utilizar pintura en la mayoría de los casos, en edificaciones para vivienda, oficinas, etc. Sin embargo, para ello, la superficie que recibirá las capas de pintura, deberá ser preparada con capas de empaste y sellador, el cual deberá colocarse sobre un paño adecuado.

En el caso del sistema de prefabricados, se suele tarrajear el área a empastar, tanto como cielo raso, o en los laterales y fondo de viga; sin embargo, mediante los prefabricados, debido a su acabado pulido, éste recibirá directamente el empastado previo a la pintura, sin ninguna preparación previa, salvo por el sellado de juntas. Es decir, la diferencia entre acabados, radica en la cantidad de trabajo que se realizará sobre la superficie de concreto, para poder darle el acabado final. En la tabla N° 18, se puede ver las partidas que exige cada sistema post vaciado.

Tabla 18. Acabados según sistema constructivo

Descripción	Sistema Tradicional		Sistema Prefabricado	
	Losas	Vigas	Prelosas	Previgas
Obras Preliminares	Limpieza			
Acabado	Tarrajeo	Tarrajeo	Sellado de juntas	No requiere

Fuente: Elaboración propia

Vale recalcar que, en ambos casos, es necesario la limpieza de rebabas de concreto, que se da en menor medida en los prefabricados, debido a la geometría de sus piezas.

5.4.2 COMPARACIÓN DE PARTIDAS ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: TRADICIONAL VS PREFABRICADOS

De la información anterior, podemos partir para hacer un esquema de los costos de obra que estén netamente relacionados a la ejecución de losas y vigas. Para ello, se realizará un análisis económico de las partidas involucradas en ambos sistemas, considerando los recursos utilizados.

Una vez se conozca las partidas y sus recursos, se procede a utilizar los metrajes para dar con los costos directos, y enlistarlos. Considerando los tiempos anteriormente analizados, se obtendrán adicionalmente los gastos generales.

5.4.2.1 PARTIDAS EN EL SISTEMA TRADICIONAL DE LOSAS Y VIGAS

En cuanto a partidas de estructura, los análisis de costos unitarios se presentan desde la tabla N° 19 hasta N° 27:

Tabla 19. *Encofrado y desencofrado de losa aligerada*

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS							
Rendimiento	m2/DIA	15.00	Costo unitario directo por: m2				
			62.02				
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO ALBAÑIL			hh	1.00	0.5333	17.50	9.33
PEON ALBAÑIL			hh	2.00	1.0667	14.13	15.07
Materiales							
ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.3000	6.00	1.80
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			kg		0.1700	6.00	1.02
MADERA TORNILLO			p2		3.2200	5.20	16.74
TRIPLAY LUPUNA 4X8X19mm			pln		0.1300	118.56	15.41
LACA PROTECTORA ENCOFRADO P/CONCRETO			gal		0.0600	32.00	1.92
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	24.40	0.73

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

Tabla 20. *Encofrado y desencofrado de losa maciza*

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS							
Rendimiento	m2/DIA	19.00	Costo unitario directo por: m2 66.20				
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO ALBAÑIL			hh	1.00	0.4211	17.50	7.37
PEON ALBAÑIL			hh	2.00	0.8421	14.13	11.60
Materiales							
ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.3000	6.00	1.80
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			kg		0.1700	6.00	1.02
MADERA TORNILLO			p2		3.3500	5.20	17.42
TRIPLAY LUPUNA 4X8X19mm			pln		0.1900	118.56	22.53
LACA PROTECTORA ENCOFRADO P/CONCRETO			gal		0.1100	32.00	3.52
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	19.27	0.58

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

Tabla 21. *Encofrado y desencofrado de vigas*

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	12.00	Costo unitario directo por: m2		
			76.67		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO ALBAÑIL	hh	1.00	0.6667	17.50	11.67
PEON ALBAÑIL	hh	1.00	1.3333	14.13	18.84
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.3000	6.00	1.80
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.3600	6.00	2.16
MADERA TORNILLO	p2		3.0100	5.20	15.65
TRIPLAY LUPUNA 4X8X19mm	pln		0.2000	118.56	23.71
LACA PROTECTORA ENCOFRADO P/CONCRETO	gal		0.0600	32.00	1.92
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	30.51	0.92

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

Tabla 22. *Acero corrugado de obra en sistema tradicional*

ACERO CORRUGADO f'y=4200 kg/cm2 Grado 60					
Rendimiento	kg/DIA	400.00	Costo unitario directo por: Kg		
			6.61		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	Kg		0.0600	6.00	0.36
ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2 GRADO 60	Kg		1.0500	5.00	5.25
Subpartidas					
SC M. de O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO ORDINARIO	Kg		1.0000	1.00	1.00

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

Tabla 23. *Colocación de ladrillos*

LADRILLO PARA TECHO 15x30x30					
Rendimiento	und/DIA	1250.00	Costo unitario directo por: und		
			3.44		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO ALBAÑIL	hh	2.00	0.0128	17.50	0.22
PEON ALBAÑIL	hh	9.00	0.0576	14.13	0.81
Materiales					
LADRILLO PARA TECHO 8H - 15X30X30	und		1.0500	2.27	2.38
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.03	0.03

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

Tabla 24. Concreto premezclado $f'c=210$ Kg/cm² en sistema tradicional

CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	35.00	Costo unitario directo por: m3			381.88	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	1.00	0.2286	19.24	4.40
OPERARIO ALBAÑIL			hh	3.00	0.6857	17.50	12.00
PEON ALBAÑIL			hh	4.00	0.9143	14.13	12.92
Materiales							
GASOLINA			gal		0.0750	20.00	1.50
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2			m3		1.0500	280.00	294.00
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	29.32	0.88
VIBRADOR DE GASOLINA			día	1.00	0.2286	85.00	19.43
Subpartidas							
SC-BOMBEO DE CONCRETO			m3		1.0500	35.00	36.75

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

Tabla 25. Curado de concreto en sistema tradicional

CURADO DE CONCRETO							
Rendimiento	m2/DIA	250.00	Costo unitario directo por: und 1.29				
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
PEON ALBAÑIL			hh	2.00	0.0640	14.13	0.90
Materiales							
ADITIVO CURADOR KUREZ SEAL			gal		0.0350	11.00	0.39

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

En cuanto a partidas de arquitectura, los análisis de costos se aprecian en las tablas N° 26 y N° 27:

Tabla 26. Tarrajeo de cielo raso

TARRAJEO DE CIELO RASO							
Rendimiento	m2/DIA	11.00	Costo unitario directo por: m2 33.93				
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO ALBAÑIL			hh	1.00	0.7273	17.50	12.73
PEON ALBAÑIL			hh	0.75	0.5455	14.13	7.71
Materiales							
ARENA			m3		0.0180	65.00	1.17
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5kg)			bol		0.1500	27.80	4.17
MADERA TORNILLO			p2		0.3250	5.20	1.69
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	20.44	0.61
REGLA DE ALUMINIO 1"X4"X8"			und		0.0020	15.00	0.03
ANDAMIO METÁLICO			día	1.00	0.7273	8.00	5.82

Fuente: Presupuesto con Sistema tradicional para Ampliación de pabellón universitario – UARM

Tabla 27. *Tarrajeo de vigas*

TARRAJEO DE VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	8.00	Costo unitario directo por: m2		
			40.37		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO ALBAÑIL	hh	1.00	1.0000	17.50	17.50
PEON ALBAÑIL	hh	0.50	0.5000	14.13	7.07
Materiales					
ARENA	m3		0.0180	65.00	1.17
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5kg)	bol		0.1500	27.80	4.17
MADERA TORNILLO	p2		0.3250	5.20	1.69
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.57	0.74
REGLA DE ALUMINIO 1"X4"X8"	und		0.0020	15.00	0.03
ANDAMIO METÁLICO	día	1.00	1.0000	8.00	8.00

Fuente: Presupuesto adaptado con Sistema tradicional para ejecución de pabellón universitario - UARM

A partir de estas actividades, las demás partidas como pintura, instalaciones, etc., son similares, cuyas incidencias no serán consideradas en la presente investigación.

5.4.2.2 PARTIDAS EN EL SISTEMA DE PRELOSAS Y PREVIGAS

Para el presente proyecto, se optó por el uso de prelosas; sin embargo, después de que la empresa Beton Decken capacitase a los proyectistas sobre el uso y ventajas de vigas prefabricadas, éstas fueron añadidas dentro del diseño del proyecto. Así, dicha empresa, presentó sus respectivas cotizaciones sobre prelosas y previgas, cuyo precio por m2, incluía otros costos como transporte a obra, materiales para su ejecución, curado de prefabricados, préstamo de cadena de izaje hasta finalizar el proyecto, entre otros. Los análisis de costos para este sistema, tanto en estructuras y acabados, se describen desde la tabla N° 28 hasta la N°37:

Tabla 28. *Apuntalamiento y desapuntalamiento de losas y vigas*

APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO					
Rendimiento	m2/DIA	Costo unitario directo por: m3			35.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
SC-APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO HORIZONTAL A TODO COSTO	m2		1.0000	35.00	35.00

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Los precios para la subpartida de Prelosas aligeradas, incluyen la colocación del acero corrugado positivo.

Tabla 29. *Suministro e instalación de prelosa aligerada*

SUMINSTRO E INSTALACION DE PRELOSA ALIGERADA					
Rendimiento	m2/DIA	Costo unitario directo por: m2			
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.80	0.0160	19.24 0.31
OPERARIO ALBAÑIL		hh	2.00	0.0400	17.50 0.70
PEON ALBAÑIL		hh	2.00	0.0400	14.13 0.57
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.58 0.05
Subpartidas					
SC-PRELOSAS ALIGERADAS		m2		1.000	60.00 60.00

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Los precios para la subpartida de Prelosas macizas, incluyen la colocación del acero corrugado positivo.

Tabla 30. *Suministro e instalación de prelosa maciza*

SUMINSTRO E INSTALACION DE PRELOSA MACIZA					
Rendimiento	m2/DIA	Costo unitario directo por: m2			
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.80	0.0160	19.24 0.31
OPERARIO ALBAÑIL		hh	2.00	0.0400	17.50 0.70
PEON ALBAÑIL		hh	2.00	0.0400	14.13 0.57
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.58 0.05
Subpartidas					
SC-PRELOSAS MACIZAS		m2		1.0000	46.00 46.00

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 31. *Suministro e instalación de previga h> 70cm*

SUMINSTRO E INSTALACION DE PREVIGA H>0.70m					
Rendimiento	m2/DIA	Costo unitario directo por: m2			
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.80	0.0320	19.24 0.62
OPERARIO ALBAÑIL		hh	2.00	0.0800	17.50 1.40
PEON ALBAÑIL		hh	2.00	0.0800	14.13 1.13
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	3.15 0.09
Subpartidas					
SC-PREVIGAS H>0.70m		m2		1.0000	91.00 91.00

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 32. *Suministro e instalación de previga h< 70cm*

SUMINSTRO E INSTALACION DE PREVIGA H<0.70m					
Rendimiento	m2/DIA	Costo unitario directo por: m2			
		80.24			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.80	0.0320	19.24	0.62
OPERARIO ALBAÑIL	hh	2.00	0.0800	17.50	1.40
PEON ALBAÑIL	hh	2.00	0.0800	14.13	1.13
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.15	0.09
Subpartidas					
SC-PREVIGAS H<0.70m	m2		1.0000	77.00	77.00

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 33. *Acero Corrugado en sistema prefabricado*

ACERO CORRUGADO f'y=4200 kg/cm2 Grado 60					
Rendimiento	kg/DIA	450.00	Costo unitario directo por: Kg		
			6.61		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	Kg		0.0600	6.00	0.36
ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2 GRADO 60	Kg		1.0500	5.00	5.25
Subpartidas					
SC M. de O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO ORDINARIO	Kg		1.0000	1.00	1.00

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 34. *Suministro e instalación de acero Corrugado en previgas*

SUMINSTRO E INSTALACION DE ACERO EN PREFABRICADOS					
Rendimiento	Kg/DIA	Costo unitario directo por: m2			
		3.05			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
SC-ACERO EN PREFABRICADOS	kg		1.00	3.05	3.05

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 35. Concreto premezclado $f'c=210$ Kg/cm² en sistema prefabricado

CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	35.00	Costo unitario directo por: m3			381.88	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	1.00	0.2286	19.24	4.40
OPERARIO ALBAÑIL			hh	3.00	0.6857	17.50	12.00
PEON ALBAÑIL			hh	4.00	1.3714	14.13	12.92
Materiales							
GASOLINA			gal		0.0750	20.00	1.50
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2			m3		1.0500	280.00	294.00
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	29.32	0.88
VIBRADOR DE GASOLINA			día	1.00	0.2286	85.00	19.43
Subpartidas							
SC-BOMBEO DE CONCRETO			m3		1.0500	35.00	36.75

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 36. Curado de concreto en sistema prefabricado

CURADO DE CONCRETO							
Rendimiento	m2/DIA	250.00	Costo unitario directo por: und 1.29				
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
PEON ALBAÑIL			hh	2.00	0.0640	14.13	0.90
Materiales							
ADITIVO CURADOR KUREZ SEAL			gal		0.0350	11.00	0.39

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

Tabla 37. Sellado de juntas en sistema prefabricado

SELLADO DE JUNTAS							
Rendimiento	m/DIA	150.00	Costo unitario directo por: m 1.97				
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
PEON ALBAÑIL			hh	2.00	0.1067	14.13	1.51
Materiales							
PEGAMENTO BALNCO EXTRAFUERTE CELIMA			bol		0.0100	36.36	0.36
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	1.51	0.05
ANDAMIO METÁLICO			día	1.00	0.0067	8.00	0.05

Fuente: Presupuesto con sistema de prefabricados para ejecución de pabellón universitario – UARM

5.4.3 COSTO DIRECTO ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: TRADICIONAL VS PREFABRICADOS

Una de las dimensiones de la metodología BIM, de costos (5D), permite al proyectista agregar los precios unitarios a los elementos, y por medio de una fórmula sencilla, podemos obtener costos parciales. En las propiedades de tipo de cada elemento podemos añadir el costo, y éste se homogeneizará en elementos de similares propiedades, tal como se ve en la imagen N° 62:

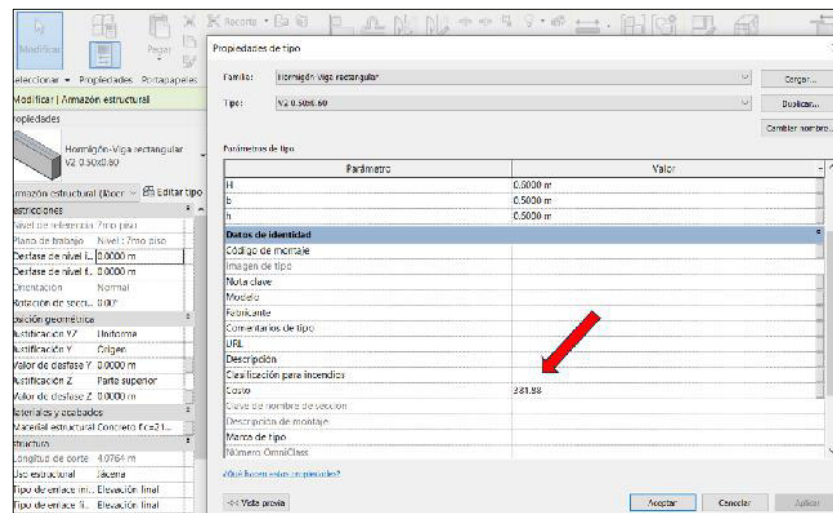


Figura 62. Costo de elemento en propiedades tipo
Fuente: Elaboración propia

Mediante una fórmula sencilla, es posible calcular el producto del metrado (volumen, área, longitud, kilogramos, etc) y el costo unitario, obteniendo resultados parciales, los cuales se ilustran en la figura N° 63:

<Tabla de concreto en vigas 7mo piso>					
A	B	C	D	E	F
Familia	Nivel de referencia	Volumen	Material estructural	Costo	Parcial
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	0.94 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	359.72
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	0.94 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	358.11
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.25 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	475.64
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.22 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	467.29
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.23 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	467.87
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.25 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	476.04
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.75 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	669.09
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.62 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	618.63
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.23 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	467.87
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.25 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	475.64
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	0.99 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	377.91
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	0.73 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	280.39
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	0.74 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	283.71
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	3.26 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	1244.87
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	3.20 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	1222.37
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	3.19 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	1219.63
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	3.26 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	1245.02
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.28 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	488.30
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.24 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	475.00
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.37 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	523.42
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.69 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	645.66
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.74 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	663.30
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.25 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	860.74
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.64 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	625.20
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.28 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	870.58
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.39 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	911.22
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.15 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	822.13
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.12 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	810.61
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.32 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	884.24
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.15 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	822.12
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.12 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	810.61
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	2.32 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	884.22
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.64 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	627.01
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.65 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	628.49
Hormigón-Viga rectangular	7mo disc	1.77 m³	Concreto f'c=210 Kg/cm²	\$381.88	675.34

Figura 63. Costos parciales en REVIT
Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento se aplicará en ambos sistemas, para cada nivel de la infraestructura. Dependiendo del material en análisis, como concreto, acero o encofrado, el costo unitario será diferente, y se extraerá de los ACU's realizados anteriormente. La información recopilada será organizada de forma que se integre con los metrados totales, para así, armar tener una data que nos permita armar el presupuesto de los costos directos. Por lo tanto, Con ayuda del software REVIT, realizando el proceso anteriormente mencionado, para cada sistema constructivo, tendremos como resultado lo siguiente:

