

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA
CONSTRUCCIÓN**



**MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE
INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN
DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024**

TESIS

Presentada por:

Bach. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna

ORCID: 0009-0005-5313-8788

Asesor:

Dr. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

ORCID: 0000-0002-6569-0634

Para obtener el grado académico de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE
LA CONSTRUCCIÓN**

TACNA - PERÚ

2026

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Tesis

**MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER
SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE
LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS
POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO
REGIONAL DE TACNA - 2024**

Presentado por:

Bach. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna

**Tesis sustentada y aprobada el 18 de agosto de 2026; ante el
siguiente jurado examinador:**

PRESIDENTE: Dr. Pedro Valerio Maquera Cruz

SECRETARIO: Dr. Genner Alvarito Villarreal Castro

VOCAL: Dr. Diomedes Marcos Martín Oyola Zapata

ASESOR: Dr. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna, en calidad de egresado de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70359147.

Soy Autor de la tesis titulada: **MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024**, con asesor: Dr. Dennys Geovanni Calderón Paniagua.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Gerencia de la Construcción, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para obtención de un grado académico de ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber transgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara 02% de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándome que la información presentada es real y soy conocedor de las sanciones penales en caso de infringir las

leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el cumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado a las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento.

De identificarse fraude, piratería, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 18 de agosto de 2026



Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna

DNI: 70359147

DEDICATORIA

A mis padres, que nunca dejaron de creer en mí a pesar de todas las adversidades. A quienes me conocen y saben que esta pasión por aprender nació conmigo desde pequeño. Soy de los que no se rinden, de los que creen que toda persona puede mejorar, que todo puede cambiar, que el cambio no solo existe en la construcción sino en la vida misma. La mejora continua no es solo una metodología; es quien soy.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza en cada momento en que sentí que no podía más. A mis padres, por su amor inquebrantable y por enseñarme con el ejemplo que rendirse nunca es una opción. A mi asesor, por guiar este proceso con rigor y compromiso. A los expertos y colegas ingenieros que contribuyeron con su tiempo y conocimiento. A la Universidad Privada de Tacna, por ser el espacio donde la teoría y la práctica se encontraron. A todos los que alguna vez dudaron, gracias también, porque la duda ajena siempre fue mi mejor combustible.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1 Problema principal	4
1.2.2 Problemas secundarios	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.1.1 A nivel internacional	10
2.1.2 A nivel nacional	12

2.1.3	A nivel local	14
2.2	BASES TEÓRICAS DEL CAMBIO PLANEADO	15
2.2.1	Lean construction	15
2.2.2	Last Planner System	17
2.2.3	Productividad en construcción	67
2.2.4	Infraestructuras educativas en el Perú	71
2.2.5	Modelo de gestión	73
2.3	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	75
2.3.1	Aprendizaje y mejora continua (Aprendemos)	75
2.3.2	Avance físico	75
2.3.3	Avance real	76
2.3.4	Calidad de ejecución	76
2.3.5	Conformidades de calidad	77
2.3.6	Control de costos	77
2.3.7	Cumplimientos de hitos	77
2.3.8	Cumplimiento de plazos	78
2.3.9	Desviación temporal	78
2.3.10	Eficiencia de recursos	79
2.3.11	Lecciones aprendidas	79
2.3.12	Plan cumplido	79
2.3.13	Planificación de hitos (debemos)	80
2.3.14	Planificación Lookahead (Haremos)	80
2.3.15	Planificación por fases (Podemos)	81
2.3.16	Planificación semanal (Hicimos)	81

2.3.17	Rendimiento	82
2.3.18	Restricciones liberadas.....	82
2.3.19	Secuencia de fases.....	82
2.3.20	Validación presupuestal	83
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		84
3.1	HIPÓTESIS.....	84
3.1.1	Hipótesis general.....	84
3.1.2	Hipótesis específicas	84
3.2	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	84
3.2.1	Identificación de la variable independiente.....	84
3.2.2	Identificación de la variable dependiente.....	85
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN	88
3.4	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	88
3.5	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	89
3.6	POBLACIÓN DE ESTUDIO	90
3.6.1	Población.....	90
3.6.2	Muestra.....	91
3.7	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	94
3.7.1	Juicio de expertos	94
3.7.2	Encuesta	95
3.7.3	Análisis documental.....	96
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS	97
3.8.1	Para la validez de contenido del instrumento y del modelo.....	98
3.8.2	Para la confiabilidad del instrumento.....	98

3.8.3 Para el análisis descriptivo del diagnóstico.....	99
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	100
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	100
4.1.1 Juicio de expertos.....	102
4.1.2 Aplicación del cuestionario.....	116
4.2 CAMBIOS RELEVANTES DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	158
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	162
4.3.1 Verificación de la hipótesis general	162
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	167
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	171
6.1 Descripción del problema focalizado.....	171
6.1.1 Presentación del nudo crítico	171
6.1.2 Características relevantes del caso	177
6.2 Descripción de la propuesta	180
6.3 Proceso de migración hacia la solución propuesta.....	184
6.4 Costo de implementación.....	188
6.5 Beneficios que aporta la propuesta	195
6.5.1 Beneficio 1: reducción proyectada de retrasos.....	196
6.5.2 Beneficio 2: reducción proyectada de actividades no productivas .	198
6.5.3 Beneficio 3: incremento del PPC y potencial reducción del plazo .	199
6.5.4 Ratio del costo de implementación del modelo	201
6.5.5 Análisis beneficio-costo proyectado	203
CONCLUSIONES	209

RECOMENDACIONES	212
REFERENCIAS.....	215
APÉNDICES.....	221

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variable – independiente	86
Tabla 2. Operacionalización de variable – dependiente.....	87
Tabla 3. Registro de ingenieros civiles colegiados en la región de Tacna – 2025	91
Tabla 4. Estructura de validación del experto – Cuestionario 1	95
Tabla 5. Estructura del cuestionario 2.....	96
Tabla 6. Tabla resumen de análisis estadísticos aplicados.....	99
Tabla 7. Perfil profesional de los expertos validadores del modelo de gestión LPS	105
Tabla 8. Escala de valoración del juicio de expertos	106
Tabla 9. Descripción de símbolos de la fórmula del coeficiente V de Aiken.....	107
Tabla 10. Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 1: Plan maestro (Debemos).....	108
Tabla 11. Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 2: Plan de fases (Podemos)	109
Tabla 12. Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 3: Plan make ready (Haremos).....	110
Tabla 13. Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 4: Plan semanal (Hicimos)	111
Tabla 14. Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 5: Aprendizajes (Aprendemos).....	112
Tabla 15. Resultados del coeficiente V de Aiken por dimensión del modelo LPS	113
Tabla 16. Criterios de decisión para la validez de contenido según el coeficiente V de Aiken	114

Tabla 17. Descripción de símbolos de la fórmula de coeficiente alfa de Cronbach	118
Tabla 18. Resultado de confiabilidad del cuestionario 2	120
Tabla 19. Criterios de interpretación del coeficiente alfa de Cronbach.....	121
Tabla 20. Criterios de decisión para la confiabilidad del instrumento según coeficiente alfa de Cronbach.....	122
Tabla 21. Resultado obtenido de la interrogante N°01	124
Tabla 22. Resultado obtenido de la interrogante N°02	125
Tabla 23. Resultado obtenido de la interrogante N°03	127
Tabla 24. Resultado obtenido de la interrogante N°04	129
Tabla 25. Resultado obtenido de la interrogante N°05	130
Tabla 26. Resultado obtenido de la interrogante N°06	132
Tabla 27. Resultado obtenido de la interrogante N°07	133
Tabla 28. Resultado obtenido de la interrogante N°08	135
Tabla 29. Resultado obtenido de la interrogante N°09	136
Tabla 30. Resultado obtenido de la interrogante N°10	138
Tabla 31. Resultado obtenido de la interrogante N°11	139
Tabla 32. Resultado obtenido de la interrogante N°12	140
Tabla 33. Resultado obtenido de la interrogante N°13	142
Tabla 34. Resultado obtenido de la interrogante N°14	143
Tabla 35. Resultado obtenido de la interrogante N°15	144
Tabla 36. Resultado obtenido de la interrogante N°16	146
Tabla 37. Resultado obtenido de la interrogante N°17	147
Tabla 38. Media y desviación estándar global del diagnóstico.....	149
Tabla 39. Media aritmética y desviación estándar de resultados	150

Tabla 40. Escala de valoración del diagnóstico global	152
Tabla 41. Cambios relevantes proyectados con la aplicación del modelo de gestión LPS.....	159
Tabla 42. Resultados del coeficiente V de Aiken por dimensión del modelo de gestión LPS	164
Tabla 43. Resumen consolidado de indicadores estadísticos para la verificación de la hipótesis general.....	165
Tabla 44. Costo de implementación de la propuesta.....	195
Tabla 45. Ratio de implementación del modelo LPS según categoría normativa - Directiva N°017-2023-CG/GMPL	203
Tabla 46. Análisis de beneficio-costos proyectado del modelo LPS por categoría normativa - Directiva N°017-2023-CG/GMPL	207

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Contexto histórico del Lean Construction: del TPS a América Latina .	16
Figura 2. Evolución del Last Planner System: de la formalización teórica de Ballard (2000) a la sistematización metodológica de Pons y Rubio (2019).....	18
Figura 3. Fases del Last Planner System.....	20
Figura 4. Clasificación de los stakeholders internos y externos en proyectos de construcción	24
Figura 5. Ejemplo de Organizational Breakdown Structure (OBS) aplicada en un proyecto de construcción con implementación del Last Planner System	26
Figura 6. Ejemplo simplificado de EDT/WBS aplicada a un proyecto de construcción	28
Figura 7. Ejemplo de tren de trabajo aplicado a la fase de acabados interiores con identificación de zonas, secuencia de especialidades y subcontractistas.....	31
Figura 8. Sectorización y trenes de trabajo aplicados a un proyecto residencial de tres fases con diez sectores y un horizonte de 20 semanas	33
Figura 9. Tablero de planificación Lean® con todos sus elementos integrados: línea de tiempo, hitos, restricciones críticas, zonificación y actividades principales	35
Figura 10. Distribución de sesiones Pull por fases de obra a lo largo del horizonte temporal del proyecto.....	37
Figura 11. Concepto Pull aplicado a la planificación por fases: planificación inversa desde el entregable final hacia el inicio de la fase	39
Figura 12. Agenda estructurada de la Pull Session con cinco etapas secuenciales y evidencia fotográfica de su aplicación en obra	41
Figura 13. Sesión Pull en obra: equipo multidisciplinar construyendo colaborativamente el plan de fase frente al tablero de planificación	43