- **Costos directos: Sistema tradicional de losas y vigas**

Se enlista los costos según partida, para la totalidad de vigas y entrepisos en el casco estructural, así como el costo del acabado mediante tarrajeo, en la tabla N° 38, a continuación:

Tabla 38. *Presupuesto de costos directos para sistema tradicional*

PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS PARA SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SISTEMA TRADICIONAL				
01.01	Estructuras				1,593,007.00
01.01.01	LOSAS ALIGERADAS				
01.01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m2	2,982.36	62.02	184,965.97
01.01.01.02	LADRILLO PARA TECHO DE h=0.20 m	und	24,808.00	3.44	85,339.52
01.01.01.03	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2	m3	271.99	381.88	103,867.54
01.01.02	LOSAS MACIZAS				
01.01.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	296.15	66.20	19,605.13
01.01.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2	m3	67.07	381.88	25,612.69
01.01.03	VIGAS				
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	865.97	76.67	66,393.92
01.01.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2	m3	563.91	381.88	215,345.95
01.01.04	ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2				
01.01.04.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	134,119.50	6.61	886,529.90
01.01.05	CURADOS DE CONCRETO				
01.01.05.01	CURADO DE CONCRETO	m2	4,144.48	1.29	5,346.38
02.01	Acabado				200,193.93
02.01.01	TARRAJEO DE LOSA				
02.01.01.01	TARRAJEO DE CIELORASO-UARM	m2	3,278.51	33.93	111,239.84
02.01.02	TARRAJEO DE VIGA				
02.01.02.01	TARRAJEO DE VIGAS UARM	m2	2,203.47	40.37	88,954.08
COSTO DIRECTO					S/ 1,793,200.92

Fuente: Elaboración propia

- **Costos directos: Sistema de prelosas y previgas**

Se enlista los costos según partida, para la totalidad de prelosas y previgas del casco estructural, así también se añade el costo del sellado de juntas, en la tabla N° 39, a continuación:

Tabla 39. *Presupuesto de costos para sistema prefabricado*

PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS PARA SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PREFABRICADOS					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SISTEMA PREFABRICADO				
01.01	Estructuras				1,570,592.25
01.01.01	LOSAS ALIGERADAS				
01.01.01.01	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	2,984.79	35.00	104,467.65
01.01.01.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PRELOSA ALIGERADA	m2	2,984.79	61.63	183,952.61
01.01.01.03	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	230.72	381.88	88,107.35
01.01.01.04	LOSAS MACIZAS				
01.01.02	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	296.15	35.00	10,365.25
01.01.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PRELOSA MACIZA	m2	296.15	47.63	14,105.62
01.01.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	51.95	381.88	19,838.67
01.01.02.03	VIGAS PREFABRICADAS H>0.70 cm				
01.01.02.04	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	802.45	35.00	28,085.75
01.01.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PREVIGAS H>0.70 m	m2	802.45	94.24	75,622.89
01.01.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	254.96	381.88	97,364.12
01.01.03.02	VIGAS PREFABRICADAS H<0.70 cm				
01.01.03.03	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO	m2	1,078.69	35.00	37,754.15
01.01.03.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PREVIGAS H<0.70 m	m2	1,078.69	80.24	86,554.09
01.01.04	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	206.72	381.88	78,942.23
01.01.04.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm² GRADO 60				
01.01.04.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	94,303.31	6.61	623,344.88
01.01.04.03	ACERO EMBEBIDO PREFABRICADOS FY= 4200 kg/cm ²	kg	38,275.61	3.05	116,740.61
01.01.04.04	CURADOS DE CONCRETO				
01.01.05	CURADO DE CONCRETO	m2	4,144.48	1.29	5,346.38
02.01	Acabado				2,047.22
02.01.01	JUNTAS				
02.01.01.01	SELLADO DE JUNTAS	m	1,039.20	1.97	2,047.22
COSTO DIRECTO					S/ 1,572,639.48

Fuente: Elaboración propia

De la revisión de ambos presupuestos, podemos corroborar que, el uso de prefabricados, en este proyecto, representa un ahorro de hasta **S/ 227, 561.45**. Solo en la especialidad de estructuras, representa un ahorro de **S/ 22, 414.74**. Solo en los acabados de vigas y losas, post vaciado, representa un ahorro de **S/ 198, 146.70**.

Vale recalcar que, si bien el metraje con respecto a losas y vigas no se reduce, el metrado final en obra del acero, para el sistema de prefabricados, se reduce en casi un 29.69%, a comparación del sistema tradicional. Ello se refleja en costos, y en plazos de ejecución.

5.4.4 COMPARATIVO DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Adicionalmente a los costos de mano de obra, materiales y equipos para las partidas involucradas directamente al casco y acabado de losas y vigas, también se deben considerar las partidas involucradas de forma indirecta, debido al periodo de duración en el cual se realizan las actividades principales. En este caso, se considera las obras preliminares, gastos generales y las utilidades, que se evalúan de forma porcentual ligada directamente al costo directo de producción. El uso de torre grúa se ha considerado dentro de las obras preliminares cuyo pago por alquiler se realizó de forma mensual.

Así, contemplando las obras preliminares, los costos para el sistema tradicional se aprecian en la tabla N°40; y para el sistema de prefabricados, en la tabla N° 41:

Tabla 40. Costos de obras preliminares bajo el sistema tradicional

Sistema Tradicional (5.1 mes)					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				208,574.14
01.01	Transporte Vertical con Grúa Torre	mes	5.10	16,916.67	86,275.02
01.02	Topografía permanente de obra	mes	5.10	7,500.00	38,250.00
01.03	Instalación provisional de baños, duchas y lavaderos	mes	5.10	5,100.00	26,010.00
01.04	Guardianía y control de ingreso	mes	5.10	4,400.00	22,440.00
01.05	Control de Tráfico (Vigías de apoyo)	mes	5.10	3,490.11	17,799.56
01.06	Limpieza permanente de obra	mes	5.10	3,490.11	17,799.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Costos de obras preliminares bajo el sistema de prefabricados

Sistema Prefabricado (2.93 mes)					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				119,827.89
01.01	Transporte Vertical con Grúa Torre	mes	2.93	16,916.67	49,565.84
01.02	Topografía permanente de obra	mes	2.93	7,500.00	21,975.00
01.03	Instalación provisional de baños, duchas y lavaderos	mes	2.93	5,100.00	14,943.00
01.04	Guardiania y control de ingreso	mes	2.93	4,400.00	12,892.00
01.05	Control de Tráfico (Vigías de apoyo)	mes	2.93	3,490.11	10,226.02
01.06	Limpieza permanente de obra	mes	2.93	3,490.11	10,226.02

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, considerando los costos anteriores, junto con gastos generales y utilidades, para el sistema tradicional se muestran en la tabla N°42; y para el sistema de prefabricados, en la tabla N° 43:

Para el sistema tradicional de losas y vigas:

Tabla 42. Costo total de ejecución de entresijos bajo el sistema tradicional

Sistema Tradicional (5.1 mes)			
Item	Descripción	Und.	Precio S/.
1	Obras preliminares	glb	208,574.14
2	Costo directo	glb	1,793,200.92
3	Gastos Generales	8.75% glb	175,155.32
Costo Total		glb	S/ 2,176,930.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Costo total de ejecución de entresijos bajo el sistema de prefabricados

Sistema Prefabricado (2.93 mes)			
Item	Descripción	Und.	Precio S/.
1	Obras preliminares	glb	119,827.89
2	Costo directo	glb	1,572,639.48
3	Gastos Generales	8.75% glb	148,090.89
Costo Total		glb	S/ 1,840,558.26

Fuente: Elaboración propia

5.5 ANALISIS DE CALIDAD

En este apartado se hace referencia a los procesos ejecutados durante la obra para garantizar la calidad de los productos y, por ende, del procedimiento para obtenerlos. Es decir, se evalúa mediante documentos de control de calidad la adecuada ejecución del proceso, presencia de fallas, mecanismos de reparación, con el fin de que se asegure que el producto entregado al cliente cumpla con los requisitos mínimos de calidad acordados entre ambas partes.

5.5.1 VERIFICACIÓN EN LA CALIDAD DE MATERIALES

A través de este apartado, durante la ejecución del proyecto, los materiales utilizados deben encontrarse en buenas condiciones, y contar, por lo menos, con certificados o cartas, de parte de los proveedores, que den fidelidad de la calidad de los productos adquiridos.

Entre ambos proyectos, los recursos a utilizar, se obtienen como se indica en la tabla N° 44:

Tabla 44. *Origen de insumos a utilizar*

Insumos	Sistema Tradicional	Sistemas prefabricados
Ladrillos de techo	Proveedor	X
Concreto Premezclado	Unicon/Concremax	Unicon/Concremax
Acero Corrugado	Proveedor Externo	Proveedor Externo
Encofrado	Proveedor Externo	Proveedor Externo
Prelosas y Previgas	---	Empresa Beton Decken

Fuente: Elaboración Propia

En ambos casos, se encontrarán insumos y proveedores similares. Sin embargo, la diferencia recae a favor del sistema de prefabricados, por lo siguiente:

- La empresa proveedora de encofrados, utiliza un sistema de puntales adecuados al sistema de prefabricados, lo cual no solo significa una reducción en el costo, sino, utilizar materiales aptos para el sistema, cuyo uso no signifique un deterioro en el acabado final del entregable.

- Al no utilizar ladrillos, sino casetones de poliestireno expandido, los esfuerzos por cargas de gravedad sobre la losa son menores, por ende, permite una mayor vida útil al elemento, y no afecta los acabados finales del mismo.
- La empresa proveedora de prelosas y previgas cuenta con un sistema de control de calidad en sus instalaciones, de los materiales que se utilizan para los prefabricados, así como del proceso de ejecución de los mismos. Sin embargo, durante los procesos de almacenamiento e izaje, de los cuales se encarga la empresa contratista, ocurren la mayoría de incidencias. Para ello, la empresa Beton Decken, envía personal que constantemente capacita sobre almacenamiento, izaje y armado al personal que ejecuta dichas tareas dentro de la obra, así se garantiza un producto adecuado, una correcta ejecución y una pronta respuesta ante eventualidades que afecten a los prefabricados.

5.5.2 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN PREFABRICADOS Y MECANISMOS DE RESPUESTA

Para el desarrollo de actividades, es necesario una inspección visual de los trabajos, para su respectiva aprobación y continuación hacia la partida siguiente. En el caso de este proyecto, como parte del desarrollo del casco y de los acabados, la supervisión identificó, en las losas principalmente, la aparición de fisuras post vaciado de concreto en los entrepisos.

La supervisión utilizó un formato de No conformidad, sobre la identificación de las fisuras, el cual exige un mecanismo de respuesta, así como las fechas para la solución de dichos incidentes. Este formato se aprecia en la figura N° 64, mientras que en las figuras N° 65 y N° 66, se muestra la reparación y supervisión de prelosas, respectivamente:

	REGISTRO		FM-0-001 Rev.1 Fecha: 20/12/20
	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		
	REPORTE DE NO CONFORMIDAD (NCR)		
NOMBRE DEL PROYECTO:	AMPLIACION DE PABELLON UNIVERSITARIO	REGISTRO N°:	NRO XX
AREA:	XX ISO	FECHA:	29/01/2024
REPORTADO POR:	ING. MARVIN HUMANO IERRETA	CONTRATISTA:	TRK control de calidad general S.A.C.
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS E-01 de 12		
1.- Descripción de la No Conformidad:			
IMÁGENES:			
Conclusión:			
2.- TRATAMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD IDENTIFICADA (a completar por el contratista observado)			
3.- Completado por:			
Fecha:			
4.- CONFORMIDAD DE ACCIONES (A completar por la supervisión)			
5.- Completado por:			
Fecha:			

Figura 64. Formato de No Conformidad (NCR)
Fuente: Expediente de calidad - UARM



Figura 65. Reparación de fisuras encontradas
Fuente: Panel fotográfico - UARM



Figura 66. Inspección de ancho de fisuras
Fuente: Panel fotográfico - UARM

En la totalidad de los 8 entrepisos del edificio, se encontraron un porcentaje mínimo de incidencias. Sin embargo, gracias a la calidad de los prefabricados, dichas fisuras eran superficiales, cuyo mecanismo de reparación fue brindado y validado por la empresa Beton Decken, mediante un informe de reparación de fisuras y grietas, el cual se aprecia en la figura N° 67:

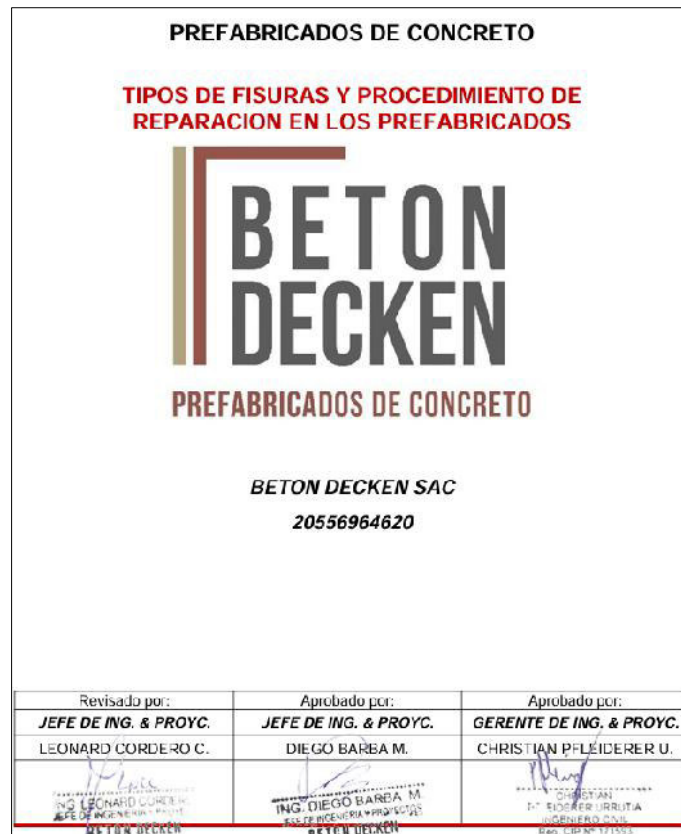


Figura 67. Manual de reparación de fisuras y grietas de prefabricados
Fuente: Expediente de Beton Decken - UARM

En conjunto con la supervisión, personal de Beton Decken y los responsables de obra, se encontró que las prelosas y previgas presentaban fisuras debido a:

- Izaje incorrecto durante el armado de prefabricados
- Falta de apoyo o distribución inadecuada de puntales bajo los prefabricados

Gran porcentaje de las fisuras de los prefabricados no superaban los 0.3 mm; sin embargo, en los casos en las que las fisuras se encontraban en 0.4 mm o superior, ameritaba la aplicación del proceso de reparación, el cual se dio sin ningún problema, y el impacto en costos y plazos no fue significativo, puesto que se utilizó personal destinado a la limpieza de obra para dichas tareas, en almacén se tenía disponibilidad de los materiales para la reparación y dichas actividades no afectaban la ruta crítica de la obra.

5.5.3 CONTROL DOCUMENTARIO DE ACABADOS DE PREFABRICADOS

Según Carrión, Peralta & Rueda (2021), el control de calidad se determina por los mismos ejecutores del proyecto; y según el estatus de entregas conformes

y no conformes, es factible determinar el grado de calidad de los procesos constructivos. En ese sentido, como parte del control de calidad durante la ejecución del proyecto, se ha determinado las evaluaciones mediante un control documentario, el cual incluye:

- Emisión, evaluación y resolución de no conformidades y observaciones con respecto al casco y acabado de la obra.
- Registro de evaluación y liberación de partidas, para identificar losas y vigas con daños y/o que no presenten los criterios de aceptación, así como la aceptación final de los elementos, previo a las partidas de acabados.

Considerando un sistema constructivo tradicional, la evaluación post vaciado, se da en el resultado visto al retirar el encofrado de los elementos de concreto. Sin embargo, es válido considerar que, para que se dé con éxito la liberación de partidas en este apartado, la supervisión, en cuanto debe inspeccionar:

- Fisuras, grietas y cangrejas
- Acero visible, sin recubrimiento
- Ladrillos sin recubrimiento
- Rebabas y restos de madera en paños de losa y caras de viga.

A comparación del sistema de prefabricados, previamente a la ejecución del acabado, se debe realizar la liberación de la aparición de fisuras y grietas en los paños de losas y vigas.

En este caso, para la continua inspección, se utiliza un protocolo de liberación de fondo de losa y de viga, como el que se muestra en la figura N° 68:

TRK CONTRATISTAS GENERALES S.C.		PROTOCOLO INSPECCION ACABADO PREFABRICADOS		Código: TRK-CAL-ARQ-010 Versión: 01 Vigencia: 11/12/2023 Pág. 1 de 1																																																																																																																																																												
OBRA: EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO CLIENTE: UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA INSPECCION TECNICA: JIKEN S.A.C. CONTRATISTA: TRK CONTRATISTAS GENERALES S.C.				Registro N°: Fecha:																																																																																																																																																												
ELEMENTO: UBICACION: PLANO DE REFERENCIA:				SECTOR: PISO:																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA</th> <th colspan="3">CONFORMIDAD</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Fisuras menores a 0.4 mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Fisuras mayores a 0.4 mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Presencia de grietas superiores a 1mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Presencia de filtraciones de agua del concreto</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Rebabas o bordes</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>Desprendimiento de concreto de losa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel de cielo raso</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Otros: _____</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS</th> <th colspan="3">CONFORMIDAD</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Fisuras menores a 0.4 mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Fisuras mayores a 0.4 mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Presencia de grietas superiores a 1mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Presencia de filtraciones de agua del concreto</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Rebabas en superficie</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>Desprendimiento de concreto en vigas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel en vigas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Bordes rectos (Sin grietas)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Cangrejera en encuentros de vigas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Otros: _____</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INSPECCION POST-REPARACION</th> <th colspan="3">CONFORMIDAD</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> Observaciones: _____ _____ _____						INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA		CONFORMIDAD					SI	NO	NA	1	Fisuras menores a 0.4 mm				2	Fisuras mayores a 0.4 mm				3	Presencia de grietas superiores a 1mm				4	Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño				5	Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño				6	Presencia de filtraciones de agua del concreto				7	Rebabas o bordes				8	Desprendimiento de concreto de losa				9	Desnivel de cielo raso				10	Otros: _____				INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS		CONFORMIDAD					SI	NO	NA	1	Fisuras menores a 0.4 mm				2	Fisuras mayores a 0.4 mm				3	Presencia de grietas superiores a 1mm				4	Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE				5	Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE				6	Presencia de filtraciones de agua del concreto				7	Rebabas en superficie				8	Desprendimiento de concreto en vigas				9	Desnivel en vigas				10	Bordes rectos (Sin grietas)				11	Cangrejera en encuentros de vigas				12	Otros: _____				INSPECCION POST-REPARACION		CONFORMIDAD					SI	NO	NA	1	Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm				2	Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD				3	Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD			
INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA		CONFORMIDAD																																																																																																																																																														
		SI	NO	NA																																																																																																																																																												
1	Fisuras menores a 0.4 mm																																																																																																																																																															
2	Fisuras mayores a 0.4 mm																																																																																																																																																															
3	Presencia de grietas superiores a 1mm																																																																																																																																																															
4	Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño																																																																																																																																																															
5	Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño																																																																																																																																																															
6	Presencia de filtraciones de agua del concreto																																																																																																																																																															
7	Rebabas o bordes																																																																																																																																																															
8	Desprendimiento de concreto de losa																																																																																																																																																															
9	Desnivel de cielo raso																																																																																																																																																															
10	Otros: _____																																																																																																																																																															
INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS		CONFORMIDAD																																																																																																																																																														
		SI	NO	NA																																																																																																																																																												
1	Fisuras menores a 0.4 mm																																																																																																																																																															
2	Fisuras mayores a 0.4 mm																																																																																																																																																															
3	Presencia de grietas superiores a 1mm																																																																																																																																																															
4	Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE																																																																																																																																																															
5	Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE																																																																																																																																																															
6	Presencia de filtraciones de agua del concreto																																																																																																																																																															
7	Rebabas en superficie																																																																																																																																																															
8	Desprendimiento de concreto en vigas																																																																																																																																																															
9	Desnivel en vigas																																																																																																																																																															
10	Bordes rectos (Sin grietas)																																																																																																																																																															
11	Cangrejera en encuentros de vigas																																																																																																																																																															
12	Otros: _____																																																																																																																																																															
INSPECCION POST-REPARACION		CONFORMIDAD																																																																																																																																																														
		SI	NO	NA																																																																																																																																																												
1	Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm																																																																																																																																																															
2	Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD																																																																																																																																																															
3	Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">APROBACION FINAL:</th> <th colspan="2">APROBADO ()</th> <th colspan="2">DESAPROBADO ()</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nombre</td> <td></td> <td>Nombre</td> <td></td> <td>Nombre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Firma</td> <td></td> <td>Firma</td> <td></td> <td>Firma</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td></td> <td>Fecha</td> <td></td> <td>Fecha</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ingeniero de Calidad</td> <td></td> <td>Residente de Obra</td> <td></td> <td>Inspeccion tecnica de obra (ITO)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						APROBACION FINAL:		APROBADO ()		DESAPROBADO ()		Nombre		Nombre		Nombre		Firma		Firma		Firma		Fecha		Fecha		Fecha		Ingeniero de Calidad		Residente de Obra		Inspeccion tecnica de obra (ITO)																																																																																																																														
APROBACION FINAL:		APROBADO ()		DESAPROBADO ()																																																																																																																																																												
Nombre		Nombre		Nombre																																																																																																																																																												
Firma		Firma		Firma																																																																																																																																																												
Fecha		Fecha		Fecha																																																																																																																																																												
Ingeniero de Calidad		Residente de Obra		Inspeccion tecnica de obra (ITO)																																																																																																																																																												

Figura 68. Protocolo de liberación de prefabricados
Fuente: Expediente de Calidad - UARM

Vale notificar que, la supervisión de obra, solamente aceptaba y firmaba los registros, una vez, encontrase levantadas las observaciones y/o correcciones que se encontraron durante la inspección. De esta manera, mediante el registro anterior, se puede apreciar que la ejecución de losas y vigas con prefabricados, sí presentó un proceso de control de calidad mediante la observación y aplicación de métodos de resane en caso sean necesarios.

CAPÍTULO 6: DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DE PLAZOS DE OBRA

Del análisis de cronogramas del capítulo anterior, se obtuvo:

Tabla 45. *Resumen de cronogramas netos de ejecución de entrepisos (Losas y vigas)*

Descripción	Duración (días)	Descripción	Duración (días)
SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA PREFABRICADO	
Casco Estructural	153	Casco Estructural	88
Acabado	163	Acabado	95

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, podemos ver que la realización de los acabados sobre losas y vigas, demanda un tiempo adicional, el cual se aprecia principalmente en el sétimo piso. Sin embargo, debido a que dichas partidas pueden realizarse junto con las demás actividades de acabado sobre losas y vigas, para ambos casos no se considera como un plazo a analizar. Así, la ejecución de entrepisos (Losas y vigas) para el sistema tradicional, tomaría un periodo de aproximadamente 153 días; sin embargo, con el sistema de elementos prefabricados, dicho periodo se reduce a 88 días, calculándose una diferencia de 65 días, con respecto al sistema convencional de losas y vigas.

De lo anterior, podemos citar anteriores trabajos que utilizaron prefabricados en entrepisos para edificaciones, con el fin de comparar los resultados obtenidos. Los datos de dichas investigaciones se presentan en la Tabla N° 46.

Tabla 46. *Costo total de ejecución de entrepisos bajo el sistema de prefabricados*

Autor	Optimización	Año de Investigación
Guerra, Elizabeth	-14%	2004
Mesía, Rafael	-25%	2010
Paye, A. Peña, J. & Franco, J.	-17%	2014
Huapalla, H. & Fonseca, W.	-30%	2020

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, el uso de prefabricados en las investigaciones pasadas arroja una reducción de plazos de hasta un 30%. Esto ocurre dado que la muestra de estudio es solamente el uso de prelosas, junto a un armado de viga tradicional; sin embargo, en nuestro caso de estudio, se han considerado tanto prelosas y previgas como variables a analizar, obteniendo como resultado hasta una reducción en el plazo de hasta un 42.48 %.

6.2 RESULTADOS DE COSTOS DE EJECUCIÓN

El análisis económico se realizó en las partidas de estructura y arquitectura, así como en obras preliminares y gastos generales. De dicho análisis, se obtuvo lo recopilado en la tabla N° 47:

Tabla 47. *Resumen de presupuestos de ejecución de entrepisos (Losas y vigas)*

Ítem	Descripción		Und.	Sist. Tradicional	Sist. Prefabricados
				Costo S/.	Costo S/.
1	Obras preliminares		glb	S/ 208,574.14	S/ 119,827.89
2	Costo directo		glb	S/ 1,793,200.92	S/ 1,572,639.48
4	Gastos Generales	8.75%	glb	S/ 175,155.32	S/ 148,090.89
Costo Total			glb	S/ 2,176,930.38	S/ 1,840,558.26

Fuente: Elaboración Propia

De dicha tabla de resultados, se obtiene que, sumando todos los costos analizados, el sistema de prelosas y previgas, es S/ 336, 372.12 soles más económico frente al uso de sistema tradicional de losas y vigas, esto es, hasta un 15.45 % más rentable.

Así, los costos directos netamente, se resumen en la tabla N° 48:

Tabla 48. *Resumen de costos directos por especialidad*

Ítem	Descripción	Und.	Sist. Tradicional	Sist. Prefabricados	Diferencia	Porcentaje
			Costo S/.	Costo S/.		
1	Costo directo-Estructura	glb	S/ 1,593,007.00	S/ 1,570,592.25	S/ 22,414.74	1.41%
2	Costo directo-Arquitectura	glb	S/ 200,193.93	S/ 2,047.22	S/ 198,146.70	98.98%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, se obtiene que, con respecto al costo directo, el uso de prelosas y previgas en las partidas de estructura, es S/ 22, 414.74.00 más económico; y en las partidas de arquitectura, que representa los trabajos de acabado, es S/ 198, 146.70 más rentable.

De los resultados obtenidos, se hace un análisis comparativo con los datos obtenidos con investigaciones anteriores que utilizaron prefabricados en entrepisos para edificaciones. Las proyecciones con respecto a los costos para la elaboración del casco estructural, se estos se presentan en la Tabla N° 49:

Tabla 49. *Costo total de ejecución de entrepisos bajo el sistema de prefabricados*

Autor	Optimización	Año de Investigación
Mesía, Rafael	+13% caro	2010
Suico,J., Sanes, J. & Samané, C.	-22% barato	2020
Huapalla, H. & Fonseca, W.	-9,8% barato	2020

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla, las investigaciones más actualizadas, muestran una reducción de costos para el casco estructural de hasta un 22% menor con respecto al monto inicial. En el presente caso, dicha reducción se da solo de un 1.41%, puesto que aunque la disminución en el uso de encofrado, las menores horas-hombre requeridas para dicha actividad y el menor volumen de concreto en obra contribuyen a una reducción en el presupuesto, el elevado costo del suministro de prelosas y previgas limita que esta disminución de costos sea de mayor magnitud.

En lo que respecta a arquitectura, el costo se reduce significativamente, ya que los elementos prefabricados casi no requieren un tratamiento previo antes de aplicar el empastado y la pintura. Esto contrasta con el sistema tradicional, donde, después del desencofrado, es necesario aplicar una o dos capas de mortero o solaqueo, antes de proceder con la pintura.

Adicionalmente, autores como Suico,J., Sanes, J. & Samané, C. afirman una reducción en los gastos generales de hasta un 9.8%; sin embargo, la combinación prelosas junto con previgas, agiliza el proceso de construcción, lo que nos da una reducción en dicho apartado de 15.45 % del valor inicial.

6.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD

De lo visto en el anterior capítulo referente a calidad, se pudo apreciar que, si bien ambos sistemas ameritan un sistema de control de calidad, el sistema de prefabricados, permite un control más organizado, principalmente por el apoyo en la capacitación, gestión, atención de incidencias y evaluación constante de métodos de ejecución por parte de la empresa proveedora de prefabricados.

Así también, el acabado final del casco estructural, puede evaluarse de una manera más simplificada y ordenada, mediante un único documento de control, que permite una evaluación organizada por sector, eje, nivel, etc. Esto, permite que la respuesta ante incidencias encontradas sea de mayor efectividad.

Ante la evaluación final del sistema de prefabricados, vale reconocer que el uso prelosas y previgas, frente al sistema tradicional, permite tener un producto con un porcentaje mínimo de cangrejeras, menor porcentaje de fisuras y/o grietas, menor cantidad de rebabas o rebordes, menor porcentaje de desprendimiento de material durante el desencofrado, esto debido a que los prefabricados han sido producidos con material de buena calidad, y siguiendo un proceso adecuado en almacenamiento, izaje y colocación.

Finalmente, la superficie lisa, permite una limpieza más rápida, no amerita preparaciones previas sobre la superficie, y no requiere cantidades significativas de personal en dichas partidas, por lo que no se vería afectada la ruta crítica del proyecto.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El presente trabajo estuvo centrado en el análisis de la optimización de costos, plazos y calidad en los entrepisos de una edificación, comparando el uso del sistema constructivo tradicional frente al sistema constructivo de prelosas y previgas. Finalmente, después de realizar la investigación, se redactan las siguientes conclusiones:

- La implementación del sistema de elementos prefabricados en entrepisos en un pabellón universitario, ha optimizado el proceso de ejecución, obteniendo resultados positivos en cuanto a la reducción de costos y plazos, así como con respecto a la mejora de la calidad del producto entregado en obra.
- La implementación de prelosas y previgas, reduce el monto del presupuesto total del pabellón universitario en un 15.45%, lo que equivale a S/336, 372.12 menos, con respecto al sistema constructivo tradicional. Este resultado se obtiene después de realizar el modelamiento de la edificación, la obtención de los metrados correspondientes para cada sistema, y el análisis de costos por partidas.
- El mayor ahorro se ha evidenciado en la arquitectura, puesto que, gracias a su superficie lisa, la partida de acabados sobre el cielo raso se reduce en un 98.98% de su totalidad.
- El uso de prelosas y previgas reduce los plazos de obra, en este caso de estudio, el plazo de ejecución de casco estructural se ha reducido en 65 días, equivalente a un tiempo de 42.48% menor; y se ha optimizado al máximo la partida de los acabados.
- Se puede anticipar que la partida de apuntalamiento se realiza en menor tiempo que la partida de encofrado pese a realizarse sobre la misma cantidad de losas y vigas; sin embargo, los plazos del casco estructural se han visto reducidos adicionalmente por la habilitación y colocación de acero en obra, puesto que, el metraje del mismo, se reduce en un 29.68%.
- El uso de elementos prefabricados garantiza una producción controlada bajo estándares industriales de calidad, lo que no solo asegura que las prelosas y

previgas cumplan con los requerimientos del cliente, sino que también permite una mayor participación de los fabricantes durante la ejecución de la obra. Esto facilita una mejor organización en las actividades operativas de traslado e izaje, garantizando un producto óptimo y de mejor calidad, con el uso de prefabricados.

- Con la implementación de prelosas y previgas, se optimiza la planificación general del proyecto, puesto que se pueden prever con mayor certeza los tiempos de suministro e instalación de los prefabricados.

7.2 RECOMENDACIONES

En este apartado, basándonos en la tesis realizada, se detalla lo siguiente:

- Se recomienda aplicar el uso de prefabricados en edificaciones de mayor área techada por nivel y que sean de altura superior a los 7 pisos, pues se maximiza el rendimiento de la torre grúa y, por ende, optimiza el transporte vertical y horizontal de prefabricados y otros materiales. Mientras mayor sea la magnitud de la edificación, el ahorro en costos y tiempos es más significativo, haciendo que la inversión inicial en prefabricados sea más rentable.
- Se recomienda evaluar las partidas de las especialidades posteriores al casco estructural, como pintura en cielo raso, tabiquería e instalaciones eléctricas. Estas partidas, aunque secundarias, tienen un impacto en menor medida en el cronograma general de obra, por lo que una correcta coordinación entre ellas, es importante para mantener un flujo eficiente de procesos.
- Adicionalmente, se recomienda realizar un análisis con una muestra más amplia de edificaciones que utilicen el sistema de prefabricados tanto para losas como para vigas, con el objetivo de obtener datos más representativos sobre la optimización de los costos y tiempos de ejecución, así como ratios de construcción de mayor precisión y fidelidad con la realidad.
- Se recomienda realizar visitas periódicas a la planta de fabricación, así como capacitar al personal, sobre técnicas del correcto izaje y montaje de prefabricados; y de adecuado apuntalamiento debajo de prelosas y previgas. Además, la supervisión técnica del proveedor durante las primeras fases de

instalación, es clave para prevenir incidencias como aparición de fisuras o grietas, que requieran de reparaciones costosas.

- Se recomienda la capacitación hacia el personal sobre una adecuada práctica durante el izaje y montaje de prefabricados. La inversión en formación sobre mejores prácticas, mejora la eficiencia del personal, reduciendo el riesgo de accidentes por mal manejo durante la colocación de elementos.
- Se recomienda elaborar o seguir un sistema de gestión de calidad (SGC) en el proceso de montaje de elementos prefabricados. Esto, facilitará el flujo de información durante las auditorías regulares y controles de calidad que pueden aplicarse de forma adicional, y así se minimiza la posibilidad de errores en la obra.
- Se recomienda la incorporación de criterios de sostenibilidad para nuevos proyectos que utilicen el sistema de prefabricados, ya que el uso de estos elementos reduce los residuos generados en obra, así como la cantidad de desperdicio por partidas.
- Aunque en este trabajo, el uso del software REVIT fue para el modelado de las estructuras y la obtención del metrado de partidas, se recomienda profundizar en la aplicación de BIM en las fases de diseño y ejecución de infraestructura con elementos prefabricados. Es fundamental, realizar un análisis exhaustivo de las interferencias entre especialidades, así como aprovechar las diferentes capacidades del BIM para integrar la programación de obra y la gestión de costos.