Figura 14. Clasificación de los tipos de restricciones en proyectos de construcción según el método Think In Lean®.....	45
Figura 15. Formato de gestión del Listado de Restricciones del LPS con preguntas clave para su identificación colaborativa	46
Figura 16. Funcionamiento del Look Ahead Plan: extracción de ventana de tres semanas desde el tablero del Master Plan hacia el formato de seguimiento semanal por subcontratista	48
Figura 17. Tablero del Look Ahead Plan con ventana de cinco semanas extraída del Pull Planning, mostrando los objetivos de flujo continuo, re-secuenciación y generación de inventario ejecutable	50
Figura 18. Reunión semanal con subcontratistas en obra: equipo multidisciplinar ejecutando el ciclo de revisión, planificación y actualización del Look Ahead Plan	54
Figura 19. Agenda estructurada de la reunión semanal con subcontratistas en tres bloques secuenciales: análisis de lo ocurrido, actualización del plan y conclusiones	56
Figura 20. Ciclo PDCA de mejora continua aplicado semana a semana en el Last Planner System, generando una espiral ascendente de consolidación del estándar de planificación.....	58
Figura 21. Seguimiento semanal del Porcentaje de Plan Completado (PPC) a lo largo de 20 semanas de ejecución, con línea objetivo al 80%	60
Figura 22. Sistema de indicadores para la gestión de restricciones en el LPS: listado de restricciones, tablero de seguimiento por prioridad y métricas de eficiencia de liberación.....	62
Figura 23. Diagrama de Pareto de Razones de No Cumplimiento del LPS: identificación de las causas más significativas que concentran el 76% de los incumplimientos del PPC.....	64

Figura 24. Tablero de indicadores de rendimiento del LPS con seguimiento semanal del PPC, velocímetro de estado actual y tabla consolidada de métricas de confiabilidad.....	66
Figura 25. Flujograma del desarrollo de la investigación.....	102
Figura 26. Flujograma del proceso de la validación por juicio de expertos	104
Figura 27. Flujograma del proceso de la aplicación del cuestionario	117
Figura 28. Resultado de la interrogante 01 del cuestionario aplicado	124
Figura 29. Resultado de la interrogante 02 del cuestionario aplicado	126
Figura 30. Resultado de la interrogante 03 del cuestionario aplicado	128
Figura 31. Resultado de la interrogante 04 del cuestionario aplicado	130
Figura 32. Resultado de la interrogante 05 del cuestionario aplicado	131
Figura 33. Resultado de la interrogante 06 del cuestionario aplicado	132
Figura 34. Resultado de la interrogante 07 del cuestionario aplicado	134
Figura 35. Resultado de la interrogante 08 del cuestionario aplicado	135
Figura 36. Resultado de la interrogante 09 del cuestionario aplicado	137
Figura 37. Resultado de la interrogante 10 del cuestionario aplicado	138
Figura 38. Resultado de la interrogante 11 del cuestionario aplicado	139
Figura 39. Resultado de la interrogante 12 del cuestionario aplicado	141
Figura 40. Resultado de la interrogante 13 del cuestionario aplicado	142
Figura 41. Resultado de la interrogante 14 del cuestionario aplicado	144
Figura 42. Resultado de la interrogante 15 del cuestionario aplicado	145
Figura 43. Resultado de la interrogante 16 del cuestionario aplicado	146
Figura 44. Resultado de la interrogante 17 del cuestionario aplicado	148
Figura 45. Cuestionario diagnóstico aplicado a la muestra de estudio	174
Figura 46. Envío del cuestionario diagnóstico por medio de correo electrónico	174

Figura 47. Registro de envío del cuestionario a la muestra de estudio	175
Figura 48. Entrega de carta a profesionales solicitando su participación como juez experto.....	176
Figura 49. Llenado del formato de opinión de expertos	177
Figura 50. Flujograma de la problemática en la ejecución de obra por administración directa	182
Figura 51. Aporte Last Planner System	183
Figura 52. Proceso de migración hacia la solución propuesta	187
Figura 53. Costo de implementación de la etapa 1: Planificación maestra.....	189
Figura 54. Costo de implementación de la etapa 2: Planificación de fases	190
Figura 55. Costo de implementación de la etapa 3: Planificación make ready...	191
Figura 56. Costo de implementación de la etapa 4: Planificación semanal	192
Figura 57. Costo de implementación de la etapa 5: Aprendizaje y lecciones aprendidas	193
Figura 58. Costo de implementación	194
Figura 59. Beneficio 1 proyectado: reducción de retrasos según categoría normativa de obra.....	197
Figura 60. Beneficio 2 proyectado: reducción de actividades no productivas según categoría normativa de obra	199
Figura 61. Beneficio 3 proyectado: incremento del PPC y reducción del plazo de ejecución según categoría normativa	200
Figura 62. Ratio de implementación del modelo LPS según categoría normativa de obra - Directiva N°017-2023-CG/GMPL (Contraloría, 2023).....	202
Figura 63. Simulación del análisis beneficio-costos del modelo LPS por categoría normativa de obra - Parámetros	204

Figura 64. Simulación del análisis beneficio-costos del modelo LPS por categoría normativa de obra (Detalle por categoría)	205
Figura 65. Simulación del análisis beneficio-costos del modelo LPS por categoría normativa de obra – Resumen B/C	206

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág
Anexo 1. Matriz de consistencia del informe final de tesis	221
Anexo 2. Cuestionario 1 – Instrumento de validación de la propuesta.....	222
Anexo 3. Cuestionario 2 - Instrumento	224
Anexo 4. Carta para evaluación por juicio de expertos	229
Anexo 5. Recepción de cartas dirigidas a los profesionales para su participación como juez experto	230
Anexo 6. Informe de opinión de expertos validando la propuesta de modelo de gestión – Cuestionario 1	235
Anexo 7. Formato 01: Planificación Maestro (contiene: Anexo 01 Cronograma Maestro, Anexo 02 Línea Base, Anexo 03 EDT, Anexo 04 Identificación de Hitos).	245
Anexo 8. Formato 02: Planificación de Fases (contiene: Anexo 05 Plan de Trabajo Colaborativo, Anexo 06 Programa de Flujo)	249
Anexo 9. Formato 03: Planificación de Obra — Make Ready (contiene: Anexo 07 Registro de Restricciones, Anexo 08 Compromiso para Eliminar Restricciones, Anexo 09 Diseño de Operaciones).....	251
Anexo 10. Formato 04: Planificación Semanal (contiene: Anexo 10 Plan Semanal de Trabajo, Anexo 11 Promesas Confiables).....	254
Anexo 11. Formato 05: Aprendizaje y Lecciones Aprendidas (contiene: Anexo 12 Coordinación Diaria, Anexo 13 Indicadores PPC, Anexo 14 Indicadores PCR, Anexo 15 Indicadores TMR)	256

RESUMEN

La presente investigación desarrolló un modelo de gestión basado en el Last Planner System (LPS) para contribuir a mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024, contexto en el que se reportaron ampliaciones de plazo y sobrecostos. El estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptivo-propositivo y diseño no experimental transversal; participaron 30 ingenieros civiles seleccionados intencionalmente. El diagnóstico, realizado mediante un cuestionario de 17 ítems, obtuvo una media global de 43,40 puntos y un alfa de Cronbach de 0,896, evidenciando buena consistencia interna. El modelo fue valorado por cinco expertos mediante el Cuestionario 1, alcanzando un V de Aiken global de 0,86. La propuesta comprende cinco etapas, cinco formatos y quince anexos operativos, con un costo referencial de S/ 25 000,00. El análisis beneficio-costo proyectado obtuvo ratios de 5,10; 15,30 y 30,60 en los escenarios evaluados, evidenciando viabilidad económica proyectada para una futura aplicación.

Palabras clave: Last Planner System, productividad, administración directa, infraestructura educativa, Lean Construction.

ABSTRACT

This research developed a management model based on the Last Planner System (LPS) to contribute to improving productivity during the execution of educational infrastructure projects under direct administration by the Regional Government of Tacna – 2024, a context in which schedule extensions and cost overruns were reported. The study was applied, descriptive-propositional, and followed a non-experimental cross-sectional design; 30 civil engineers were intentionally selected as participants. The diagnosis, conducted through a 17-item questionnaire, obtained a global mean of 43.40 points and a Cronbach's alpha of 0.896, indicating good internal consistency. The model was evaluated by five experts using Questionnaire 1, obtaining a global Aiken's V of 0.86. The proposal comprises five stages, five main formats, and fifteen operational annexes, with a reference implementation cost of S/ 25,000.00. The projected benefit-cost analysis yielded ratios of 5.10, 15.30, and 30.60 across the evaluated scenarios, indicating projected economic viability for future implementation.

Keywords: Last Planner System, productivity, direct administration, educational infrastructure, Lean Construction.

INTRODUCCIÓN

La baja productividad y las deficiencias asociadas con la planificación y el control de los proyectos de construcción constituyen desafíos persistentes para el sector, particularmente en las obras financiadas con recursos públicos, donde el cumplimiento de los objetivos de costo, plazo y desempeño debe articularse con principios de eficiencia, transparencia y adecuada utilización de los recursos. En el contexto peruano, esta problemática adquiere especial relevancia. De acuerdo con los datos consignados por el Consejo Privado de Competitividad (2025), se registraron 12 399 proyectos con variaciones de costo respecto del monto viable, alcanzándose una variación promedio de 118 %, mientras que 8 805 proyectos presentaron retrasos, con una demora promedio de 671 días. Asimismo, en sectores como educación, vivienda, agricultura, transporte y salud se reportaron retrasos promedio de 913 días y una variación promedio del costo de 113 %, evidenciándose la necesidad de fortalecer los procesos de planificación, coordinación y control durante la ejecución de las inversiones públicas.