CAPITULO 8: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aime, Luis (2015) *Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones* con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería], Lima-Perú.
- ANDECE (2021) *Guía BIM para empresas de prefabricados de hormigón*. Versión N° 5. Documento en PDF, rescatado de: <https://www.andece.org/wp-content/uploads/2021/04/Guia-BIM-para-empresas-de-prefabricados-de-hormigon-V.5.pdf>
- Asociación Nacional de Industriales del Presfuerzo y la Prefabricación A.C. (2022) *Guía BIM (Building Information Modeling) para sistemas prefabricados de concreto*. Comité de aplicaciones tecnológicas, ANIPPAC. Documento en PDF, rescatado de: <https://anippac.org.mx/wp-content/uploads/2022/09/Guia-BIM-para-sistemas-prefabricados-de-concreto-ANIPPAC-11-AGO-22.pdf>
- Asis, Fredy (2019) *Prácticas sostenibles en la construcción de viviendas de la avenida Coronel Baltazar de la Rosa, Huacho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión], Huacho-Perú.
- Azhar, S., Hein, M. and Sketo, B. (2011) *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Leadership and Management in Engineering* 11(3):241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Carrión, L., Peralta, R. & Rueda, G. (2021) *Influencia del uso de sistemas prefabricados aplicados en la construcción de losas macizas de sótanos en el proyecto multifamiliar Uptown 2 – San Miguel*. [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica del Perú], Lima – Perú.
- Céspedes, N., Lavado, P. & Ramirez, R. (2016) *Productividad en el Perú: Medición, determinantes e implicancias*. Fondo editorial, Universidad del Pacífico. Edición 1, Nro 16-01. Lima, Perú.
- Bettelheim, C. (1965). *Planificación y crecimiento acelerado / Charles Bettelheim* (1.). México: Fondo de Cultura Económica.
- CRC for Construction Innovation (2007) *Adopting BIM for Facilities Adopting BIM for Facilities Management: Solutions for Managing the Sydney Opera House*. (Sin publicar). <http://eprints.qut.edu.au/27582>

- Díaz, Daniela (2007) *Aplicación del sistema de planificación “Last Planner” a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*. [Tesis de grado, Universidad de Chile], Chile.
- Escrig, C. (2010) *Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón*. Documento en formato digital, recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/8398>
- Guerra, E. (2004) *Prefabricados de concreto en la industria de la construcción*. Instituto Tecnológico de la Construcción. México
- Heredia, Hatsel (2017) *Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial “Open Plaza Huancayo”*. [Tesis de grado, Universidad Continental], Huancayo-Perú.
- Huapalla, H. & Fonseca, W. (2020) *Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Lima- Perú.
- Jimeno, J. (1 de setiembre de 2014) *¿Qué es un dossier de calidad? PDCA Home*. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/6707/elaborar-dossier-de-calidad/>
- Medina, G. (2020, 21 de noviembre) *La prefabricación y el uso de BIM en la industria de la construcción*. [Enlace adjunto] [Post]. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/la-prefabricaci%C3%B3n-y-el-uso-de-bim-en-industria-gerardo-medina/?trackingId=v5bOazaQxhHKUzWqAJ6qpQ%3D%3D>
- 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*.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2021) *Plan de implementación y hoja de ruta del plan BIM Perú*. Rescatado de: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD0002_2021_EF6301.pdf

- Miranda, L., Neira, E., Torres, R. & Valdivia, R. (2018) *La construcción sostenible en el Perú*. Artículo resumido de *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático*. CIES
- Murguía, D., Vasquez, C., Culqui, D., Ley, J., Supanta, O., Yañez, S. (2023). Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Nápoles, L., Moreno, M. & Batista, R. (2021) *La gestión de la calidad en los proyectos: Una mirada desde el enfoque normalizado*. Revista de desarrollo sustentable, negocios, emprendimiento y educación RILCP DS, Nro 17 (p.p. 8 – 22, marzo 2021)
- Paye, A., Peña, J. y Franco, J. (2014) *Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo*. Sinergia e Innovación. Vol 2, Nro 2. Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – Perú.
- Percca, Antonio (2015) *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto Tottus Guipor*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Lima- Perú.
- Perez Santamaria, Sandra & Soplin Diapiz, Luz (2022) *Propuesta de aplicación de elementos prefabricados de concreto armado para mejorar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Lima- Perú.
- Samimpay, R. and Saghatforoush, E. (2020). *Benefits of Implementing Building Information Modeling (BIM) in Infrastructure Projects*. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 10(2), 123-140. [10.2478/jepm-2020-0015](https://doi.org/10.2478/jepm-2020-0015)
- Sanabria, Brian (2017) *Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles*. Universidad Católica de Colombia. Colombia.
- (s/f) *Sistema de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario*. Artículo en línea, recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

- Suico, Sanes y Samané (2020) *Propuesta de mejora en el proceso constructivo de losas de entrepisos para el edificio multifamiliar Breña 951 utilizando sistemas prefabricados para el aumento de la rentabilidad* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica del Perú], Lima – Perú.
- Yee A. (2001) *Structural and economic benefits of Precast/Prestressed concreto construction* Artículo en línea, recuperado de: <https://doi.org/10.15554/pcij.07012001.34.42>

CAPITULO 9: ANEXOS:

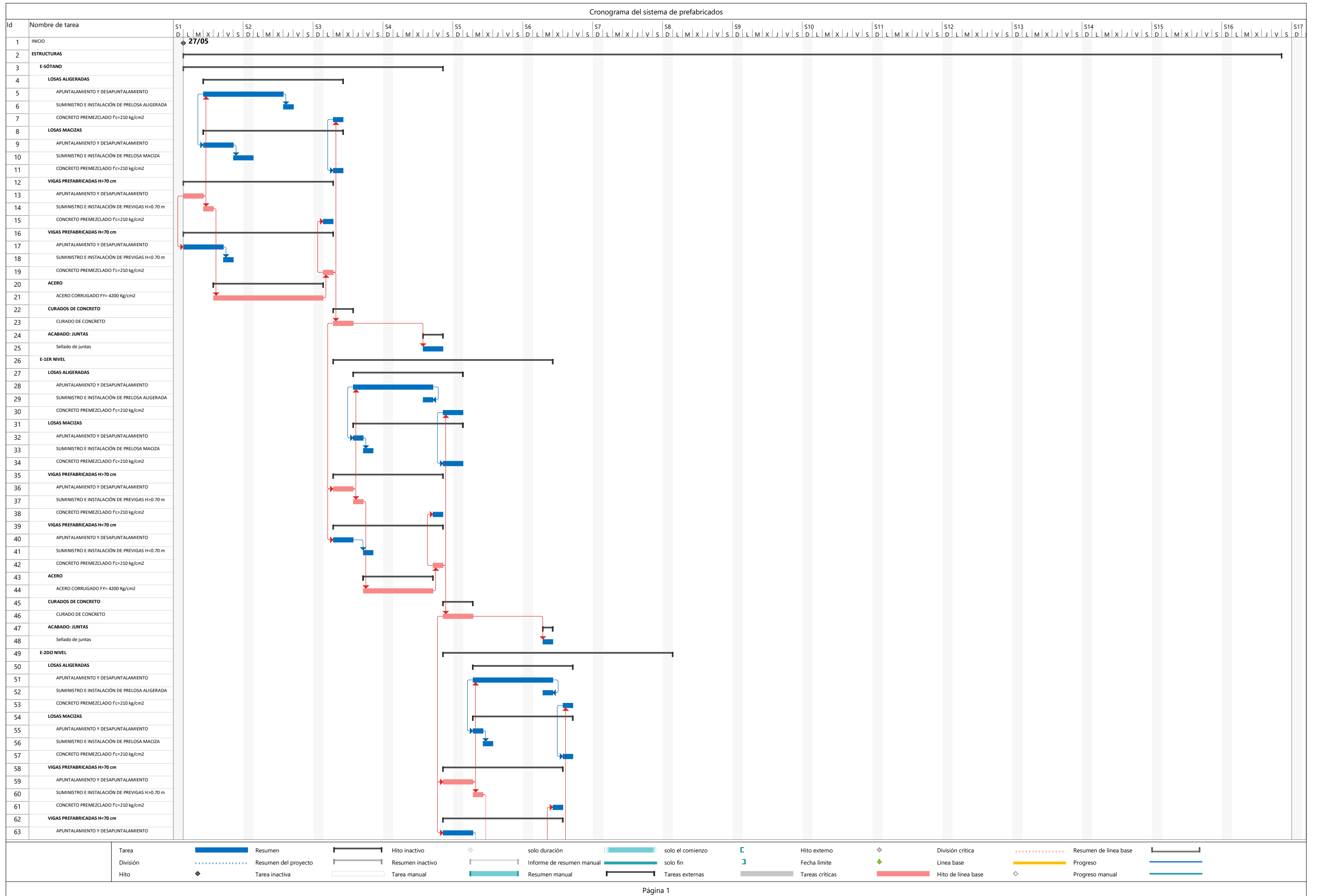
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

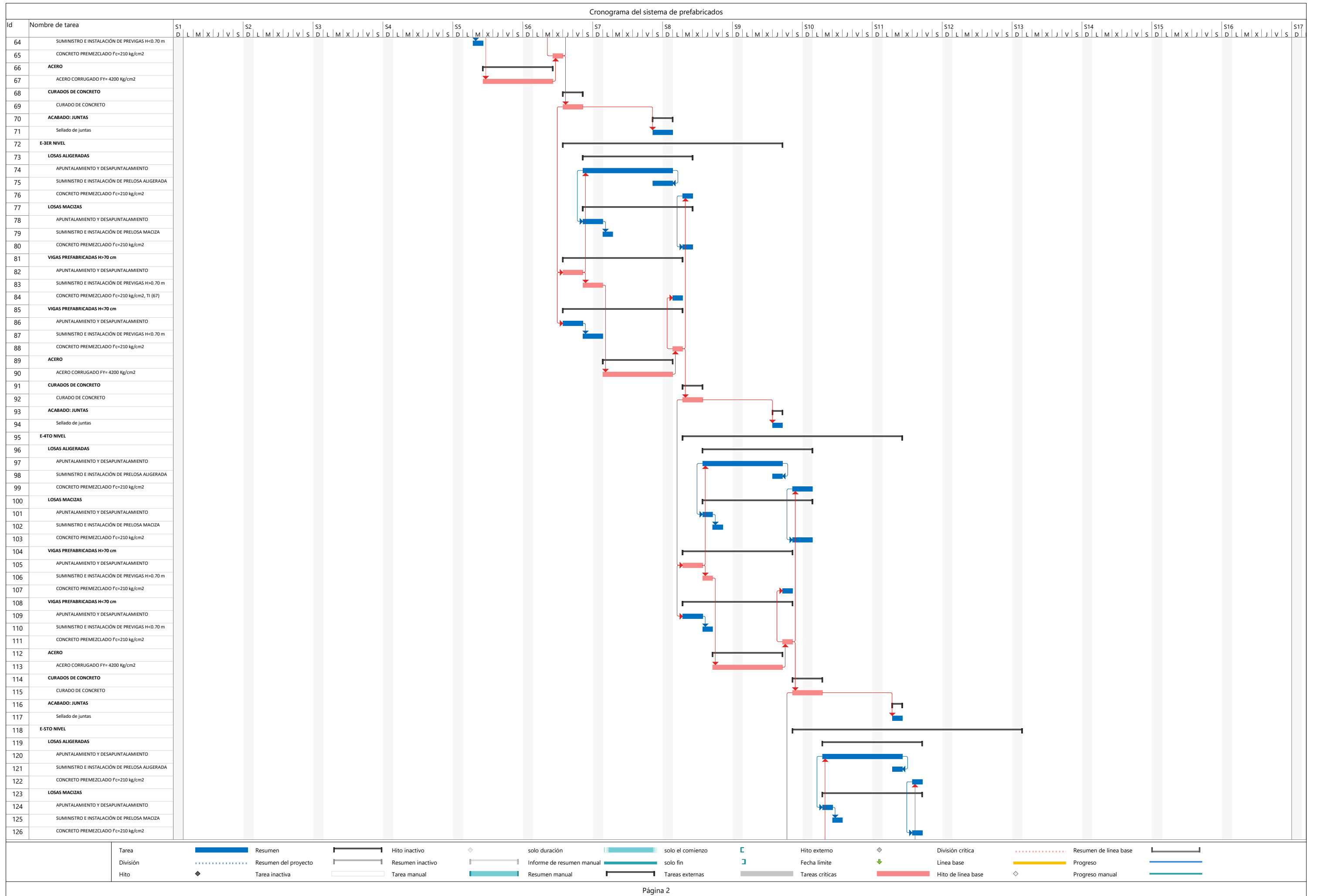
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de recursos para la construcción de un pabellón universitario	Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de recursos para la construcción de un pabellón universitario	El uso de losas y vigas prefabricadas influye de manera positiva, optimizando el uso de recursos para la construcción de un pabellón universitario	Sistema de losas y vigas prefabricadas	Losas Prefabricadas	Consumo de concreto en obra	m3
					Costo de prefabricados	Soles /m2
					Cantidad de encofrado	m2
				Vigas Prefabricadas	Consumo de concreto en obra	m3
					Costo de prefabricados	Soles /m
					Cantidad de encofrado	m
ESPECIFICO	ESPECIFICO	ESPECIFICO	DEPENDIENTE			
Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de costos para la construcción de un pabellón universitario	Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de costos para la construcción de un pabellón universitario	El uso de losas y vigas prefabricadas disminuye los costos para la construcción de un pabellón universitario	Incidencia en recursos como plazo, costo y calidad	Plazo	Monto del presupuesto de obra	soles (\$/)
Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de plazos para la construcción de un pabellón universitario	Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la optimización de plazos para la construcción de un pabellón universitario	El uso de losas y vigas prefabricadas reduce los plazos para la construcción de un pabellón universitario		Costo	Plazo de ejecución de casco estructural	Mes
Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la calidad de la construcción de un pabellón universitario	Determinar la influencia del uso de losas y vigas prefabricadas en la calidad de la construcción de un pabellón universitario	El uso de losas y vigas prefabricadas en la calidad de la construcción de un pabellón universitario		Calidad	Supervisión de acabados y gestión	glb

ANEXO 02: CRONOGRAMAS DE EJECUCION DE ENTREPISOS

<

<





ANEXO 03: COTIZACIONES DE PRELOSAS PARA OBRA



Estimados Señores:

EMPRESA
ATENCION
PROYECTO
PRODUCTO
DIRECCION DEL PROYECTO
RUC

TRK CONTRATISTAS
ELVIS CARHUALLANQUI
AMPLIACION UARM
PRELOSAS
PUEBLO LIBRE
20601908817

Atencion:

FECHA: 22/08/2023

BD-2023-08 - Cotizacion
PL-1337-2023-S.A
Revisión 1

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

PRECIO UNITARIO / M2 (S/.) /SIN ACERO

NIVEL	MACIZA	ALIGERADA 20cm
SÓTANOS	46.00	60.00
PISOS	46.00	60.00

*Nota: Precios sin IGV

NIVEL	MACIZA	ALIGERADA 20cm	COSTO
SOTANO	136.30	396.50	S/ 30059.80
PISO 1	20.51	387.20	S/ 24175.46
PISO 2	20.51	387.20	S/ 24175.46
PISO 3	20.51	387.20	S/ 24175.46
PISO 4	20.51	387.20	S/ 24175.46
SubTotal	218.34	1 945.30	S/ 126761.64
Total	3 337.68		S/ 22817.10
			S/ 149578.74
			TOTAL

*Metrados aproximados

INCLUYE

- Fabricación de prelosas de 5cm de espesor.
- Transporte de prelosas a obra. Entrega sobre plataforma de camión. Despacho mínimo 100m2 por camión
- Concreto f'c 280 kg/cm2
- Adición de **fibra de polipropileno** en la mezcla de concreto.
- 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 distribucion y acero base
- **Suministro y Colocación** de Casetones de Poliestireno, Densidad 12, cajas de luz y pases sanitarios.
- Curado de prelosas en planta.
- Dirección y asesoría técnica antes, durante y despues la obra.
- Entrega coordinada para montaje de camión a techo.
- Prestamo de cadena de izaje de cuatro ramales hasta finalizar el proyecto
- **Suministro y colocación de Material: Tralicho**

FORMA DE PAGO

- FACTURACIÓN INMEDIATA POR DESPACHO, PAGO A 7 DÍAS

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.
- El envío de las prelosas se coordina para su colocación directamente desde el camión.
- La prelosas entra en produccion 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.
- 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: 003-041-003001646397-15₁₀₈

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

Martin Olavide
comercial04@betondecken.com
+51 955-526-896
ASESOR COMERCIAL



Estimados Señores:

EMPRESA
ATENCION
PROYECTO
PRODUCTO
DIRECCION DEL PROYECTO
RUC

TRK CONTRATISTAS
ELVIS CARHUALLANQUI
AMPLIACION UARM
PRELOSAS
PUEBLO LIBRE
20601908817

Atencion:

FECHA: 22/08/2023

PL-1338-2023-S.A

Revisión 1

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

PRECIO UNITARIO / M2 (S/.) /SIN ACERO

NIVEL	MACIZA	ALIGERADA 20cm
SÓTANOS	46.00	60.00
PISOS	46.00	60.00

*Nota: Precios sin IGV

NIVEL	MACIZA	ALIGERADA 20cm	COSTO	
PISO 5	20.60	387.35	S/	24188.60
PISO 6	20.60	365.35	S/	22868.60
AZOTEA	28.12	352.02	S/	22414.72
SubTotal	69.32	1 104.72	S/	69471.92
Total	1 174.04		S/	12504.95
			S/	81976.87
				TOTAL

*Metrados aproximados

INCLUYE

- Fabricación de prelosas de 5cm de espesor.
- Transporte de prelosas a obra. Entrega sobre plataforma de camión. Despacho mínimo 100m2 por camión
- Concreto f'c 280 kg/cm2
- Adición de **fibra de polipropileno** en la mezcla de concreto.
- 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, cajas de luz y pases sanitarios.
- Curado de prelosas en planta.
- Dirección y asesoría técnica antes, durante y despues la obra.
- Entrega coordinada para montaje de camión a techo.
- Prestamo de cadena de izaje de cuatro ramales hasta finalizar el proyecto
- **Suministro y colocación de Material: Tralicho**

FORMA DE PAGO

- FACTURACIÓN INMEDIATA POR DESPACHO, PAGO A 7 DÍAS

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.
- El envío de las prelosas se coordina para su colocación directamente desde el camión.
- La prelosas entra en produccion 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.
- 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 vuestro proyecto. Atentamente;

Martin Olavide
comercial04@betondecken.com
+51 955-526-896
ASESOR COMERCIAL

ANEXO 04: COTIZACIONES DE PREVIGAS PARA OBRA



EMPRESA
ATENCION
PROYECTO
PRODUCTO
DIRECCION DEL PROYECTO
RUC

BD-2023-08 - Cotizacion

Revisión N° 1

Atencion:

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

	VIGAS H<70 CM	VIGAS 1.0 M > H>70 CM
PRECIO	77.00	91.00

*Nota: Precios sin IGV

*Metrados aproximados

INCLUYE

- Fabricación de previsa con 5 cm de espesor por cara.
- Concreto f'c 280 kg/cm2
- Curado de previgas.
- Dirección y asesoría técnica antes, durante y despues la obra.
- Planos de instalación (Incluye pago a calculista por revisión).
- Transporte de previgas a obra. Entrega sobre plataforma de camión. Despacho mínimo 50m por camión
- Entrega coordinada para montaje de camión a techo.
- Prestamo de cadena de izaje de cuatro ramales hasta finalizar el proyecto

NO INCLUYE

- **Suministro de Material: Acero estructural** (acero positivo embebido en previga grado 60, acero de temperatura 8 mm y acero de guía en estribos 8mm). Este debe ser suministrado por el cliente.
- **Colocación** de Acero estructural grado 60

FORMA DE PAGO

- SEGÚN NEGOCIACIÓN Y EVALUACIÓN CREDITICIA

CONSIDERACIONES VARIAS

- El ciclo de colocación es de aproximadamente 6 minutos por previgas.
- Las tolerancias de la previsa son de +/- 3mm tanto en dimensiones como en alineamiento
- El acabado inferior de la previsa es perfectamente liso y uniforme. NO REQUIERE TARRAJEO POSTERIOR.
- Cualquier aumento en el espesor de las paredes de la previsa tendrá un costo adicional.
- Colocación de acero estructural grado 60 para previgas con un costo adicional de 1.30 Soles/kg + IGV
- El envío de los prefabricados se coordina para su colocación directamente desde el camión.
- El despacho de las vigas en rampa dependerá del contexto en campo y evaluación de los ingenieros de proyectos.
- La previsa entra en producción mínimo 2 semanas antes de su colocación.
- La validez de esta oferta esta sujeta a la variación de la materia prima en un 5% desde la fecha cotizada
- El precio de la previsa se refiere a los metros lineales de "previsa".