En el ámbito regional, Tacna presentó durante 2024 un importante nivel de inversión en infraestructura educativa. A mayo de dicho año se registró una ejecución presupuestal equivalente al 81,8 % de la asignación destinada a este rubro, aproximadamente S/ 40 millones, según la información consignada en la investigación. No obstante, un elevado nivel de ejecución presupuestal no implica necesariamente la inexistencia de dificultades durante la ejecución física de las obras. La documentación revisada permitió reconocer situaciones vinculadas con ampliaciones de plazo, modificaciones durante la ejecución, dificultades derivadas de expedientes técnicos, disponibilidad de recursos y otros factores capaces de afectar la continuidad de las actividades programadas. Estas condiciones adquieren particular importancia en las obras ejecutadas mediante administración directa, modalidad en la que la entidad asume la organización de los recursos humanos,

materiales, equipos y procesos administrativos necesarios para la ejecución. En este contexto, las dificultades de coordinación, los tiempos requeridos para la disponibilidad de materiales y equipos y la necesidad de gestionar oportunamente las restricciones pueden incrementar la variabilidad del flujo de trabajo cuando no son anticipadas mediante mecanismos estructurados de planificación y seguimiento.

Frente a esta problemática, Lean Construction plantea una filosofía de gestión orientada a reducir pérdidas, mejorar el flujo de producción y generar valor durante la ejecución de los proyectos. Dentro de este enfoque, el Last Planner System (LPS), formalizado por Ballard (2000), constituye un sistema de planificación y control de la producción basado en la planificación colaborativa, la gestión anticipada de restricciones y la generación de compromisos confiables. Su lógica organiza progresivamente el trabajo desde aquello que debe ejecutarse, hacia aquello que puede ejecutarse, lo que efectivamente se hará, la comprobación de lo que se hizo y el posterior aprendizaje derivado de los resultados. Para la presente investigación, esta estructura fue adaptada mediante cinco etapas: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizajes (Aprendemos). La adaptación del LPS a obras públicas ejecutadas mediante administración directa presenta particular interés debido a las características organizacionales, presupuestales y logísticas propias de esta modalidad, ámbito que mostró un menor desarrollo específico dentro de los antecedentes revisados y que justificó la construcción de una propuesta contextualizada para el Gobierno Regional de Tacna.

En consecuencia, la presente investigación tuvo como propósito desarrollar un modelo de gestión basado en el Last Planner System para contribuir a mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. El estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptivo-propositivo y diseño no experimental transversal. El diagnóstico se desarrolló mediante un cuestionario de 17 ítems aplicado a 30 ingenieros civiles seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional,

obteniéndose una media global de 43,40 puntos y un coeficiente alfa de Cronbach de 0,896, correspondiente a una buena consistencia interna del instrumento. Posteriormente, el contenido del modelo propuesto fue valorado por cinco expertos mediante el Cuestionario 1, alcanzándose un coeficiente V de Aiken global de 0,86. La investigación se encuentra organizada en seis capítulos: el Capítulo I desarrolla el problema, la justificación y los objetivos; el Capítulo II presenta los antecedentes y fundamentos teóricos relacionados con Lean Construction, Last Planner System y productividad en construcción; el Capítulo III establece el marco metodológico; el Capítulo IV expone los resultados del diagnóstico descriptivo, la confiabilidad del instrumento, la validez de contenido del modelo y la verificación de la hipótesis desde una perspectiva descriptivo-propositiva; el Capítulo V desarrolla la discusión de resultados mediante su contraste con los antecedentes revisados; y el Capítulo VI presenta la propuesta de solución, estructurada en cinco etapas, cinco formatos principales y quince anexos operativos, además del proceso de migración, un costo referencial de implementación de S/ 25 000,00 y un análisis beneficio-costos proyectado con ratios de 5,10; 15,30 y 30,60 para los escenarios considerados. Debido a que el modelo no fue implementado experimentalmente durante la investigación, estos resultados sustentan su pertinencia técnica, validez de contenido y viabilidad económica proyectada, mientras que su efectividad real deberá ser evaluada posteriormente mediante una aplicación piloto en obra.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La baja productividad y las deficiencias en la gestión de proyectos de construcción constituyen problemas de alcance internacional que afectan el cumplimiento de los objetivos de costo, plazo y desempeño previstos durante la ejecución de las obras. El sector construcción enfrenta recurrentemente retrasos y sobrecostos asociados, entre otros factores, con sistemas de planificación que presentan limitaciones para responder oportunamente a la variabilidad propia de los procesos constructivos. Estos problemas adquieren especial relevancia en los proyectos financiados con recursos públicos, debido a la necesidad de garantizar el uso eficiente de los recursos, la transparencia y el cumplimiento de las metas programadas, según Azis et al. (2013). En este contexto, las dificultades se manifiestan mediante flujos de trabajo poco confiables, deficiencias de coordinación entre los actores involucrados y limitaciones en los sistemas de control de la producción. Frente a ello, se han desarrollado metodologías contemporáneas como el Last Planner System, cuyo fundamento teórico fue desarrollado por Ballard (2000) a partir del estudio de la variabilidad y la confiabilidad de la planificación en los proyectos de construcción.

En el ámbito nacional, las obras de infraestructura pública presentan problemas asociados al incumplimiento de cronogramas y a las variaciones de costos. Según los datos consignados por el Consejo Privado de Competitividad (2025), se registraron 12 399 proyectos con variaciones de costos respecto del monto viable, alcanzándose una variación promedio de 118 %, mientras que 8 805 proyectos presentaron retrasos con una demora promedio de 671 días, superior a los 595 días registrados en el periodo anterior. Asimismo, los sectores educación, vivienda, agricultura, transporte y salud presentaron, en promedio, un incumplimiento del registro de información del 26 %, una variación promedio del costo del 113 % y retrasos de 913 días. Estos indicadores evidencian la existencia de limitaciones en la planificación, coordinación y control de la ejecución de

proyectos públicos. En este escenario, herramientas como el Last Planner System presentan particular interés debido a su orientación hacia la planificación colaborativa, la gestión anticipada de restricciones y la generación de compromisos confiables. En el contexto peruano, Calua (2020) reportó resultados favorables en la aplicación del sistema en un proyecto de infraestructura educativa, donde el Porcentaje de Plan Cumplido alcanzó valores superiores a los obtenidos mediante el esquema de planificación convencional empleado en el proyecto analizado.

En el ámbito regional, Tacna presentó durante 2024 un importante nivel de inversión en infraestructura educativa. A mayo de ese año registró una ejecución presupuestal del 81,8 % de la asignación destinada a este rubro, equivalente aproximadamente a S/ 40 millones, según ComexPerú (2024). No obstante, el nivel de ejecución presupuestal no necesariamente implica ausencia de problemas durante la ejecución física de las obras. De acuerdo con la información de la Contraloría General de la República (2024) citada en la investigación, se reportaron ampliaciones de plazo, solicitudes de modificaciones y otras situaciones que afectaron la programación inicialmente prevista en determinados proyectos educativos de la región.

Entre los casos reportados se encuentra el mejoramiento de la I. E. Luis Alberto Sánchez, donde las deficiencias identificadas en el expediente técnico, relacionadas con componentes necesarios para la ejecución, generaron afectaciones en el desarrollo programado de la obra. Asimismo, otros proyectos regionales presentaron paralizaciones y modificaciones durante su ejecución. Estos antecedentes deben entenderse como evidencia del contexto regional de la infraestructura educativa y no necesariamente como casos pertenecientes a una misma modalidad de ejecución, dado que la presente investigación se delimita específicamente a las obras desarrolladas mediante administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

La problemática cobra especial importancia considerando la población estudiantil y la cantidad de instituciones educativas públicas existentes en la región. En la documentación revisada no se identificó evidencia de un uso sistemático de

estos mecanismos en las obras consideradas en el análisis documental. En este contexto, las limitaciones en la ejecución de obras educativas pueden afectar la disponibilidad oportuna de infraestructura adecuada para la prestación del servicio educativo, razón por la cual resulta pertinente fortalecer los mecanismos de planificación y control utilizados durante su ejecución.

Asimismo, en las obras públicas ejecutadas mediante administración directa existen particularidades organizacionales, presupuestales y logísticas que incrementan la complejidad de la gestión. La ejecución simultánea de diferentes frentes de trabajo, los procesos administrativos asociados a la adquisición de bienes y servicios, la disponibilidad de personal y equipos, así como la necesidad de gestionar oportunamente las restricciones, pueden generar variabilidad en el flujo de producción cuando no son adecuadamente anticipados. La ausencia de mecanismos estructurados de planificación y control limita la previsibilidad del trabajo y favorece una gestión reactiva frente a las desviaciones producidas durante la ejecución.

En este sentido, indicadores utilizados por el Last Planner System, como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), el registro de las Causas de No Cumplimiento (CNC) y el análisis sistemático de restricciones, constituyen herramientas orientadas a evaluar la confiabilidad de la planificación y fortalecer el proceso de aprendizaje continuo. En la medida en que la revisión documental realizada por la investigación lo sustente, puede señalarse que no se identificó evidencia de un uso sistemático de estos mecanismos en las obras analizadas. Ello permite reconocer una oportunidad para fortalecer los procedimientos de planificación y control empleados en la ejecución de infraestructura educativa por administración directa.

Frente a esta problemática, la investigación desarrolló un modelo de gestión fundamentado en el Last Planner System y adaptado a las características de las infraestructuras educativas ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna durante 2024. El modelo incorpora procesos de planificación maestra, planificación por fases, planificación Make Ready, planificación semanal y aprendizaje continuo, complementados con herramientas para la identificación y

liberación de restricciones, la generación de compromisos confiables y el seguimiento mediante indicadores propios del LPS.

Los antecedentes nacionales revisados respaldan la pertinencia de estudiar esta metodología en el contexto de la construcción pública. Calua (2020) reportó mejoras en el cumplimiento de las actividades planificadas en un proyecto educativo desarrollado en el Perú, mientras que Torres et al. (2021) analizaron el comportamiento de indicadores complementarios al PPC para identificar variabilidad no advertida mediante la programación semanal convencional. Estos antecedentes proporcionan sustento para plantear la adaptación del Last Planner System al contexto específico de las obras educativas ejecutadas mediante administración directa en Tacna, orientando la propuesta hacia una planificación colaborativa, una gestión anticipada de restricciones y un proceso sistemático de aprendizaje y mejora continua.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema principal

¿De qué manera el desarrollo de un modelo de gestión empleando Last Planner System permitirá mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024?

1.2.2 Problemas secundarios

- a) ¿Qué obras de infraestructura educativa se encontraron en ejecución o fueron recibidas bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024?
- b) ¿De qué manera la elaboración de un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas y lecciones aprendidas, permite mejorar la productividad de obras de Infraestructuras Educativas ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024?