VALIDEZ DE OFERTA

15 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 vuestro proyecto.
Atentamente;

Martin Olavide
comercial04@betondecken.com
+51 955-526-896
ASESOR COMERCIAL



Estimados Señores:

EMPRESA
ATENCION
PROYECTO
PRODUCTO
DIRECCION DEL PROYECTO
RUC

TRK CONTRATISTAS
ELVIS CARHUALLANQUI
AMPLIACION UARM
VIGAS PERALTADAS
PUEBLO LIBRE
20601908817

BD-2023-08 - Cotizacion

PV-1340-2023

Revisión Nº 1

FECHA: 22/08/2023

Atencion:

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

PRECIO UNITARIO / M (S/.)

	VIGAS H<70 CM	VIGAS 1.0 M > H>70 CM
PRECIO	77.00	91.00

*Nota: Precios sin IGV

NIVEL	VIGAS H<70 CM (m)	VIGAS 1.0 M > H>70 CM (cm)	COSTO	
PISO 5	122.50	97.5	S/	18305.00
PISO 6	130.02	99	S/	19020.54
PISO 7	136.5	94.6	S/	19119.10
SubTotal	389.02	291.10	S/	56444.64
Total	680.12		S/	10160.04
			S/	66604.68
</				

*Metrados aproximados

INCLUYE

- Fabricación de previsa con 5 cm de espesor por cara.
- Concreto f'c 280 kg/cm2
- Curado de previgas.
- Dirección y asesoría técnica antes, durante y después la obra.
- Planos de instalación (Incluye pago a calculista por revisión).
- Transporte de previgas a obra. Entrega sobre plataforma de camión. Despacho mínimo 50m por camión
- Entrega coordinada para montaje de camión a techo.
- Prestamo de cadena de izaje de cuatro ramales hasta finalizar el proyecto

NO INCLUYE

- **Suministro de Material: Acero estructural** (acero positivo embebido en previsa grado 60, acero de temperatura 8 mm y acero de guía en estribos 8mm). Este debe ser suministrado por el cliente.
- **Colocación** de Acero estructural grado 60

FORMA DE PAGO

- SEGÚN NEGOCIACIÓN Y EVALUACIÓN CREDITICIA

CONSIDERACIONES VARIAS

- El ciclo de colocación es de aproximadamente 6 minutos por previgas.
- Las tolerancias de la previsa son de +/- 3mm tanto en dimensiones como en alineamiento
- El acabado inferior de la previsa es perfectamente liso y uniforme. NO REQUIERE TARRAJEO POSTERIOR.
- Cualquier aumento en el espesor de las paredes de la previsa tendrá un costo adicional.
- Colocacion de acero estructural grado 60 para previgas con un costo adicional de 1.30 Soles/kg + IGV
- El envío de los prefabricados se coordina para su colocación directamente desde el camión.
- El despacho de las vigas en rampa dependerá del contexto en campo y evaluación de los ingenieros de proyectos.
- La previsa entra en producción mínimo 2 semanas antes de su colocación.
- La validez de esta oferta esta sujeta a la variación de la materia prima en un 5% desde la fecha cotizada
- El precio de la previsa se refiere a los metros lineales de "previga".

VALIDEZ DE OFERTA

15 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;

Martin Olavide
comercial04@betondecken.com
+51 955-526-896
ASESOR COMERCIAL

ANEXO 05: COTIZACIÓN DE ACERO EN PREFABRICADOS



Estimados Señores:

EMPRESA
ATENCION
PROYECTO
PRODUCTO
DIRECCION DEL PROYECTO
RUC

TRK CONTRATISTAS
ELVIS CARHUALLANQUI
AMPLIACION UARM
ACERO
PUEBLO LIBRE
20601908817

BD-2023-08-Cotizacion

AC-2083-2023

Revisión N° 1

FECHA: 24/08/2023

Atencion:

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

PRECIO UNITARIO / TN (\$USD)

NIVEL	KILAJE DE ACERO
PISOS	840.00

*Nota: Precios sin IGV

NIVEL	ACERO EMBEBIDO EN PRELOSAS (TN)	ACERO EN VIGAS CHATAS (TN)	ACERO EN PREVIGAS (TN)	COSTO	
PISO 5	1.31	0.25	2.85	\$	3 704.40
PISO 6	1.35	0.25	2.95	\$	3 822.00
AZOTEA	1.55	0.35	2.96	\$	4 082.40
SubTotal	4.21	0.85	8.76	\$	11 608.80
Total		13.82		\$	2 089.60
				\$	13 698.40
					I.G.V.
					TOTAL

*Metrados aproximados

INCLUYE

- **Suministro de material:** Acero embebido en prelosa grado 60, fy=4200kg/cm2.
- **Suministro de material:** Acero correspondiente a vigas chatas embebido (estribos, longitudinales inferiores y 8 mm superior) en prelosa grado 60, fy=4200kg/cm2.
- **Suministro de Material:** Acero estructural (acero positivo embebido en previga grado 60, acero de temperatura 6 mm y acero de guía en estribos 8mm).

NO INCLUYE

- **Suministro de Material:** Acero estructural (acero negativo y/ temperatura sobre prelosas grado 60). Este debe ser suministrado por el cliente.
- **Suministro de material:** Acero equivalente al tralicho en prelosa grado 60, fy=4200kg/cm2.
- **Suministro de material:** Acero correspondiente a vigas chatas (superiores correspondientes en cortes) en prelosa grado 60, fy=4200kg/cm2.

FORMA DE PAGO

- AL CONTADO O CREDITO A 7 DIAS.

CONSIDERACIONES VARIAS

- La presente cotización considera el metrado de acero positivo embebido en la prelosa y el metrado de vigas chatas en prelosas
- 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.
- Cualquier garantía se rige acorde al cumplimiento de nuestros procedimientos generales.
- Se considerará el tipo de cambio a la fecha de la presente.

VALIDEZ DE OFERTA

7 días calendario

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: 011-3500010003453466
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;

Martin Olavide
comercial04@betondecken.com
+51 955-526-896
ASESOR COMERCIAL

**ANEXO 06: COTIZACIÓN DE HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO EN
OBRA**

PRESUPUESTO: Mano de obra habilitación y colocación de acero corrugado

CLIENTE : Ing. Elvis Carhuallanqui
OBRA : Universidad Antonio Ruiz de Montoya



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	CIO UNITARIO	PARCIAL S/.	COMENTARIOS
1.00	Mano de Obra Habilitación y Colocación de acero	kg	95,000.00	1.00	S/ 95,000.00	
COSTO DIRECTO					S/ 95,000.00	
I.G.V.				18%	S/ 17,100.00	
TOTAL A PAGAR					S/ 112,100.00	

CONDICIONES DE SERVICIO

- + Inicio de los trabajos con orden de servicio.
- + Pago de valorizaciones semanales según avance.
- + Se considera todos los epp del personal y póliza de seguro.
- + Tiempo de ejecución según avance de obra.
- + No incluye paz social.
- + Incluye acarreo y eliminación de material.
- + El cliente tendrá que habilitar punto de luz en el banco.

Atentamente,
Juan Carlos S.
Supervisor de Campo
AMC CONTRATISTAS GENERALES
RUC. 10766148544
Móvil: 992479152

Lima, 16 de agosto del 2023

ANEXO 07: COTIZACIÓN DE APUNTALAMIENTO DE OBRA

VORTEX COMPANY SAC

COTIZACION DE ENCOFRADO

Lima, 18 agosto de 2023

Sr. Residente de Obra: ELVIS CARHUALLANQUI

Por intermedio de la presente, le hago llegar nuestra cotización para el subcontrato, de acuerdo a las partidas y metrados recibidos.

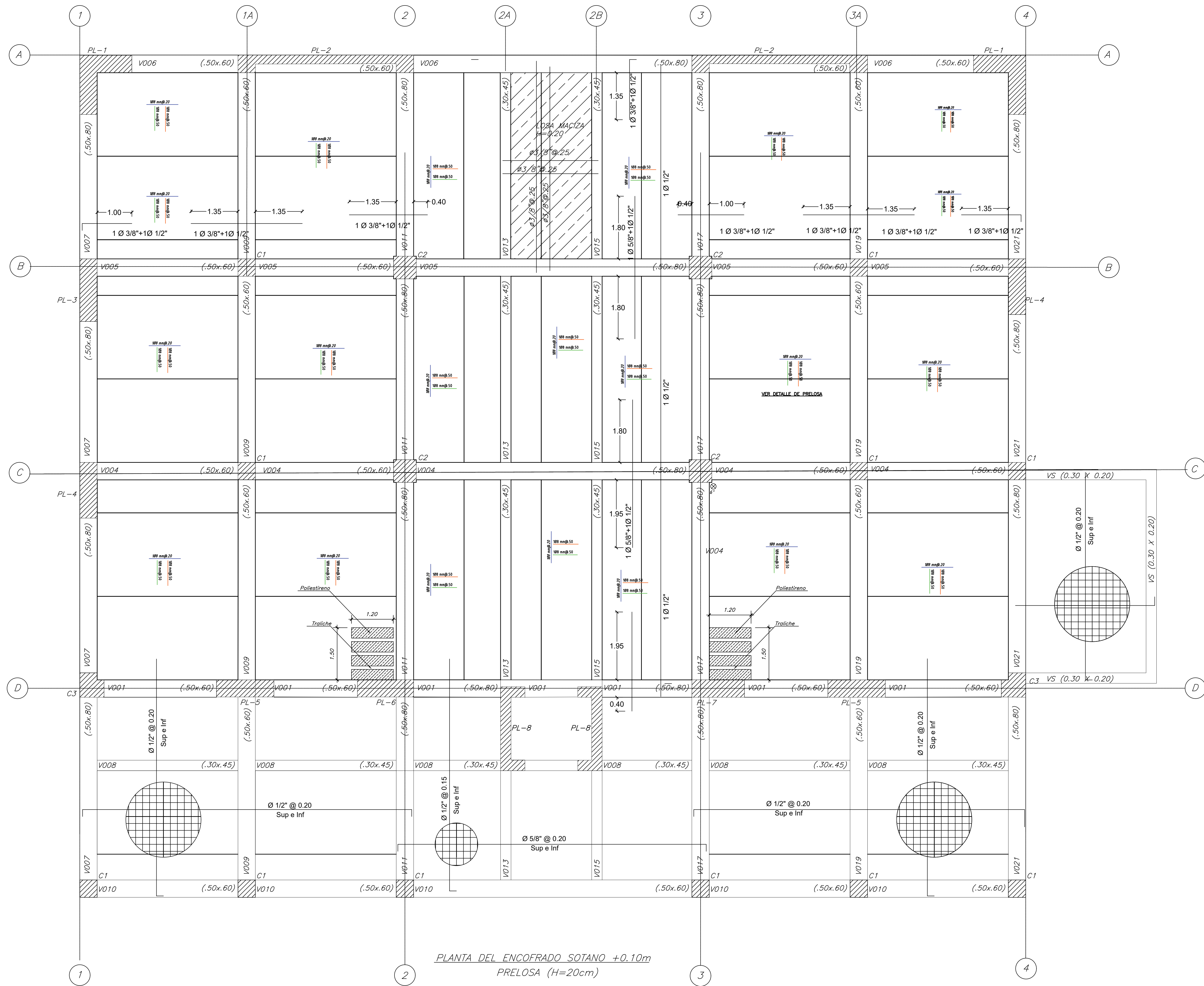
Comentarle que somos una empresa comprometida con la sociedad, dedicada al rubro de la construcción que viene participando en diversos proyectos a nivel nacional con personal técnico calificado que se rigen bajo el sistema de gestión de calidad del cliente, trabajando así con tecnología, eficiencia y calidad en el servicio; buscando siempre la satisfacción del cliente y el orgullo del deber cumplido hacia el interior de la organización.

ESPECIFICACIONES:

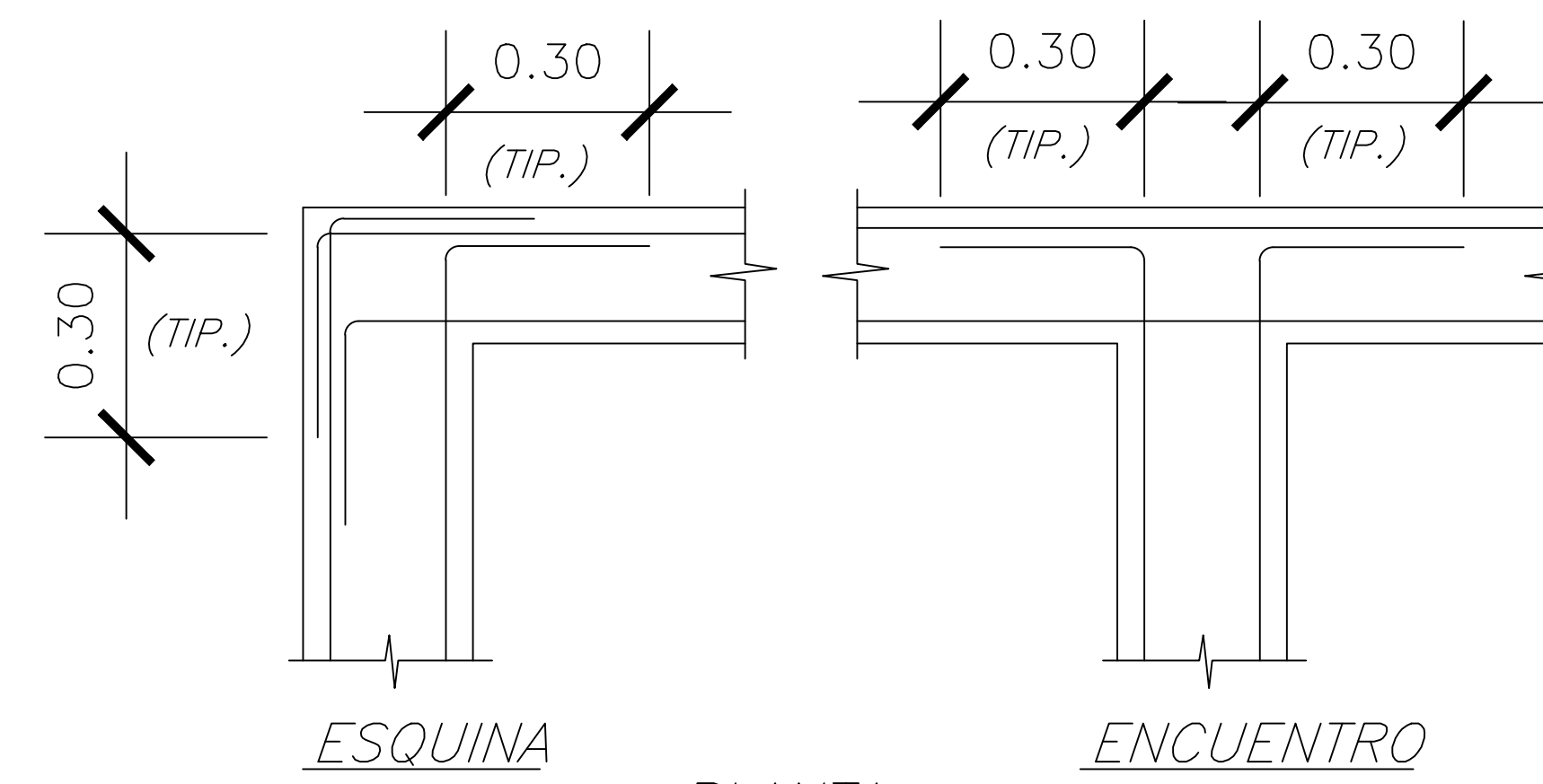
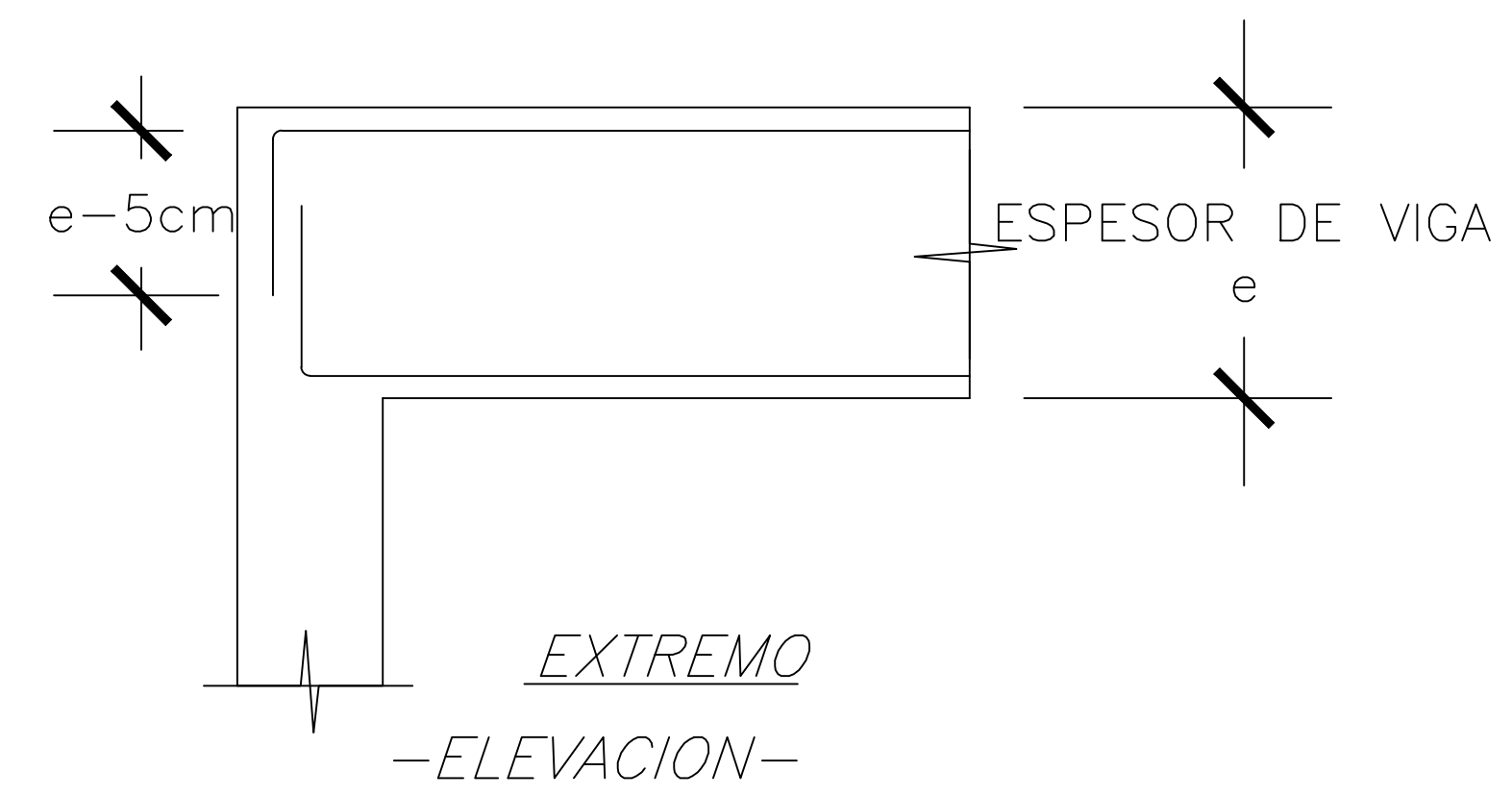
- El presupuesto es el siguiente, donde se incluye el IGV.
- El encofrado de estructuras verticales será con encofrado metálico
- Para el apuntalamiento se usará puntales metálicos galvanizados pesados con un largo de 4 metros.
- En los frisos se respetará el mismo precio de encofrado.

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO REFERENCIAL	PU (\$/ Soles)	SUB TOTAL (\$/ Soles)
01	CONCRETO ARMADO				
01.01	COLUMNAS				
01.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	115.00	S/ 36.00	S/ 4,140.00
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EST. VERTICALES	m2	803.00	S/ 68.00	S/ 54,604.00
01.02	PLACAS				
01.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	488.00	S/ 36.00	S/ 17,568.00
01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EST. VERTICALES	m2	2920.00	S/ 68.00	S/ 198,560.00
01.03	PREVIGAS				
01.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	460.00	S/ 36.00	S/ 16,560.00
01.03.02	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO EST. HORIZONTALES	ml	1880.00	S/ 36.00	S/ 67,680.00
01.03.03	COLOCACION DE PREVIGAS	ml	1880.00	No incluye	
01.04	PRELOSAS (H=20cm)				
01.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	280.00	S/ 36.00	S/ 10,080.00
01.04.02	APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO EST. HORIZONTALES	m2	3250.00	S/ 36.00	S/ 117,000.00
01.04.03	COLOCACION DE PRELOSAS	m2	3250.00	No incluye	
01.05	ESCALERAS				
01.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	189.00	S/ 36.00	S/ 6,804.00
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EST. HORIZONTALES	m2	396.00	S/ 68.00	S/ 26,928.00
	COSTO DIRECTO				S/ 519,924.00
	i.g.v.			18%	S/ 93,586.32
	TOTAL A PAGAR				S/ 613,510.32

ANEXO 08: PLANOS DE ENCOFRADO

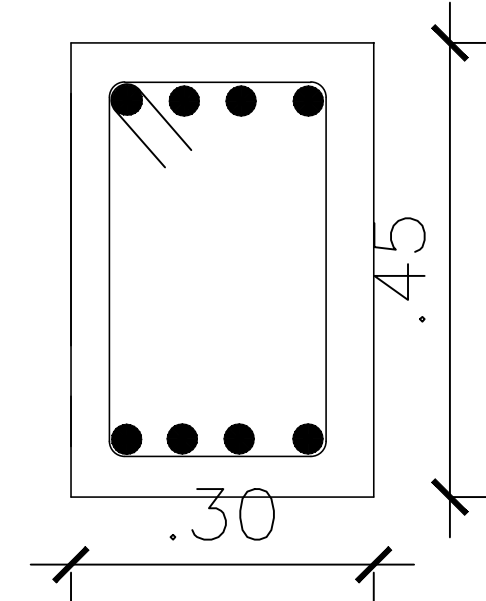


PLANTA DEL ENCOFRADO SOTANO +0.10m
PRELOSA (H=20cm)

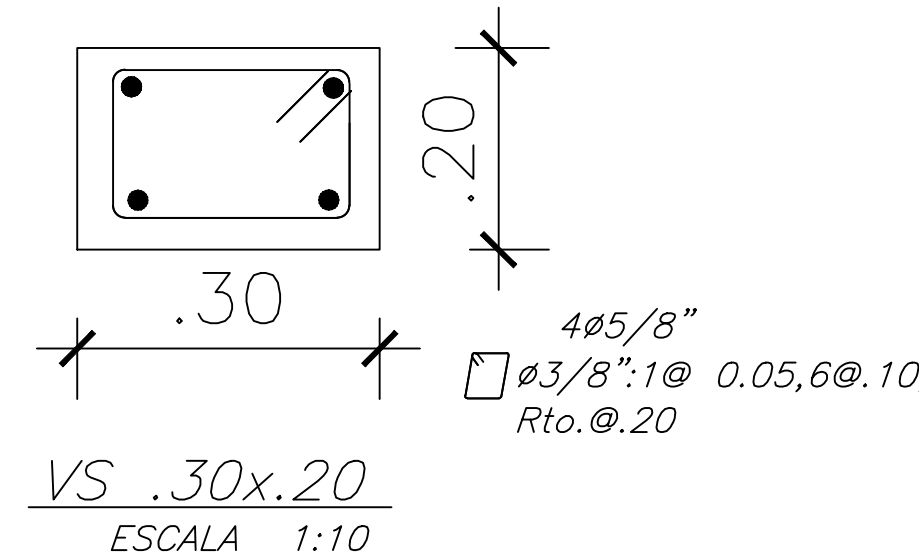


DOBLADO TIPICO DE ARMADURAS EN VIGAS

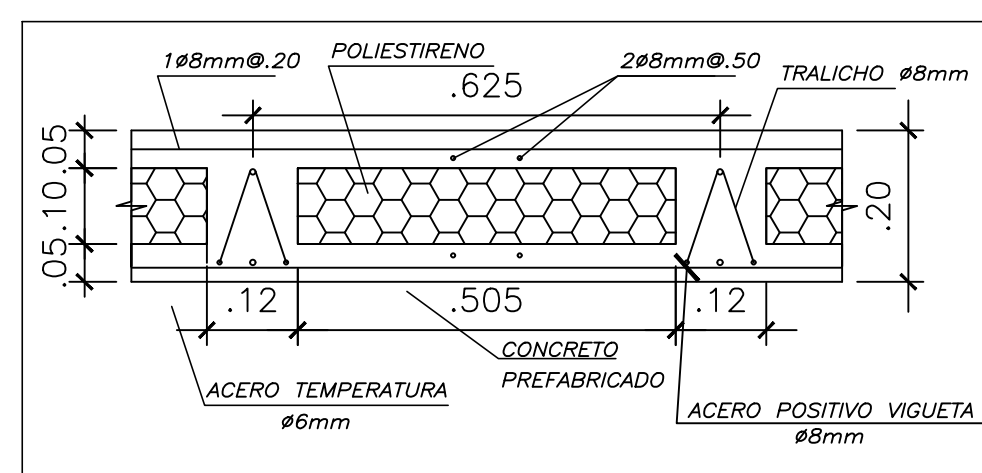
ESCALA 1:10



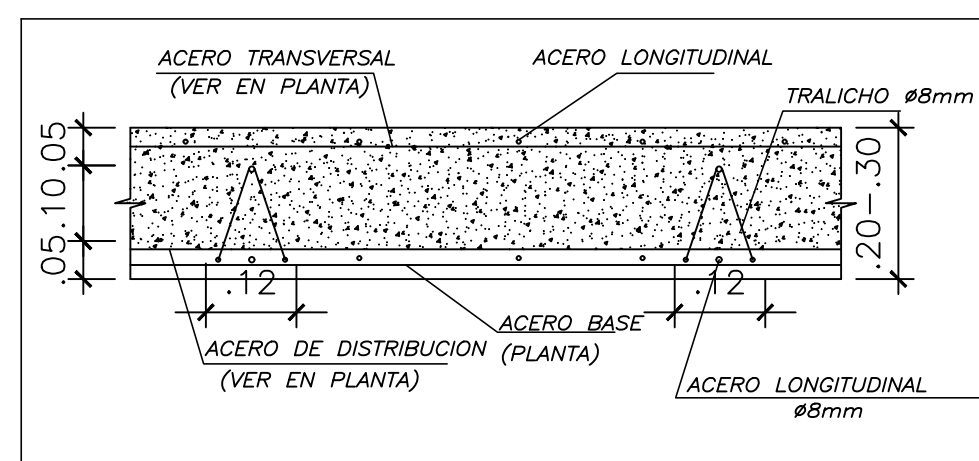
V013 V015
ESCALA 1:10



ESCALA 1:10



DETALLE DE PRELOSA H=20 cm
ESCALA : 1/10



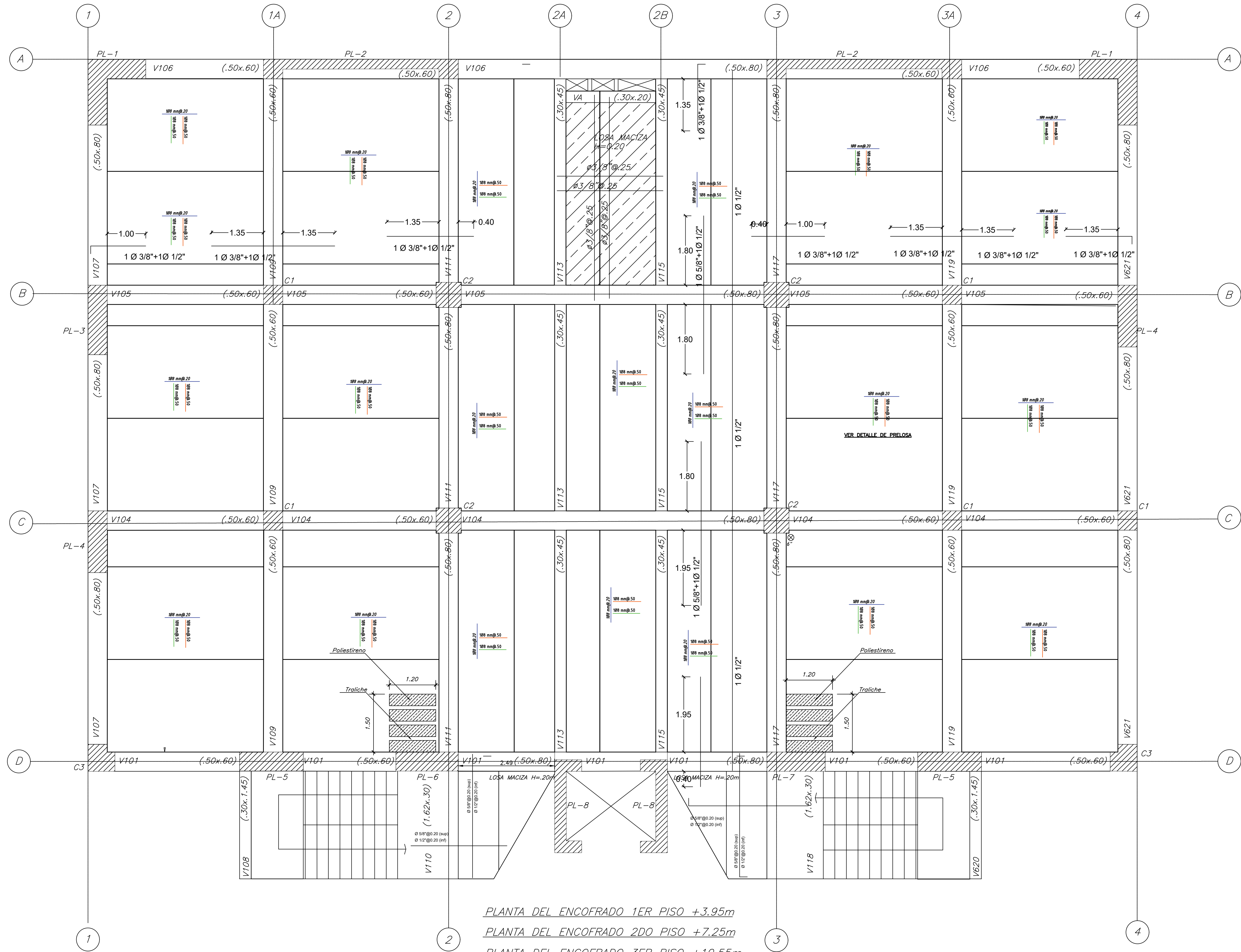
DETALLE DE PRELOSA MACIZA
ESCALA : 1/10

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$
$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

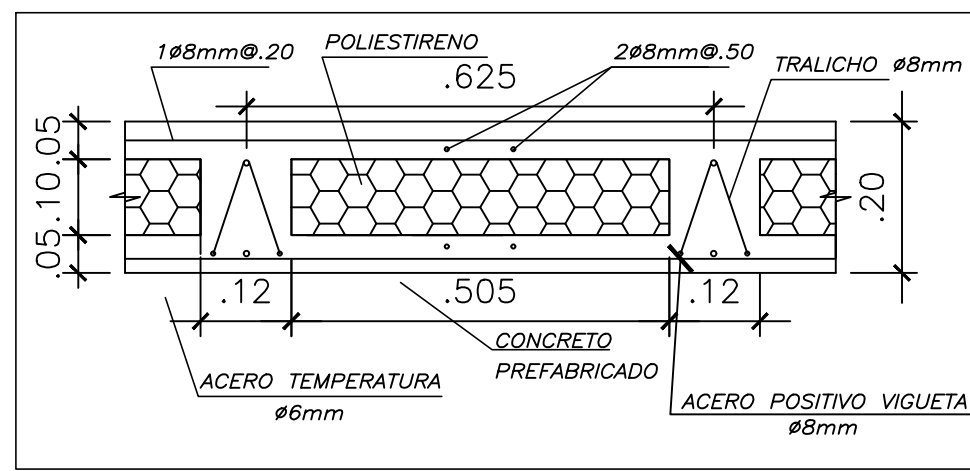
LA AMPLIACIÓN SE SOSTIENE CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL
DEL ING° OSCAR EDGARDO ANICAMA CORREA
INGENIERO CIVIL CIP N°43977 (SETIEMBRE 2021)