- c) ¿Cuál es el nivel de validez del modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto, mediante juicio de expertos, para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, 2024?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se justificó socialmente por la necesidad de contribuir al mejoramiento de la gestión de las obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa en la región Tacna, considerando que la disponibilidad oportuna de infraestructura adecuada constituye una condición relevante para la prestación del servicio educativo. Los retrasos, interrupciones y desviaciones producidos durante la ejecución de este tipo de proyectos pueden postergar la puesta en funcionamiento de los espacios destinados a estudiantes, docentes y demás integrantes de la comunidad educativa. En este contexto, el desarrollo de un modelo de gestión basado en el Last Planner System resulta socialmente pertinente porque plantea fortalecer la planificación, anticipar restricciones y mejorar la confiabilidad de los compromisos asumidos durante la ejecución. Ballard (2000) evidenció que una mayor confiabilidad de la planificación mediante el Last Planner System puede asociarse con mejoras en el desempeño de la producción, mientras que Calua (2020), en el contexto peruano, reportó resultados favorables en el cumplimiento de actividades planificadas mediante la aplicación del sistema en un proyecto de infraestructura educativa. Por consiguiente, la propuesta desarrollada en la investigación presenta potencial para contribuir indirectamente a una utilización más eficiente de los recursos públicos y a una entrega más oportuna de infraestructura destinada al servicio educativo.

Desde una perspectiva teórica, la investigación aportó al estudio de la adaptación del Last Planner System a proyectos ejecutados mediante administración directa, modalidad que presenta características organizacionales, administrativas, presupuestales y logísticas particulares respecto de los proyectos ejecutados por contrata. El aporte no consistió en demostrar experimentalmente la

efectividad del LPS en las obras del Gobierno Regional de Tacna, sino en estructurar y sustentar técnicamente un modelo de gestión aplicable a dicho contexto a partir de los fundamentos de Lean Construction y del sistema desarrollado por Ballard (2000). La propuesta integró principios de planificación colaborativa, confiabilidad de compromisos, gestión anticipada de restricciones y aprendizaje continuo, articulándolos con las condiciones propias de la ejecución pública por administración directa. De esta manera, la investigación contribuyó con un marco técnico y conceptual que puede servir como referencia para futuras aplicaciones, evaluaciones y procesos de validación de campo en proyectos de infraestructura educativa con características similares.

La justificación metodológica se sustentó en la necesidad de transformar los fundamentos del Last Planner System en un modelo operativo estructurado y adaptable a la ejecución de obras públicas por administración directa. Para ello, la propuesta se organizó en cinco etapas secuenciales e interrelacionadas: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizaje y Lecciones Aprendidas (Aprendemos). Estas etapas permitieron estructurar instrumentos destinados a la identificación de hitos, planificación colaborativa por fases, identificación y liberación de restricciones, generación de compromisos semanales confiables y análisis sistemático de los resultados obtenidos durante la ejecución. Asimismo, se incorporaron indicadores como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), el Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones (PCR) y el Tiempo Medio de Resolución (TMR), además del registro y análisis de las causas de no cumplimiento, con la finalidad de proporcionar mecanismos de seguimiento y retroalimentación para una eventual implementación del modelo. En consecuencia, el aporte metodológico de la investigación radicó en convertir los principios conceptuales del LPS en una estructura de gestión compuesta por procesos, formatos e indicadores susceptibles de ser aplicados y posteriormente evaluados en obras públicas de infraestructura educativa.

En cuanto a la justificación normativa, la investigación se desarrolló considerando el marco regulatorio aplicable a la gestión de los recursos públicos y,

particularmente, a la ejecución de obras mediante administración directa. El Decreto Legislativo N.º 1440, Decreto Legislativo del Sistema Nacional de Presupuesto Público, establece el marco que regula la programación, aprobación, ejecución y evaluación presupuestaria del sector público, orientando la utilización de los créditos presupuestarios al cumplimiento de las finalidades y metas autorizadas. Para el periodo de estudio correspondiente al año 2024, los procesos de contratación de bienes y servicios vinculados con la ejecución de las obras se encontraban comprendidos, cuando correspondía, dentro del marco de la Ley N.º 30225, Ley de Contrataciones del Estado, y su Reglamento; posteriormente, desde el 22 de abril de 2025, entró en vigencia la Ley N.º 32069, Ley General de Contrataciones Públicas. De manera específica para la modalidad estudiada, la Directiva N.º 017-2023-CG/GMPL, “Ejecución de Obras Públicas por Administración Directa”, aprobada mediante Resolución de Contraloría N.º 432-2023-CG, establece disposiciones relacionadas con las funciones, requisitos, plazos y responsabilidades aplicables a este tipo de ejecución, orientadas al cumplimiento de las condiciones de calidad, costo y plazo. Asimismo, el Plan Nacional de Infraestructura Educativa constituye un instrumento de planificación del sector destinado a mejorar la condición, capacidad, gestión y sostenibilidad de la infraestructura educativa pública; su vigencia, inicialmente prevista hasta 2025, fue ampliada en 2026 hasta el año 2028. Complementariamente, la Política Nacional de Competitividad y Productividad, aprobada mediante Decreto Supremo N.º 345-2018-EF, establece lineamientos orientados a incrementar la competitividad y productividad del país. En este marco, el modelo propuesto guarda correspondencia con los principios de eficiencia, planificación, control y mejora de la gestión pública, sin que ello implique afirmar que su aplicación haya sido incorporada o exigida expresamente por dichas normas.

Desde la perspectiva práctica, la investigación se justificó porque proporcionó una propuesta concreta para abordar problemas asociados con la planificación, coordinación, gestión de restricciones y confiabilidad de los compromisos durante la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa. El modelo desarrollado proporciona al residente de obra, al

inspector y al equipo técnico una secuencia organizada de procesos y formatos para planificar desde los hitos generales hasta los compromisos semanales, identificar anticipadamente restricciones relacionadas con materiales, mano de obra, equipos, información y procesos administrativos, asignar responsables para su liberación y evaluar periódicamente el cumplimiento de la planificación. Para las unidades ejecutoras, la propuesta puede constituir una herramienta complementaria a los mecanismos convencionales de seguimiento de las obras; para el personal técnico, facilita la coordinación y la toma de decisiones basada en información actualizada; y para la entidad, permite disponer de registros estructurados que fortalecen la trazabilidad de los compromisos y el aprendizaje continuo. Debido a que la presente investigación tuvo un diseño no experimental, transversal y descriptivo-propositivo, estos beneficios deben entenderse como beneficios potenciales y proyectados del modelo, cuya magnitud real deberá ser comprobada mediante futuras aplicaciones en obras y mediante la comparación de indicadores de productividad antes, durante y después de su implementación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un modelo de gestión empleando Last Planner System para mejorar la productividad durante la ejecución de Infraestructuras Educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar las obras de infraestructura educativa que se encontraron en ejecución o fueron recibidas bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.
- b) Elaborar un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas y lecciones aprendidas, para mejorar la

productividad de obras de Infraestructura Educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.

- c) Determinar el nivel de validez del modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto, mediante juicio de expertos, para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, 2024.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 A nivel internacional

Choy et al. (2024), en su artículo titulada “Implementación del Sistema Last Planner y su relación con los factores tiempo/beneficio en la construcción del centro de salud Saposoá” cuyo objetivo general fue evaluar la implementación del Sistema Last Planner y su relación con los factores de tiempo y beneficio en la construcción del Centro de Salud Saposoá. El tipo fue cuantitativo y descriptivo y la muestra estuvo conformada por el proyecto de construcción del centro de salud Saposoá. La implementación del Last Planner System (LPS) en la construcción del centro de salud Saposoá permitió mejorar la eficiencia y reducir los costos. Entre sus resultados se obtuvo un incremento del 20% en la eficiencia de la planificación y una reducción del 15% en los costos de ejecución. Además, se observó una mejora del 25% en el cumplimiento de los plazos, reflejando una relación positiva entre la implementación del LPS y los beneficios obtenidos en términos de tiempo y costo. Llegó a concluir que la implementación del Last Planner System en la construcción del Centro de Salud Saposoá demostró ser una herramienta efectiva para mejorar la planificación y control de la obra, reduciendo los costos y mejorando los tiempos de ejecución. La metodología LPS contribuyó significativamente a optimizar los recursos y a cumplir con los plazos establecidos, proporcionando una base sólida para su aplicación en futuros proyectos similares.

Botero (2021), en su artículo titulada “Implementación del sistema del último planificador en el sector constructor colombiano: Caso de estudio” cuyo objetivo general fue Ilustrar el grado de implementación y funcionamiento del Sistema del Último Planificador (SUP) en el sector constructor colombiano, basado en la experiencia de dieciséis empresas constructoras. El tipo fue Cualitativo y la muestra estuvo conformada por Dieciséis empresas constructoras colombianas que aplican el Sistema del Último Planificador en sus proyectos. Entre sus resultados se

obtuvo que la implementación del SUP en las empresas constructoras colombianas mostró variaciones significativas en su aplicación y efectividad. Un 93% de las empresas observadas reportaron mejoras en la programación de actividades y un 85% indicaron una mejora en la confiabilidad del flujo de trabajo. Sin embargo, un 41% de las empresas no generaban discusión sobre las causas de no cumplimiento (CNC) y un 54% no llevaban registro de asistencia en las reuniones. Llegó a concluir que la implementación del SUP ha demostrado ser una herramienta valiosa para mejorar la planificación y control en proyectos de construcción. Sin embargo, la falta de capacitación y la aplicación inconsistente del sistema limitan su efectividad. Se recomienda una mayor producción académica y capacitación continua para fortalecer la cultura Lean en el sector de la construcción en Colombia.

Fontana (2021), en su tesis titulada “Sistema del Último Planificador: estado del conocimiento y propuesta de flujo de trabajo” cuyo objetivo general fue Analizar y proponer mejoras al flujo de trabajo del sistema Last Planner. El tipo fue Descriptivo y la muestra estuvo conformada por 107 artículos revisados sobre la implementación y efectividad del Last Planner System. Entre sus resultados se obtuvo que los artículos revisados, el 93% indicaron una mejora en la programación de actividades con la implementación del Last Planner System. El flujo de trabajo propuesto permitió una mejora del 25% en la eficiencia de la programación y un 20% en la reducción de los retrasos. Llegó a concluir que la implementación del flujo de trabajo propuesto incrementa la eficiencia y la productividad de los proyectos de construcción, destacando la utilidad del Last Planner System como una herramienta efectiva para la planificación y control de obras. La revisión del estado del conocimiento muestra que el LPS es ampliamente reconocido por su capacidad para mejorar la coordinación y la previsibilidad en los proyectos de construcción.

Kassab (2020), en su tesis titulada “Implementation of the Last Planner® System in an Infrastructure Project” cuyo objetivo general fue explorar la implementación del Last Planner System en proyectos de infraestructura para mejorar la planificación y la ejecución. El tipo fue investigación aplicada; estudio

de caso y la muestra estuvo conformada por un proyecto de infraestructura en Noruega. Entre sus resultados se obtuvo Incremento del 20% en la productividad y reducción del 15% en los tiempos de entrega. Llegó a concluir que la implementación del LPS mejora significativamente la coordinación y eficiencia en proyectos complejos.

Schimanski et al (2020), en su artículo titulada “The Last Planner® System and Building Information Modeling in Construction Execution: From an Integrative Review to a Conceptual Model for Integration” cuyo objetivo fue proponer un modelo conceptual que integre el Last Planner® System (LPS) y Building Information Modeling (BIM) para mejorar la planificación y el control en la ejecución de proyectos de construcción. El tipo fue revisión integrativa y propuesta conceptual y la muestra fue de estudio teórico. Entre sus resultados se obtuvo que la integración de LPS y BIM puede aumentar la eficiencia en la ejecución de proyectos hasta en un 25% y reducir los costos en un 20%. Llegó a concluir que la combinación de LPS y BIM ofrece beneficios significativos en la coordinación y gestión de proyectos, especialmente en entornos complejos como la infraestructura educativa, mejorando la predictibilidad, la eficiencia en el uso de recursos y la gestión de tiempos.

2.1.2 A nivel nacional

Cumpa et al., (2024) en su tesis titulada “Implementación de Last Planner System dentro de la ejecución del proyecto de infraestructura educativa N° 50718 - Ausaray - Ccatca – Quispicanchi – Cusco” cuyo objetivo general fue Evaluar la implementación de la Metodología Last Planner System en la etapa de ejecución del casco estructural en el proyecto de infraestructura educativa, ejecutado por la modalidad de administración directa por el Gobierno Regional Cusco. El tipo fue Cuantitativo y experimental y la muestra estuvo conformada por el Proyecto de Infraestructura Educativa N° 50718, comunidad Ausaray – Ccatca, provincia de Quispicanchi, Cusco. La implementación del Last Planner System permitió mejorar la planificación y la producción mediante el uso de indicadores como PPC

(Porcentaje de Plan Cumplido) y CNC (Causas de No Cumplimiento). Entre sus resultados se obtuvo un incremento del 25% en el cumplimiento de los plazos y una reducción del 10% en los costos de ejecución. Además, se observó una mejora del 15% en la eficiencia de la planificación y una reducción del 20% en los retrasos y costos adicionales. Llegó a concluir que la metodología Last Planner System es una herramienta eficaz para la planificación y control de proyectos de infraestructura educativa, permitiendo una mejora continua, reducción de costos y cumplimiento de plazos. La implementación de LPS resultó en una mejora significativa en la ejecución y gestión del proyecto evaluado, proporcionando una base sólida para futuras aplicaciones en proyectos similares.

Torres et al. (2021), en su tesis titulada “Análisis de la variabilidad en la programación semanal usada en Last Planner® System, incorporando nuevos indicadores complementarios al PPC (Porcentaje de Plan Cumplido). Caso de Estudio: Proyecto ‘Mejoramiento de las actividades recreativas pasivas del parque Amarilis de la localidad de Huánuco, departamento de Huánuco - Perú’ cuyo objetivo general fue Analizar la variabilidad en la programación semanal utilizando Last Planner System con nuevos indicadores complementarios al PPC. El tipo fue Descriptivo y correlacional y la muestra estuvo conformada por Actividades programadas y ejecutadas en el proyecto "Mejoramiento de las actividades recreativas pasivas del parque Amarilis" en Huánuco, Perú. La implementación de nuevos indicadores complementarios al PPC (como PPC+ y PPC++) permitió detectar variabilidades subyacentes no identificadas por el PPC tradicional. Entre sus resultados se obtuvo una mejora del 30% en la identificación de restricciones y un 20% en la precisión de la programación semanal. Los nuevos indicadores permitieron reducir los retrasos y mejorar la eficiencia de la planificación. Llegó a concluir que las nuevas métricas complementarias al PPC tradicional proporcionaron una mejor identificación de problemas y una optimización en la planificación y ejecución del proyecto, demostrando ser herramientas valiosas para mejorar la gestión y control en la implementación del Last Planner System en proyectos de construcción.

Calua (2020), en su tesis titulada “Propuesta del Sistema Last Planner en la Construcción del Mejoramiento del Servicio Educativo en la I.E. Primaria N° 82675 Tacamache Distrito de Chugur – Hualgayoc” cuyo objetivo general fue Realizar propuestas del sistema Last Planner en la construcción del mejoramiento del servicio educativo en la I.E primaria N° 82675 Tacamache distrito de Chugur – Hualgayoc. El tipo fue Aplicativa y descriptiva y la muestra estuvo conformada por la I.E primaria N° 82675 Tacamache distrito de Chugur – Hualgayoc. La implementación del Last Planner System (LPS) en el proyecto de infraestructura educativa en Tacamache permitió mejorar significativamente la planificación y control de la obra. Entre sus resultados se obtuvo un 75% de las actividades planificadas se completaron dentro del plazo estimado, lo que representa una mejora notable en comparación con el método tradicional utilizado anteriormente, donde solo el 50% de las actividades se cumplían según lo programado. Llegó a concluir que la aplicación del LPS contribuyó a reducir los retrasos y mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto. Se logró una mejor coordinación entre los diferentes equipos de trabajo, y se identificaron y mitigaron restricciones de manera efectiva, lo que permitió una ejecución más fluida de las actividades planificadas. La metodología LPS demostró ser una herramienta valiosa para mejorar la productividad y el control en proyectos de construcción de infraestructura educativa.

2.1.3 A nivel local

En la provincia de Tacna, la gestión de proyectos de infraestructura educativa enfrenta diversos retos relacionados con la planificación y el control de obras. El Gobierno Regional de Tacna, responsable de la administración directa de estos proyectos, ha reconocido la necesidad de incrementar la productividad y eficiencia en su ejecución. Para abordar estos desafíos, se plantea la implementación del Last Planner System (LPS), una metodología de planificación colaborativa orientada a mejorar la predictibilidad y la ejecución en proyectos de construcción. El LPS promueve la coordinación y el compromiso de todos los actores involucrados, desde

la alta dirección hasta los operarios en obra, garantizando que las actividades programadas se ejecuten conforme al cronograma establecido. Actualmente, la productividad en las obras de infraestructura educativa se ve afectada por problemas como la ausencia de una planificación detallada, una gestión inadecuada de restricciones y la falta de un seguimiento y control continuo. La adopción del LPS busca superar estas limitaciones mediante una estructura clara para la planificación y ejecución, permitiendo identificar y resolver restricciones de manera efectiva y fomentando una comunicación fluida entre los participantes del proyecto. El propósito de esta propuesta es diseñar un modelo de gestión fundamentado en el Last Planner System que optimice la productividad en las obras de infraestructura educativa realizadas por administración directa en Tacna. Esto incluye la elaboración de procesos y procedimientos específicos, la identificación de buenas prácticas y lecciones aprendidas, así como la evaluación continua de la efectividad del modelo desarrollado.

2.2 BASES TEÓRICAS DEL CAMBIO PLANEADO

2.2.1 Lean construction

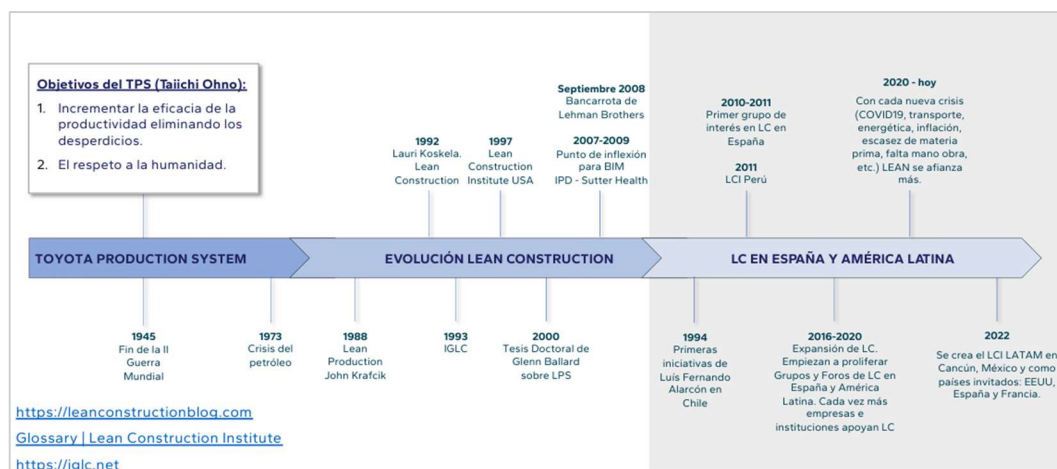
El Lean Construction es una filosofía de gestión de la producción aplicada al sector de la construcción, derivada del Sistema de Producción Toyota (TPS), cuya premisa fundamental es la eliminación sistemática de actividades que no generan valor en los procesos productivos de obra, denominadas desperdicios o muda (Ohno, 1988).

La transición desde la manufactura hacia la construcción fue formalizada por Koskela (1992), quien introdujo la nueva filosofía de producción como marco conceptual para entender los procesos constructivos no solo como conversión de insumos en productos, sino también como flujos de trabajo susceptibles de optimización continua, identificando que los modelos convencionales ignoraban tiempos de espera, transporte e inspección que representan una proporción significativa del tiempo total de obra. En 1993 se fundó el International Group for Lean Construction (IGLC), y en 1997 se estableció el Lean Construction Institute (LCI) en los Estados Unidos, instituciones que articularon la investigación y

difusión internacional de esta disciplina; destacando para el contexto latinoamericano las iniciativas de Luís Fernando Alarcón en Chile desde 1994 y la creación del LCI Perú en 2011 (Pons, 2026), tal como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1

Contexto histórico del Lean Construction: del TPS a América Latina



Nota. Tomado de fundamentos de Lean Construction, por Pons Achell (2026), Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

Posteriormente, Koskela (2000) amplió este marco mediante la Teoría TFFV (Transformation, Flow, Value), que establece tres perspectivas complementarias e inseparables para gestionar la producción en construcción: la transformación de insumos en productos, el flujo de materiales e información, y la generación de valor para el cliente final, constituyendo el sustento epistemológico del Lean Construction moderno.