AS BUILT

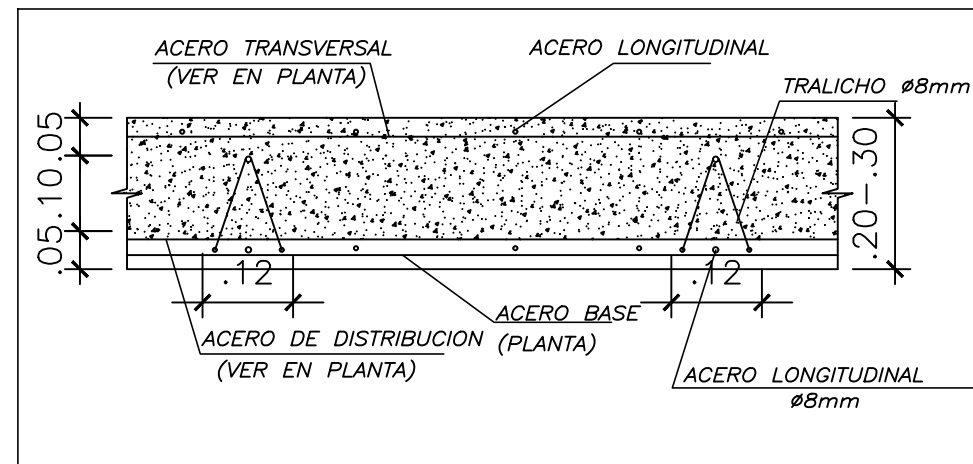
REV.	DESCRIPCION	FECHA
	SEGUNDO AUGUSTO BRAVO VIDARTE INGENIERO CIVIL CIP 172494	
	O B R A : EJECUCION DEL PROYECTO PABELLON UNIVERSITARIO	PLANO AS BUILT N°
	PROPIETARIO : UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA	E02
	PLANTA ENCOFRADO SOTANO	
ESCALA : 1:50 1:7	DIBUJO : D.C.N.	REVISADO : E.C.M.
	FECHA : ABRIL 2024	REVISION : N° 01



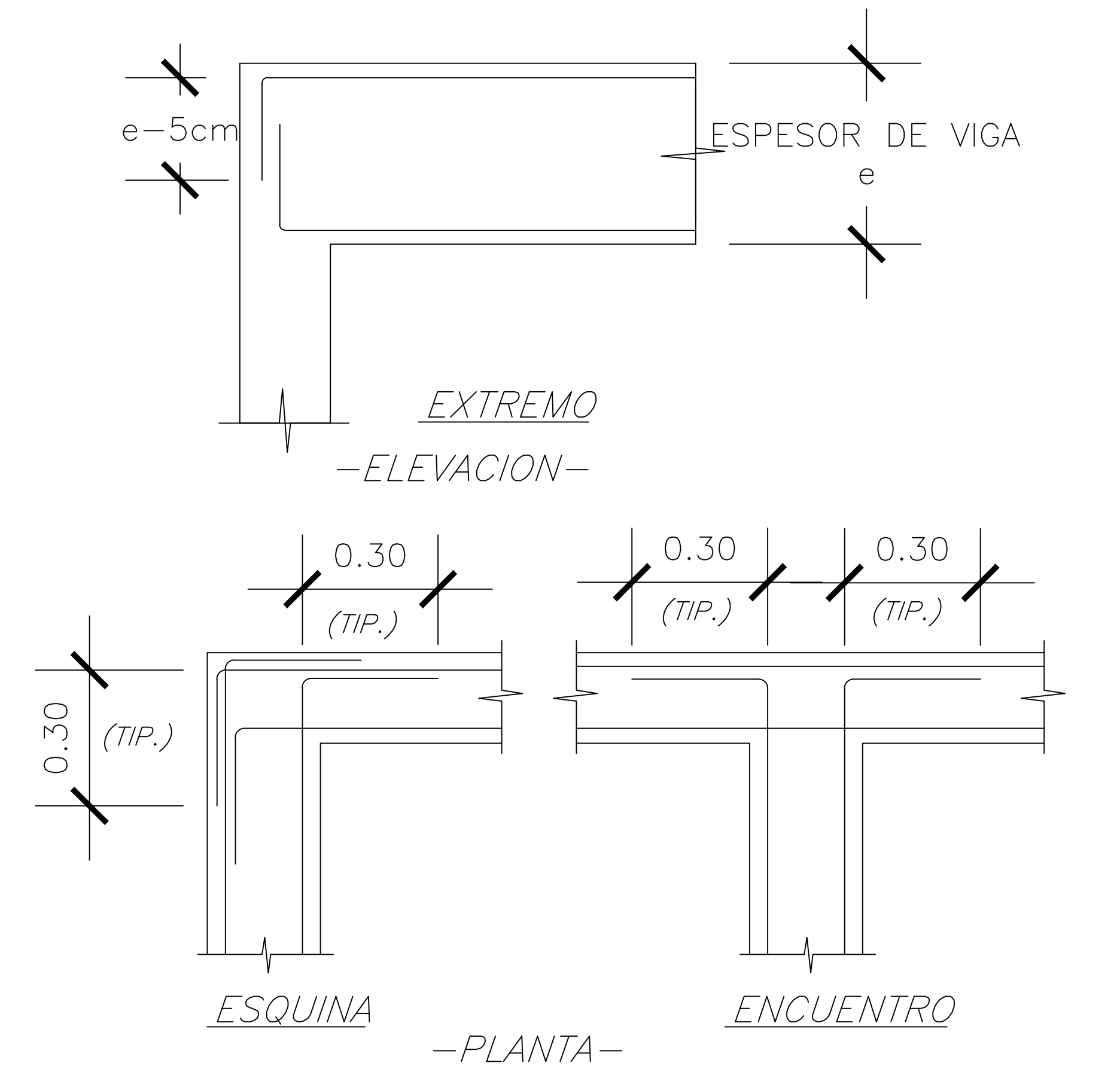
PLANTA DEL ENCOFRADO 1ER PISO +3.95m
PLANTA DEL ENCOFRADO 2DO PISO +7.25m
PLANTA DEL ENCOFRADO 3ER PISO +10.55m
PLANTA DEL ENCOFRADO 4TO PISO +13.85m
PLANTA DEL ENCOFRADO 5TO PISO +17.15m
PRELOSA (H=20cm)



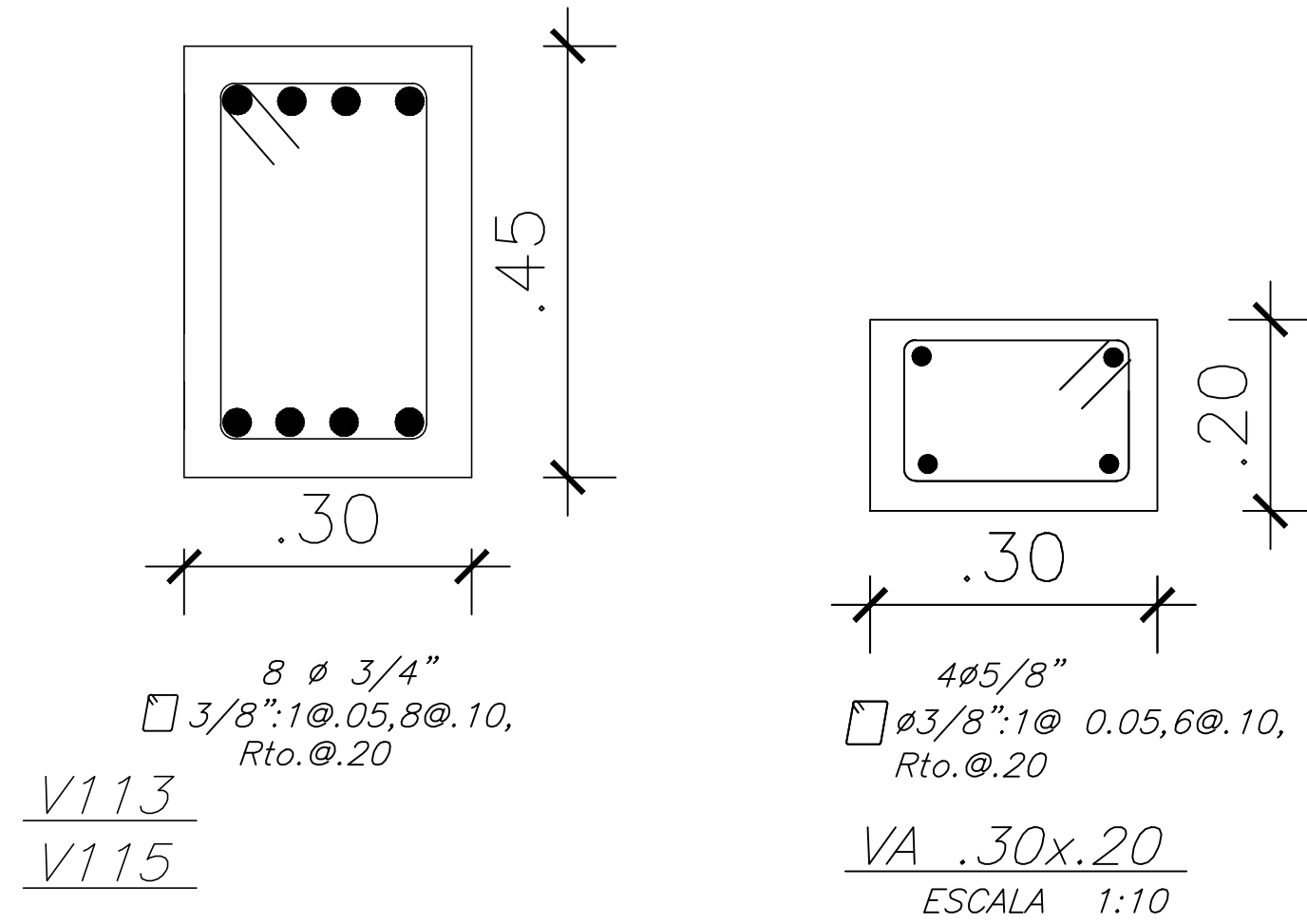
DETALLE DE PRELOSA H=20 cm
ESCALA : 1/10



DETALLE DE PRELOSA MACIZA
ESCALA : 1/10



DOBLADO TIPICO DE ARMADURAS EN VIGAS
ESCALA 1:10



V113
V115
V213
V215
V313
V315
V413
V415
ESCALA 1:10

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$
$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

LA AMPLIACIÓN SE SOSTIENE CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL
DEL ING. OSCAR EDGARDO ANICAMA CORREA
INGENIERO CIVIL CIP N°43977 (SETIEMBRE 2021)

AS BUILT

REV.	DESCRIPCION	FECHA
	SEGUNDO AUGUSTO BRAVO VIDARTE INGENIERO CIVIL CIP 172494	
O B R A :	EJECUCION DEL PROYECTO PABELLON UNIVERSITARIO	PLANO AS BUILT N°
PROPIETARIO :	UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTTOYA	E03
PLANTA ENCOFRADO TIPICO 1ER-5TO PISO		
ESCALA : 1:50	DIBUJO : 1:7	REVISADO : E.C.M.
		FECHA : ABRIL 2024
		REVISION : N° 01

ANEXO 09: FORMATOS DE CALIDAD DE INSPECCION DE PREFABRICADOS

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 001

Fecha: 18/10/2023

ELEMENTO Prelasa + Previga

UBICACIÓN Sotano

PLANO DE REFERENCIA -

SECTOR SI

PISO 501

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
		✓

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
		✓

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	✓	
✓		
		✓

Observaciones: Revisión OK

APROBACION FINAL:

APROBADO (✓)

DESAPROBADO ()

Nombre
Firma **TRK** CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.
Fecha 18/10/23
Ingeniero de Calidad Yuzhen Escobar Licapa

Nombre
Firma **TRK** CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.
Fecha 18/10/23
Residente de Obra ELVIS CARHUALLANQUI MAURICIO

Nombre
Firma
Fecha 18/10/23
Inspeccion tecnica de **SUPERVISIÓN** JIKEN S.A.C.

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C.
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 002

Fecha: 24/10/2023

ELEMENTO Prelasa + Previgla
UBICACIÓN 5º Tamo
PLANO DE REFERENCIASECTOR 52
PISO 50T**INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA**

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
		—

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
		—

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	✓	
✓		
		—

Observaciones: Revisión OK

APROBACION FINAL:

APROBADO ✓

DESAPROBADO ()

Nombre
Firma
Fecha 24/10/23
Ingeniero de Calidad
Yuzhen Escobar Licapa
Ing. CalidadNombre
Firma
Fecha 24/10/23
Residente de Obra
CARVALLANQUI MAURICIO
RESIDENTE DE OBRANombre
Firma
Fecha 24/10/23
Inspeccion tecnica de obra
S.A.C.

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES SAC.
ELEMENTO *Melosa + Pienza*
UBICACIÓN *1º Piso*
PLANO DE REFERENCIA *-*

Registro N° *003*Fecha: *2/11/2023*SECTOR *S1*PISO *1º***INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA**

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros: *-*

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
☒	☐	☐
☒	☒	☐
☒	☐	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros: *-*

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
☒	☐	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐
☒	☒	☐

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
☒	☐	☐
☒	☐	☐
☒	☐	☐

Observaciones:

*Revisión OK + Fisuras OK***APROBACION FINAL:**APROBADO ☒

DESAPROBADO ()

Nombre

Firma

Fecha

2/11/23

Ingeniero de Calidad

TRK CONTRATISTAS S.A. GENERALES*Yuzhen Escobar Licapa*
Ing. Calidad

Nombre

Firma

Fecha

2/11/23

Residente de Obra

TRK CONTRATISTAS S.A. GENERALES*ELVIS CARMUALLANQUI MAURICIO*
RESIDENTE DE OBRA

Nombre

Firma

Fecha

02/11/23

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

SUPERVISIÓN*Jiken S.A.C.*

OBRA: EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
 CLIENTE: UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
 INSPECCION TECNICA: JIKEN S.A.C
 CONTRATISTA: TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 004

Fecha: 8/11/2023

ELEMENTO: Prolo 2 + Provis 2

UBICACIÓN: 10 PISO

SECTOR: 52

PISO: 10

PLANO DE REFERENCIA:

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
✓		
✓		
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
	✓	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
✓		
	✓	
	✓	
✓		
	✓	
	✓	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
✓		
✓		
✓		

Observaciones: Revisión In + Reparación In

APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

 Nombre: Yuzhen Escobar Licapa
 Firma:
 Fecha: 8/11/23
 Ingeniero de Calidad

 Nombre: ELVIS CARRUALLANQUI MAURICIO
 Firma:
 Fecha: 8/11/23
 Residente de Obra

 Nombre:
 Firma:
 Fecha: 08/11/23
 Inspeccion técnica de obra (ITO)
 SUPERVISION

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C.
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES SAC.

Registro N° 005

ELEMENTO Entrepisos
UBICACIÓN 2º
PLANO DE REFERENCIA

Fecha: 12/11/23

SECTOR S-1
PISO 2º**INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA**

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
		—

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
		—

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	—
OK		
	OK	—

Observaciones: Se aplicó la reparación de fisuras con manual BD

APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Nombre
Firma
Fecha
12/11/23
Ingeniero de Calidad
Daniel Cordova NatividadNombre
Firma
Fecha
12/11/23
Residente de Obra
ELVIS CARMUALLANQUI MAURICIONombre
Firma
Fecha
12/11/23
Inspeccion tecnica de obra
SUPERVISIÓN

OBRA: EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
 CLIENTE: UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
 INSPECCION TECNICA: JIKEN S.A.C.
 CONTRATISTA: TRK CONTRATISTAS GENERALES SAC.

Registro N° 006

 ELEMENTO: *Entrepiso*
 UBICACIÓN: *2º*
 PLANO DE REFERENCIA: *1*

Fecha: 24/11/23

SECTOR: S2

PISO: 2º

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
		—

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
		—

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	—
OK		
	OK	—

 Observaciones: *No hubo presencia significativa de fisuras. Aprobado por Supervisión*
APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

 Nombre: **TRK** CONTRATISTAS S.A. GENERALES C.
 Firma: *[Firma]*
 Fecha: 24/11/23
 Ingeniero de Calidad: Daniel Corzo Natividad

 Nombre: **TRK** CONTRATISTAS S.A. GENERALES C.
 Firma: *[Firma]*
 Fecha: 24/11/23
 Residente de Obra: ELVIS CARRUALLANQUI MAURICIO

 Nombre: *[Firma]*
 Firma: *[Firma]*
 Fecha: 24/11/23
 Inspeccion tecnica de obra: SUPERVISIÓN

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 007

ELEMENTO *Entrepiso*
UBICACIÓN *3e*

Fecha: 06/12/23

PLANO DE REFERENCIA

SECTOR *S1*PISO *3e***INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA**

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	
OK		
	OK	

Observaciones: *Reparación según manual BD OK***APROBACION FINAL:**

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Nombre **TRK** CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.
Firma *[Firma]*
Fecha 06/12/23
Ingeniero de Calidad Daniel Corrao Natividad

Nombre **TRK** CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.
Firma *[Firma]*
Fecha 06/12/23
Residente de Obra *[Firma]*

Nombre *[Firma]*
Firma **SUPERVISIÓN**
Fecha 07/12/23
Inspección técnica de obra (ITO)

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 008

ELEMENTO 32 Entrepiso
UBICACIÓN —
PLANO DE REFERENCIA —

Fecha: 12/12/2023

SECTOR 52
PISO 32INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
OK	OK	
	OK	
	OK	
OK	OK	
	OK	
	OK	
		—

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
OK	OK	
	OK	
	OK	
OK	OK	
	OK	
OK	OK	
	OK	
		—

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	—
	OK	—
	OK	—

Observaciones: No fue necesario la aplicación de mecanismos de reparación

APROBACION FINAL:

Nombre

Firma

Fecha

Ingeniero de Calidad

TRK CONTRATISTAS
GENERALES S.C.
Daniel Corzo Natividad
Ing. Calidad

APROBADO (X)

Nombre

Firma

Fecha

Residente de Obra

TRK CONTRATISTAS
GENERALES S.C.ELVIS CARMUALLANQUI MAURICIO
RESIDENTE DE OBRA

DESAPROBADO ()

Nombre

Firma

Fecha

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

Inspeccion tecnica de obra (ITO)

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES SAC.