La consolidación del Lean Construction como disciplina independiente se atribuye a Ballard y Howell, quienes definieron sus principios diferenciadores respecto a la gestión convencional en tres aspectos: la gestión del proyecto como sistema de producción, la minimización de la variabilidad en los flujos de trabajo y el control de la producción mediante compromisos confiables entre los participantes del proceso constructivo (Howell, 1999).

En el contexto de obras de infraestructura pública ejecutadas por administración directa, los principios del Lean Construction presentan especial relevancia dado que la variabilidad en el suministro de materiales y las restricciones presupuestales propias del aparato estatal generan interrupciones frecuentes en el flujo de trabajo, constituyendo las principales fuentes de pérdida de productividad en proyectos de esta naturaleza (Ghio, 2001).

2.2.2 Last Planner System

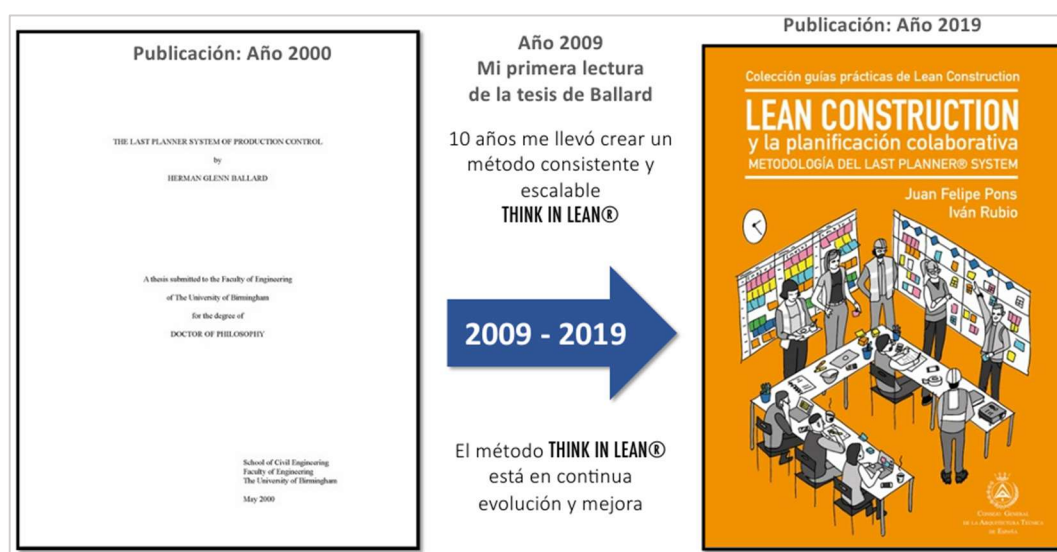
El Last Planner System (LPS) es un sistema de planificación y control de la producción en proyectos de construcción, concebido para reemplazar el modelo tradicional de control reactivo basado en la detección de desviaciones después de ocurridas, por un modelo proactivo que genera compromisos confiables entre los participantes de la obra antes de ejecutar el trabajo. A diferencia de los sistemas convencionales de programación basados en el diagrama de Gantt, el LPS reconoce que la variabilidad inherente a los procesos constructivos impide que los planes de largo plazo se ejecuten con exactitud, razón por la cual propone una estructura jerárquica de planificación que desciende progresivamente desde los objetivos generales del proyecto hasta los compromisos específicos de ejecución semanal, reduciendo la incertidumbre en cada nivel (Ballard, 2000).

Su fundamento teórico fue formalizado por (Ballard, 2000), quien demostró mediante cinco estudios de caso que la aplicación sistemática del LPS permite incrementar el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) por encima del 70%, con mejoras directas en la confiabilidad del flujo de trabajo y en la productividad general del proyecto. Este aporte constituyó un cambio paradigmático en la gestión de obras, al trasladar la responsabilidad del control de producción desde los niveles gerenciales hacia los últimos planificadores (last planners), es decir, hacia quienes ejecutan directamente el trabajo en campo y son los únicos capaces de emitir compromisos realmente confiables sobre lo que será completado en la semana siguiente.

Desde su publicación, el LPS ha experimentado una evolución metodológica sostenida impulsada por investigadores y practicantes del Lean Construction Institute (LCI) a nivel mundial, que culminó en su sistematización práctica a través del método Think In Lean®, desarrollado por Pons y Rubio (2019) tras una década de investigación aplicada en proyectos de construcción en Europa y América Latina. Este proceso evolutivo, que abarca desde la tesis doctoral original hasta su adaptación a contextos organizacionales diversos, refleja la capacidad del LPS para consolidarse como el sistema de planificación colaborativa de mayor difusión y validación empírica en la industria de la construcción a nivel internacional, tal como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Evolución del Last Planner System: de la formalización teórica de Ballard (2000) a la sistematización metodológica de Pons y Rubio (2019).



Nota. La Figura 2 muestra la evolución bibliográfica del Last Planner System desde la tesis doctoral de Ballard (2000) en la Universidad de Birmingham hasta su sistematización práctica mediante el método Think In Lean® (Pons y Rubio, 2019). Tomado de Fundamentos de Lean Construction por Pons (2026), Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

El sistema opera a través de una jerarquía de planificación de cinco niveles interrelacionados. El primer nivel corresponde a la planificación maestra de hitos

(Debemos), que establece los objetivos generales del proyecto. El segundo nivel es la planificación por fases (Podemos), orientada a la identificación de lo que es técnica y logísticamente posible de ejecutar. El tercer nivel es el Lookahead (Haremos), que proyecta el trabajo con un horizonte de tres a seis semanas mediante el análisis y liberación de restricciones. El cuarto nivel es la planificación semanal (Hicimos), donde se elaboran los planes de trabajo comprometidos por los responsables directos de ejecución. El quinto nivel es el aprendizaje y mejora continua (Aprendemos), que retroalimenta el ciclo mediante el análisis de causas de incumplimiento según Ballard y Tommelein (2021).

El indicador central de medición del LPS es el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), definido como la relación entre el número de actividades completadas y el número de actividades planificadas en el plan semanal. Este indicador mide la confiabilidad del sistema de planificación, no la productividad directa, y su análisis sistemático permite identificar patrones de variabilidad en el flujo de trabajo. La fórmula es: $PPC = (\text{Actividades completadas} / \text{Actividades planificadas}) \times 100$ según Ballard y Tommelein (2021).

El proceso de Lookahead constituye el componente más crítico del LPS para la gestión de restricciones. Una revisión sistemática de 112 estudios publicados entre 2000 y 2023 identificó que el Lookahead es la etapa del LPS con mayor número de funcionalidades susceptibles de mejora y automatización, siendo el análisis y liberación de restricciones la actividad de mayor impacto en la confiabilidad del plan semanal y en la continuidad del flujo de trabajo en obra según Agrawal et al., (2024).

La implementación del LPS en proyectos de infraestructura pública presenta condicionantes específicos relacionados con la variabilidad en el suministro de materiales, la rotación de personal y la rigidez de los procesos administrativos propios del sector público. Hamzeh et al. (2021) demostraron mediante estudios de caso en América del Norte, América del Sur y Europa que la ausencia de prácticas estandarizadas de Lookahead genera incumplimientos recurrentes en la planificación semanal, y propusieron un marco de implementación basado en dos

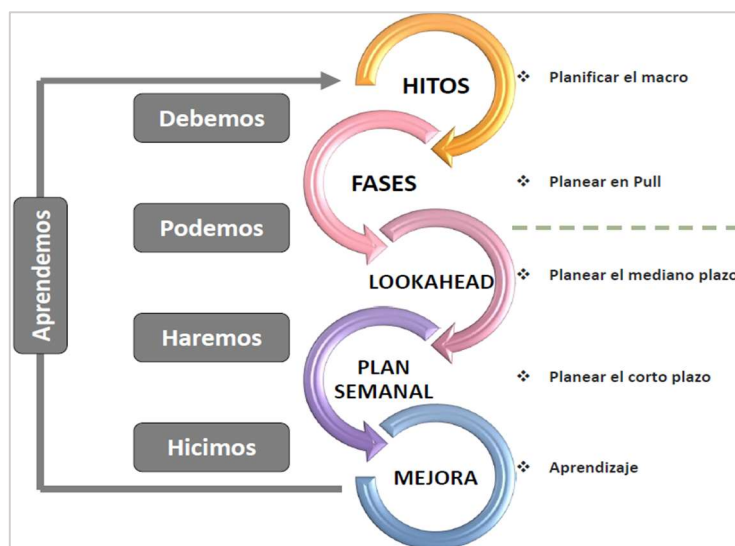
métricas complementarias para evaluar el desempeño del Lookahead en cualquier tipo de proyecto de construcción.

La Figura 3 muestra las fases que conforman el LPS, un enfoque metodológico estructurado para optimizar la planificación y ejecución de proyectos. Este sistema emplea un proceso iterativo que conecta los objetivos generales con las actividades específicas, promoviendo un flujo continuo de trabajo y fomentando la colaboración entre los participantes del proyecto.

El esquema organiza las etapas en cinco niveles secuenciales: "Debemos", "Podemos", "Haremos", "Hicimos" y "Aprendemos". El nivel de hitos establece los objetivos generales del proyecto, proporcionando una planificación inicial en términos globales. En el nivel de fases, los hitos se descomponen en etapas más manejables a través de la planificación Pull, asegurando que cada actividad tenga un propósito definido y alineado con las prioridades generales.

Figura 3

Fases del Last Planner System



Nota: Imagen extraída del artículo la planificación de las obras y el sistema Last Planner (2011).

2.2.2.1 Plan maestro

El Plan Maestro (Master Plan) constituye la primera etapa del Last Planner System y representa el nivel más elevado de planificación dentro de la jerarquía del sistema. Su función principal es establecer el marco general del proyecto mediante la definición de hitos, entregables y primeros acuerdos entre los participantes, sentando las bases sobre las cuales se desarrollarán los niveles de planificación subsiguientes (Ballard, 2000).

2.2.2.1.1 Qué es un master plan lean

El Master Plan Lean es un documento de planificación estratégica que define el alcance total del proyecto en términos de objetivos, plazos generales y condiciones de entrega, diferenciándose del cronograma Gantt convencional en que no pretende prescribir con exactitud la secuencia de cada actividad, sino establecer compromisos de alto nivel que orienten la planificación colaborativa por fases. Ballard y Tommelein (2021) señalan que el Plan Maestro en el contexto Lean debe ser entendido como un instrumento vivo, sujeto a revisión continua conforme avanza el proyecto y se actualiza el conocimiento del equipo sobre las condiciones reales de ejecución.

2.2.2.1.2 Objetivos y elementos de un MP Lean

La elaboración del Master Plan Lean es un proceso colaborativo que debe iniciarse con la participación activa de los miembros del equipo de obra, el equipo técnico de la organización ejecutora y, en la medida de lo posible, los subcontratistas desde las etapas tempranas de planificación. Una vez elaborado el plan previo, este debe ser consensuado con todos los involucrados para garantizar compromisos reales y verificables de ejecución Pons y Rubio (2019). En el contexto de obras de infraestructura pública ejecutadas por administración directa, este proceso de consenso involucra al residente de obra, al inspector, a los responsables de logística y a los jefes de cuadrilla, quienes constituyen los últimos planificadores del sistema

y son los únicos en condiciones de emitir compromisos confiables sobre lo que será ejecutado en cada período (Ballard, 2000).

Los objetivos de la planificación maestra en el LPS se orientan en cinco direcciones fundamentales: clarificar el alcance y expectativas del proyecto, analizar los intereses de los stakeholders o partes interesadas, alinear los intereses y necesidades del equipo de trabajo, definir la estrategia de ejecución estableciendo cómo se llevará a cabo la obra, y asegurar que todo el equipo de proyecto mantenga una comprensión compartida del plan a ejecutar. Este último objetivo resulta determinante para la confiabilidad del sistema, dado que la ausencia de una visión común entre los participantes es una de las causas más frecuentes de desviaciones en la planificación semanal (Ballard, 2000).

En cuanto a los elementos constitutivos que debe incluir un Master Plan Lean, Pons y Rubio (2019) establecen diez componentes esenciales: la identificación de las fases de proyecto y obra, la identificación de sectores o áreas de trabajo, el diseño de los trenes de trabajo, la preparación de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT/WBS), la definición de la estructura organizativa del proyecto mediante la OBS con asignación de roles respecto al LPS, el análisis de riesgos y contingencias, la identificación de restricciones críticas en equipos, materiales, mano de obra, compras y contrataciones, la identificación de hitos destacados a nivel contractual e interno, la planificación de costes y la conclusión con una programación general de obra que incluya la secuencia de actividades principales, duraciones y solapes, sin requerir un nivel de detalle excesivo en esta etapa inicial.

La integración de estos diez elementos en una sola herramienta de planificación maestra permite superar la visión reduccionista del cronograma Gantt convencional, que únicamente representa la secuencia de actividades sin incorporar la dimensión organizacional, logística ni de gestión de restricciones del proyecto. Koskela (2000) señala que esta limitación del enfoque convencional responde a su concepción de la producción exclusivamente como transformación de insumos, ignorando las dimensiones de flujo y valor que son fundamentales para garantizar

la continuidad del trabajo en obra. Para proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, esta integración es especialmente crítica dado que las restricciones de suministro, contratación y aprobación presupuestal propias del sector público deben ser identificadas y gestionadas desde la etapa de planificación maestra para evitar interrupciones en el flujo de trabajo durante la ejecución (Ghio, 2001).

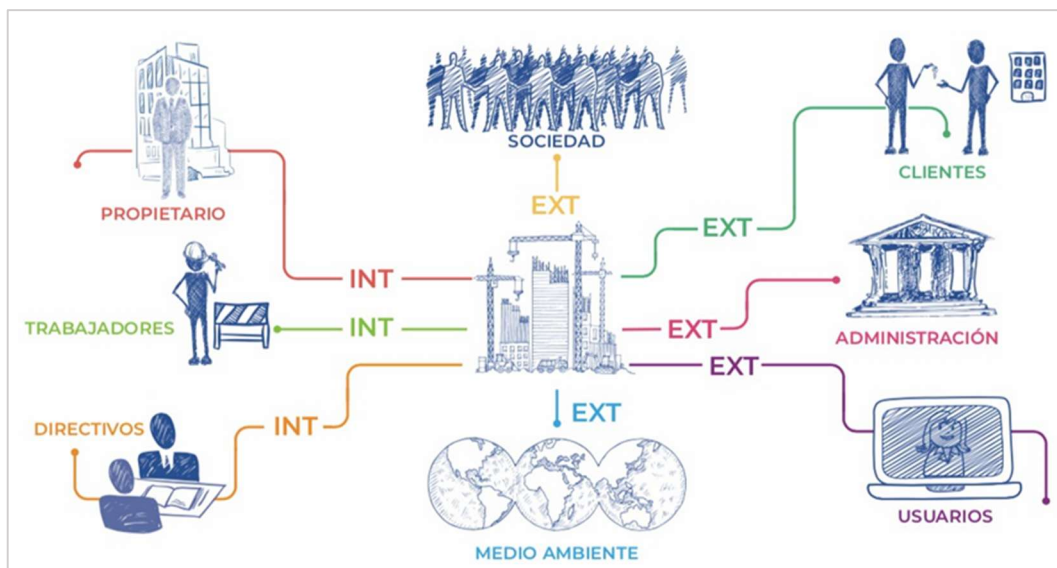
2.2.2.1.3 Asignación de roles y funciones - Stakeholders

La identificación y clasificación de los stakeholders o partes interesadas constituye una condición previa indispensable para la elaboración del Master Plan Lean, dado que la confiabilidad de los compromisos adquiridos en las etapas posteriores del LPS depende directamente de que cada participante conozca con precisión su rol, sus responsabilidades y sus interfaces con los demás agentes del proyecto (Ballard, 2000). En el contexto del LPS, un stakeholder es toda persona, grupo u organización que puede afectar o verse afectado por las decisiones, actividades y resultados del proyecto de construcción (PMI, 2021).

Los stakeholders de un proyecto de construcción se clasifican en dos grandes grupos según su relación con el proyecto. Los stakeholders internos (INT) son aquellos que forman parte directa de la organización ejecutora e incluyen a los propietarios o promotores, los directivos de la organización, los trabajadores y cuadrillas de ejecución directa, y el equipo técnico residente. Los stakeholders externos (EXT) comprenden a los clientes o beneficiarios finales, la administración pública en sus distintos niveles, los usuarios del producto terminado, la sociedad en su conjunto y el medio ambiente como receptor de los impactos del proyecto (Pons y Rubio, 2019), tal como se ilustra en la Figura 4.

Figura 4

Clasificación de los stakeholders internos y externos en proyectos de construcción



Nota. La Figura 4 muestra la red de partes interesadas de un proyecto de construcción, diferenciando entre stakeholders internos (INT): propietario, trabajadores y directivos, y stakeholders externos (EXT): sociedad, clientes, administración, usuarios y medio ambiente. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por J. F. Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, la identificación de stakeholders adquiere una dimensión adicional de complejidad dado que el propietario y la administración pública convergen en una misma entidad, la comunidad educativa constituye simultáneamente el cliente y el usuario final, y los organismos de control como la Contraloría General de la República actúan como stakeholders externos con capacidad de paralizar la ejecución mediante observaciones o hitos de control (Contraloría General de la República, 2024). Esta particularidad exige que el Master Plan Lean identifique explícitamente a cada stakeholder, su nivel de influencia sobre el proyecto y las acciones necesarias para gestionar sus expectativas desde la etapa de planificación maestra, evitando que interferencias externas no anticipadas generen interrupciones en el flujo de trabajo durante la ejecución Ballard y Tommelein (2021).

2.2.2.1.4 Organizational Breakdown Structure (OBS)

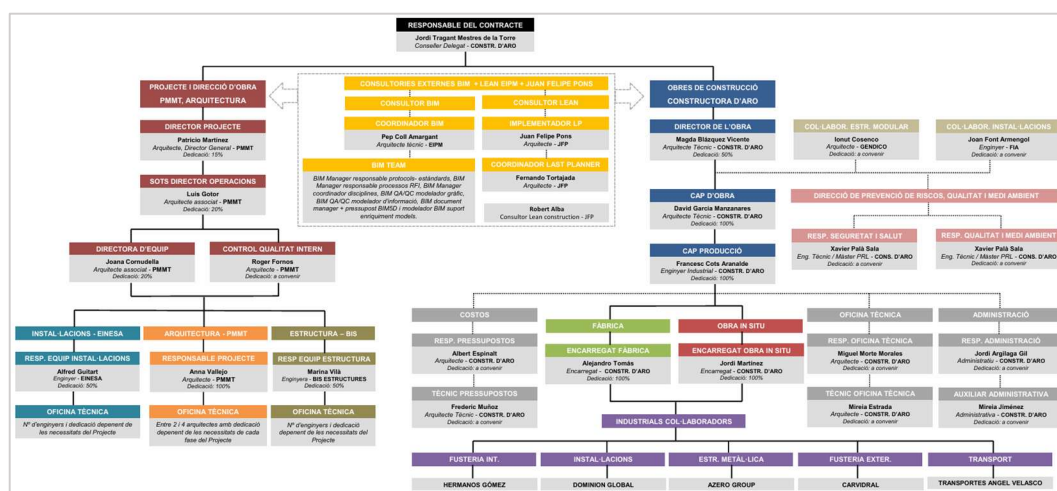
La Estructura de Desglose Organizacional (Organizational Breakdown Structure - OBS) es una representación jerárquica de la organización del proyecto que vincula cada paquete de trabajo con el responsable directo de su ejecución, estableciendo con precisión quién emite cada compromiso dentro del sistema LPS y quién debe responder ante el incumplimiento de una actividad planificada por Pons y Rubio (2019). A diferencia del organigrama convencional, que describe únicamente las relaciones de autoridad dentro de una organización, la OBS en el contexto del LPS tiene una función operativa directa: garantizar que cada tarea del plan semanal tenga un propietario identificado con nombre, rol y porcentaje de dedicación al proyecto, eliminando la ambigüedad en la asignación de responsabilidades que constituye una de las principales causas de incumplimiento en la planificación (Ballard, 2000). En este sentido, la OBS trasciende su función descriptiva para convertirse en un instrumento de gobernanza del sistema de planificación, ya que sin una asignación clara de responsabilidades no es posible exigir compromisos confiables ni realizar un análisis de causas de no cumplimiento que retroalimente el aprendizaje del equipo Hanzeh et al., (2021).