Registro N° 009

Fecha: 21/12/23

ELEMENTO *Entrepiso*
UBICACIÓN *4º*
PLANO DE REFERENCIASECTOR *SI*
PISO *4º*INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
		-

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
		-

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	-
	OK	-
	OK	-

Observaciones: *No fue necesario la reparación de Prefabricados.*

APROBACION FINAL:

Nombre *Daniel Corrova Natividad*
Firma *[Firma]*
Fecha *21/12/23*
Ingeniero de Calidad

APROBADO

Nombre *ELVIS CARRUALLANQUI MAURICIO*
Firma *[Firma]*
Fecha *21/12/23*
Residente de Obra

DESAPROBADO

Nombre *[Firma]*
Firma *[Firma]*
Fecha *22/12/23*
Inspeccion tecnica de obra (ITO)

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 010

Fecha: 26/12/23

ELEMENTO
UBICACIÓN 4^a Entresijos
PLANO DE REFERENCIA

SECTOR 52
PISO 9^oINSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
OK		
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros: _____

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
OK		
	OK	

Observaciones: Reparación xjñ manual BD.

APROBACION FINAL:

Nombre
Firma

Fecha

26/12/23
Ingeniero de Calidad**TRK** CONTRATISTAS
GENERALES S.C.Daniel Córdoba Natividad
Ing. Calidad

APROBADO ()

Nombre
Firma

Fecha

26/12/23
Residente de Obra**TRK** CONTRATISTAS
GENERALES S.C.ELVIS CARMUALLANQUI MAURICIO
RESIDENTE DE OBRA

DESAPROBADO ()

Nombre
Firma

Fecha

26/12/23

Inspección técnica de obra (ITO)

SUPERVISIÓN
JIKEN S.A.C.

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
 CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
 INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C.
 CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 011

Fecha: 09/01/24

 ELEMENTO Entrepisos
 UBICACIÓN 52
 PLANO DE REFERENCIA

SECTOR 51

PISO 52

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	-
	OK	-
	OK	-

Observaciones: Revisión OK

APROBACION FINAL:

 Nombre
 Firma
 Fecha 09/01/24
 Ingeniero de Calidad Daniel Cordova Natividad

APROBADO (X)

 Nombre
 Firma
 Fecha 09/01/24
 Residente de Obra JAVIER CARMUALLANQUI MAURICIO

DESAPROBADO ()

 Nombre
 Firma
 Fecha 09/01/24
 Inspeccion tecnica de obra (HTO) S.C.

TRK CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.

TRK CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.

SUPERVISIÓN

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C
CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES SAC.

Registro N° 012

Fecha: 09/01/24

ELEMENTO
UBICACIÓN 52 Entrepiso
PLANO DE REFERENCIA

SECTOR 52
PISO 52

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
OK		
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	
	OK	
	OK	

Observaciones:

Revision OK

APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Nombre
Firma

TRK CONTRATISTAS S. GENERALSES

Fecha 09/01/24
Ingeniero de Calidad Daniel Corrova Natividad

Nombre
Firma

TRK CONTRATISTAS S. GENERALSES

Fecha 09/01/24
Residente de Obra JUAN CARLOS ALLANQUI MAURICIO

Nombre
Firma
Fecha 09/01/24
Inspeccion tecnica de obra (I.T.O.) S.A.C.

SUPERVISIÓN

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
 CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
 INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C.
 CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 013

Fecha: 15/01/24

 ELEMENTO 6 Entrepiso
 UBICACIÓN
 PLANO DE REFERENCIA

 SECTOR 51
 PISO 6°

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
OK		
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	
	OK	
	OK	

Observaciones: Revisión de prefabricados: OK

APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

 Nombre
 Firma
 Fecha 15/01/24
 Ingeniero de Calidad Daniel Corrova Natividad
 Ing. Calidad

 Nombre
 Firma
 Fecha 15/01/24
 Residente de Obra ALVIS CARRUALLANQUI MAURICIO
 RESIDENTE DE OBRA

 Nombre
 Firma
 Fecha 15/01/24
 Inspeccion tecnica de obra (ITO) JIKEN S.A.C.

OBRA	EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO	Registro N°	014
CLIENTE	UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA	Fecha:	22/01/24
INSPECCION TECNICA	JIKEN S.A.C	SECTOR	52
CONTRATISTA	TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	PISO	06-
ELEMENTO	Ob: Entrepiso		
UBICACIÓN			
PLANO DE REFERENCIA			

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
OK		
	OK	
OK		
OK		
	OK	
OK		
	OK	
OK		
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
OK		
	OK	

Observaciones: Reparación de fisuras acorde a manual BD.

APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Nombre
Firma
Fecha
Ingeniero de Calidad

TRK CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.
Daniel Cordova Natividad
Ingeniero de Calidad

Nombre
Firma
Fecha
Residente de Obra

TRK CONTRATISTAS S.A. GENERALES S.C.
M-1
24/01/24
ELVIS CARIJUALLANQUI MAURICIO
RESIDENTE DE OBRA

Nombre
Firma
Fecha
Inspeccion tecnica de obra

SUPERVISION
22/01/24
JIKEN S.A.C.

OBRA EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO
 CLIENTE UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
 INSPECCION TECNICA JIKEN S.A.C.
 CONTRATISTA TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Registro N° 015

ELEMENTO 72 Entrepisos (Losas y Vigas)
 UBICACIÓN
 PLANO DE REFERENCIA

Fecha: 03/02/24

 SECTOR S1
 PISO 72

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
		-

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
		-

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	-
	OK	
	OK	-

Observaciones:

Revisión: OK

APROBACION FINAL:

APROBADO (M)

Nombre

Firma

Fecha

Ingeniero de Calidad

TRK CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C.

 Daniel Corrova Natividad
 Ing. Calidad

Nombre

Firma

Fecha

Residente de Obra

 ELVIS CARRUALLANQUI MAURICIO
 RESIDENTE DE OBRA

DESAPROBADO (X)

Nombre

Firma

Fecha

Inspección técnica de obra (ITO)

SUPERVISIÓN

03/02/24 Jiken S.A.C.

OBRA	EJECUCION DE PABELLON UNIVERSITARIO	Registro N°	016
CLIENTE	UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA	Fecha:	09/02/24
INSPECCION TECNICA	JKEN S.A.C	SECTOR	S2
CONTRATISTA	TRK CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	PISO	07-
ELEMENTO			
UBICACIÓN	72 Entrepiso (Lomas y vigas)		
PLANO DE REFERENCIA			

INSPECCION DE PREFABRICADOS: LOSA

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del paño
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del paño
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas o bordes
- 8 Desprendimiento de concreto de losa
- 9 Desnivel de cielo raso
- 10 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	

INSPECCION DE PREFABRICADOS: VIGAS

- 1 Fisuras menores a 0.4 mm
- 2 Fisuras mayores a 0.4 mm
- 3 Presencia de grietas superiores a 1mm
- 4 Presencia de fisuras/grietas en menos de 50% del EJE
- 5 Presencia de fisuras/grietas en más de 50% del EJE
- 6 Presencia de filtraciones de agua del concreto
- 7 Rebabas en superficie
- 8 Desprendimiento de concreto en vigas
- 9 Desnivel en vigas
- 10 Bordes rectos (Sin grietas)
- 11 Cangrejera en encuentros de vigas
- 12 Otros:

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
	OK	
OK		
	OK	
	OK	
OK		
	OK	

INSPECCION POST-REPARACION

- 1 Se encontró fisuras mayores a 0.4 mm
- 2 Fisuras/grietas fueron reparadas acorde a manual de BD
- 3 Cangrejeras fueron reparadas acorde a manual de BD

CONFORMIDAD		
SI	NO	NA
	OK	
	OK	
	OK	

 Observaciones: *Revisión OK. No se encontraron fisuras visibles a vigas.*
APROBACION FINAL:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

 Nombre
 Firma
 Fecha
 09/02/24
 Ingeniero de Calidad
 Daniel Corrova Natividad
 Ing. Calidad

 Nombre
 Firma
 Fecha
 09/02/24
 Residente de Obra
 ELVIS CARMUALLAQUI MAURICIO
 RESIDENTE DE OBRA

 Nombre
 Firma
 Fecha
 09/02/24
 Inspeccion técnica de obra (ITO)
 SUPERVISIÓN
 JKEN S.A.C.

**ANEXO 10: MANUAL DE REPARACION DE FISURAS/GRIETAS EN
PREFABRICADOS DE BETON DECKEN**

PREFABRICADOS DE CONCRETO

TIPOS DE FISURAS Y PROCEDIMIENTO DE REPARACION EN LOS PREFABRICADOS



BETON DECKEN SAC

20556964620

Revisado por:	Aprobado por:	Aprobado por:
JEFE DE ING. & PROYC.	JEFE DE ING. & PROYC.	GERENTE DE ING. & PROYC.
LEONARD CORDERO C.	DIEGO BARBA M.	CHRISTIAN PFLEIDERER U.

RESERVA DE DERECHOS DE AUTOR.

CONFIDENCIAL – Este documento no puede ser reproducido o modificado sin autorización y permiso de manera expresa por **BETON DECKEN SAC**.

	TIPOS DE FISURAS EN LOS PREFABRICADOS			BD-PO_033
	SISTEMA BETON DECKEN – PRELOSAS, PREVIGAS & PREMUIROS			Revisión C 27/10/2021
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha de Emisión:	Página
Miguel A. Portillo	Leonard Cordero	Christian Pfeleiderer	27/10/2021	2 de 6

1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este informe es definir los tipos de fisuras que se pueden presentar en los prefabricados que no perjudican la estructura y el procedimiento de reparación en caso se exceda de la tolerancia de 0.4 mm.

2. DESCRIPCION GENERAL

El presente informe de fisuras en los prefabricados de concreto armado del Sistema **BETON DECKEN** tiene el fin de definir y explicar la razón de las fisuras que se pueden presentar en los prefabricados de concreto.

3. ALCANCE

3.1. DESCRIPCION

El presente informe tiene como objetivo definir e identificar los tipos de fisuras que se presentan en las estructuras de concreto armado en su estado plástico o endurecido por factores debido al estado ambiental. Este informe rige para cualquier proyecto que se vea involucrado con el uso de concreto armado o prefabricados de concreto.

3.2. TIPOS DE FISURAS

Los tipos de fisura en el concreto se pueden dar tanto en el estado fresco o el estado Endurecido del mismo, En este caso para los prefabricados detallaremos los tipos de fisura que se originan en el estado endurecido del concreto.

FISURAS POR EXPOSICION AMBIENTAL

Dado que el medio ambiente puede traer consigo efectos termodinámicos y fisicoquímicos que pueden alterar considerablemente las propiedades del hormigón y de la armadura de refuerzo, a continuación.

i) Retracción Hidráulica (contracción por secado)

Las fisuras por retracción hidráulica ocurren en el concreto cuando durante el proceso de fraguado y endurecimiento se contrae en volumen. Las fisuras por este fenómeno generalmente se producen antes de la etapa de endurecimiento del concreto cuando la mezcla pierde agua de manera paulatina si es que no se toman medidas preventivas, ya que parte del agua absorbida y el agua capilar se irán evaporando a la temperatura lo que causa que existan cambios de volumen y por ende fisuras por retracción hidráulica. **Estas fisuras en los prefabricados son los más comunes y no presentan peligro estructural, no afectan la capacidad resistente del elemento.**

	TIPOS DE FISURAS EN LOS PREFABRICADOS			BD-PO_033
	SISTEMA BETON DECKEN – PRELOSAS, PREVIGAS & PREMUIROS			Revisión C 27/10/2021
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha de Emisión:	Página
Miguel A. Portillo	Leonard Cordero	Christian Pfeiderer	27/10/2021	3 de 6

ii) Acomodamiento Plástico

Las fisuras por acomodamiento plástico ocurren en la etapa en la que el concreto aun no ha endurecido y los agregados de la mezcla tienden a asentarse por efectos de la gravedad, desplazando hacia arriba los elementos menos densos como el agua y el aire atrapado. Esta posibilidad de fisura se presenta particularmente en elementos gruesos con refuerzo superficial y en elementos que presentan cambios bruscos de espesor. **Estas fisuras en los Prefabricados de Betondecken son poco probables, ya que el control de vaciado dentro de la galleta de 5-7cm de concreto es muy fácil de controlar y verificar su calidad.**

iii) Retracción Térmica

La retracción térmica es la variación de contracción del concreto originada por tensiones internas producidas por las diferencias térmicas entre el concreto y el medio ambiente, por lo general este tipo de efecto se da en climas calientes y es una de las mas ocurientes en los pisos superiores donde el sol esta en constante contacto con la superficie de la losa. **Estas fisuras en los prefabricados comunes en los niveles más altos de la estructura y no presentan peligro estructural.**

iv) Corrosión

Fisuras por corrosión u oxidación del acero de refuerzo dentro del concreto armado no solo origina fisuras, sino que también destruye superficialmente el elemento debido a la expansión de la varilla de refuerzo. Las fisuras ocasionadas por corrosión tienen un trazado paralelo a las varillas de refuerzo oxidadas y por lo general están rodeadas de manchas de oxido a lo largo de la fisura. Es importante que este tipo de fisuras se solucionen de manera inmediata. **Estas fisuras en los prefabricados Betondecken son inexistentes debido al control de calidad y la facilidad de manejar el refuerzo interno y sus recubrimientos del prefabricado en planta.**

	TIPOS DE FISURAS EN LOS PREFABRICADOS			BD-PO_033
	SISTEMA BETON DECKEN – PRELOSAS, PREVIGAS & PREMUIROS			Revisión C 27/10/2021
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha de Emisión:	Página
Miguel A. Portillo	Leonard Cordero	Christian Pfeleiderer	27/10/2021	4 de 6

4. RESPONSABILIDADES

4.1. INGENIERO DE PRODUCCION O CAMPO

Realizar el mapeo correspondiente de las áreas que presenten fisuras e identificar el tipo de fisura con la finalidad de identificar si tendrá un efecto negativo en el acabado final del producto.

4.2. INGENIERO DE CALIDAD O SUPERVISION

Verificar el mapeo correspondiente de las áreas con imperfecciones (fisuras).

Comunicar al ingeniero encargado de betondecken para una inspección detallada de las fisuras y sea el caso definir si deben ser reparadas para no afectar el acabado final.

Revisar el acabado final y dar conformidad del trabajo realizado.

5. PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN

5.1. SECUENCIA DE PROCESOS

Verificar que el área de trabajo esté libre de peligros y se tenga el espacio necesario para iniciar el trabajo.

Realizar la abertura de las zonas que presentan fisuras (picar y/o escarificar) que excedan los 0.40mm o lo indicado por el ingeniero de Betondecken.

Preparar la mezcla de reparación con el pegamento blanco flexible y agua.

Apertura la trayectoria de la fisura en caso sea necesario.

Aplicar la mezcla a la zona a reparar y emparejarlo para dejar una superficie lisa.

Retirar la mezcla residual y dejar orear.

Limpiar la zona de trabajo.

5.2. CONDICIONES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

El trabajador que realice este procedimiento debe de utilizar de manera obligatoria los elementos de protección personal - EPP'S (*guantes de construcción, casco de construcción, barbiquejo, lentes blancos, botas de seguridad, etc.*).

5.3. MANO DE OBRA

	TIPOS DE FISURAS EN LOS PREFABRICADOS			BD-PO_033
	SISTEMA BETON DECKEN – PRELOSAS, PREVIGAS & PREMUIROS			Revisión C 27/10/2021
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha de Emisión:	Página
Miguel A. Portillo	Leonard Cordero	Christian Pfeiderer	27/10/2021	5 de 6

Para este trabajo solo es necesario la presencia de un operario calificado.

5.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS

Los equipos y herramientas para realizar el siguiente procedimiento, serán los siguientes:

Herramientas básicas de obra.
Escalera - tipo tijera.

5.5. MATERIALES

Los materiales para realizar el siguiente procedimiento, serán los siguientes:

-Pegamento blanco Flexible
-Pegamento Blanco Extra Fuerte – Color GRIS
-Agua

5.6. CONSIDERACIONES PARA EL PROCEDIMIENTO

La zona a reparar tiene que estar libre de encofrado u otros obstáculos que dificulten el acceso de operario.

La asesoría por parte del ingeniero de Betondecken para decidir que fisuras requiere o no ser reparadas es necesaria, la mayoría de las fisuras no requiere algún procedimiento de reparación.

6. RECOMENDACIONES

Realizar el cumplimiento del presente procedimiento en su totalidad para el proyecto en efecto.

Realizar el seguimiento correspondiente al operario que realizara el trabajo en obra.

En techos que recibirán una capa de pintura, las fisuras tendrán mas tolerancia ya que se puede ocultar las imperfecciones con el empaste grueso.

	TIPOS DE FISURAS EN LOS PREFABRICADOS			BD-PO_033
	SISTEMA BETON DECKEN – PRELOSAS, PREVIGAS & PREMUIROS			Revisión C 27/10/2021
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha de Emisión:	Página
Miguel A. Portillo	Leonard Cordero	Christian Pflleiderer	27/10/2021	6 de 6

7. PANEL FOTOGRAFICO

El presente procedimientos puede realizarse previa evaluación. A continuación, se presentan algunos casos a considerar.

Caso 1: Fisuras menores a 0.4mm en prelosas (No aplica procedimiento)



Caso 2: Fisura mayor o igual a 0.4mm en prelosas (Puede aplicar procedimiento)