La OBS debe elaborarse de forma colaborativa durante la primera sesión de planificación maestra, integrando en una misma estructura a todos los agentes que intervienen en el proyecto: el responsable del contrato, la dirección de obra, el equipo de producción en campo, las consultorías externas especializadas, los coordinadores del LPS y los subcontratistas o colaboradores industriales. Esta integración permite que todos los participantes reconozcan su posición en la estructura, comprendan las dependencias entre equipos y asuman compromisos confiables dentro del sistema de planificación por Ballard y Tommelein (2021). Adicionalmente, la OBS facilita la identificación temprana de interfaces críticas entre especialidades, es decir, los puntos de transferencia de trabajo entre equipos donde la variabilidad y la falta de coordinación generan con mayor frecuencia interrupciones en el flujo productivo, permitiendo que el equipo anticipe y gestione estas interfaces desde la etapa de planificación maestra antes de que se conviertan

en restricciones durante la ejecución (Pons y Rubio, 2019), tal como se ilustra en la Figura 5.

Figura 5

Ejemplo de Organizational Breakdown Structure (OBS) aplicada en un proyecto de construcción con implementación del Last Planner System



Nota. La Figura 5 muestra una OBS real que integra la dirección de obra, consultorías BIM y Lean, equipos de producción, control de calidad, seguridad y administración, con identificación de roles, responsables nominales y porcentaje de dedicación por cargo. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la construcción de la OBS presenta condicionantes específicos derivados de la estructura organizacional del sector público. A diferencia de los proyectos privados donde la OBS refleja una organización contratada con roles definidos por el mercado, en la administración directa los roles técnicos son desempeñados por servidores civiles con dedicación parcial al proyecto, sujetos a rotaciones administrativas y limitaciones presupuestales para la contratación de personal especializado (Ghio, 2001). Por esta razón, la OBS en obras por administración directa debe identificar explícitamente al residente de obra como coordinador del LPS, al inspector como representante de la entidad con capacidad de validar compromisos, y a los jefes de cuadrilla como últimos planificadores responsables de los compromisos semanales, reconociendo en cada caso las limitaciones reales

de dedicación y capacidad de cada rol para emitir compromisos confiables dentro del sistema (Ballard, 2000).

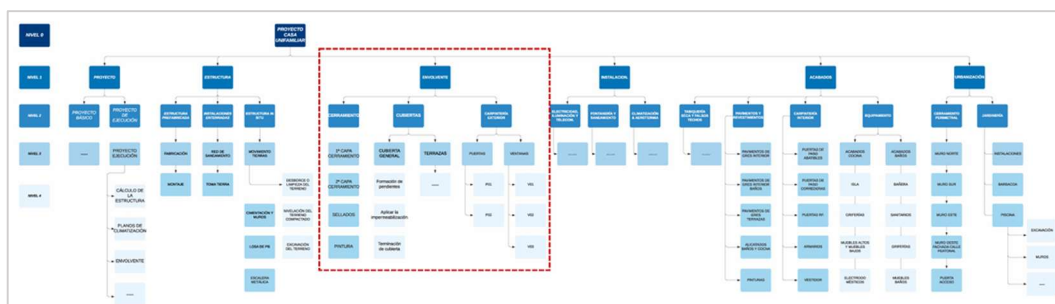
2.2.2.1.5 Work Breakdown Structure (WBS)

La Estructura de Desglose del Trabajo (Work Breakdown Structure - WBS), denominada en español Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), es el proceso mediante el cual se subdividen los entregables y el trabajo total del proyecto en componentes más pequeños, manejables y verificables que permiten una planificación, ejecución y control más precisos (PMI, 2021). Su elaboración constituye uno de los elementos constitutivos del Master Plan Lean, dado que proporciona la base jerárquica sobre la cual se construyen los hitos, las fases y los paquetes de trabajo que serán gestionados a través de los distintos niveles de planificación del LPS por Pons y Rubio (2019). Es importante destacar que la WBS no representa una secuencia de actividades ni un cronograma, sino una descomposición orientada a entregables verificables, lo que la diferencia fundamentalmente del diagrama de Gantt convencional y la convierte en una herramienta compatible con la lógica de planificación por fases del LPS por Ballard y Tommelein (2021).

La WBS se organiza en niveles jerárquicos descendentes que van desde el proyecto completo en el nivel 0 hasta los paquetes de trabajo en el nivel más bajo de la estructura. Según PMI (2021) establece que los paquetes de trabajo constituyen la unidad mínima de gestión dentro del sistema de planificación, pudiendo ser programados, monitoreados, controlados y con costes estimables de forma independiente. En el contexto del LPS, cada nivel de la WBS se convierte directamente en los hitos y tareas que alimentarán el Master Plan, la sesión Pull de cada fase y el Lookahead Plan respectivamente, estableciendo una correspondencia directa entre la estructura de desglose del trabajo y la jerarquía de planificación del sistema por Pons y Rubio (2019) tal como se ilustra en la Figura 6.

Figura 6

Ejemplo simplificado de EDT/WBS aplicada a un proyecto de construcción



Nota. La Figura 6 muestra la descomposición del proyecto en especialidades (estructura, envolvente, instalaciones, acabados y urbanización) hasta el nivel de paquetes de trabajo individuales, ilustrando cómo cada nivel de la EDT alimenta el Master Plan, la sesión Pull y el Lookahead Plan del LPS. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

Para proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la WBS debe estructurarse considerando las partidas presupuestales aprobadas en el expediente técnico como referencia para la definición de los paquetes de trabajo, garantizando la trazabilidad entre la planificación LPS y los instrumentos de control presupuestal propios del sistema Invierte.pe (Contraloría General de la República, 2024). Esta alineación entre la WBS y la estructura presupuestal del proyecto es fundamental para que el equipo pueda emitir compromisos confiables en la planificación semanal sin generar inconsistencias con los registros administrativos y financieros sujetos a verificación por parte de los órganos de control institucional.

2.2.2.1.6 Identificar las fases y los hitos

La identificación de fases e hitos constituye el núcleo operativo del Master Plan Lean, dado que establece la estructura temporal sobre la cual se organizan todos los niveles de planificación del LPS. Una fase representa una agrupación lógica de trabajo que culmina en un entregable verificable, mientras que un hito es un evento específico de duración cero que marca la transición entre fases o el cumplimiento

de un compromiso contractual o interno, cuya ocurrencia es condición necesaria para el inicio de las actividades subsiguientes (Ballard, 2000). La distinción entre ambos conceptos es fundamental para la planificación colaborativa, ya que los hitos operan como puntos de control que permiten al equipo verificar el avance real del proyecto frente al plan comprometido.

Los hitos de un proyecto de construcción pueden clasificarse en dos categorías según su origen. Los hitos contractuales son aquellos establecidos en el contrato o expediente técnico aprobado, tales como el inicio de obra, el acta de replanteo, los avances parciales certificables y el certificado final de obra. Los hitos internos son definidos por el propio equipo de obra como puntos de control del flujo de trabajo, incluyendo hitos de diseño, de fabricación y de ejecución en campo por Pons y Rubio (2019). Ambas categorías deben ser trasladadas visualmente al Master Plan y desarrolladas con mayor detalle en el Pull Planning de cada fase, permitiendo además determinar cómo se organizarán los recursos del proyecto, si son compartidos entre todas las áreas o si cada área dispone de recursos propios.

Ballard (2000) demostró que la definición precisa de hitos permite al equipo orientar la planificación colaborativa hacia resultados concretos y verificables en lugar de hacia actividades abstractas, incrementando significativamente la confiabilidad del sistema de planificación en su conjunto. Esta orientación hacia resultados es especialmente relevante en el contexto de obras públicas, donde la verificación del avance físico por parte de los organismos de control se realiza precisamente sobre la base de hitos y entregables documentados, no sobre la ejecución de actividades individuales.

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, los hitos contractuales están determinados por el expediente técnico aprobado, las valorizaciones mensuales y los hitos de control establecidos por la Contraloría General de la República en el marco de sus servicios de control simultáneo. La incorporación de estos hitos institucionales al Master Plan Lean desde el inicio del proyecto permite al equipo anticipar los periodos de mayor presión administrativa y planificar el flujo de trabajo de forma

que los avances físicos reales sean consistentes con los compromisos documentados ante los organismos de control, reduciendo la vulnerabilidad del proyecto ante observaciones que puedan paralizar la ejecución (Ballard, 2000).

2.2.2.1.7 Los trenes de trabajo

Los trenes de trabajo (work trains) son secuencias repetitivas y coordinadas de actividades especializadas organizadas en ritmos constantes que avanzan progresivamente por las diferentes zonas o sectores del proyecto, de manera que cada especialidad ocupa un sector durante un período definido y lo libera para la siguiente especialidad en el momento preciso, generando un flujo continuo de producción sin interferencias entre equipos por Pons y Rubio (2019). Su diseño e incorporación al Master Plan Lean permite nivelar la carga de trabajo entre cuadrillas, reducir la variabilidad en el flujo de producción, minimizar los tiempos de espera entre especialidades y anticipar con mayor precisión las necesidades de recursos en cada período de ejecución.

El concepto de tren de trabajo traslada al sector de la construcción la lógica de producción en cadena del sistema Toyota, donde cada estación de trabajo recibe insumos en el momento preciso, agrega valor y libera el producto para la siguiente estación sin generar acumulación ni esperas según Ballard y Tommelein (2021). En la práctica constructiva, cada tren está compuesto por una secuencia de especialidades o subcontratistas que deben ejecutar su trabajo en un sector determinado antes de avanzar al sector siguiente, siendo la correcta definición de la duración de cada tren y del número de sectores los factores determinantes para garantizar la continuidad del flujo. Los trenes de trabajo son especialmente eficaces en proyectos con unidades repetitivas, como aulas, módulos sanitarios o pabellones educativos, donde la secuencia de especialidades se repite de forma predecible en cada unidad (Ghio, 2001), tal como se ilustra en la Figura 7.

Figura 7

Ejemplo de tren de trabajo aplicado a la fase de acabados interiores con identificación de zonas, secuencia de especialidades y subcontratistas



Nota. La Figura 7 muestra un tren de acabados interiores organizado en tres zonas (planta tipo, núcleo de ascensores y núcleo de escaleras y baños), con la secuencia completa de especialidades desde albañilería hasta carpintería interior, identificando los subcontratistas responsables de cada actividad. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, el diseño de trenes de trabajo enfrenta la restricción particular de que las cuadrillas son contratadas directamente por la entidad pública bajo contratos de corta duración, lo que limita la posibilidad de mantener equipos especializados estables a lo largo de toda la fase de ejecución. Por esta razón, el Master Plan Lean en obras por administración directa debe incorporar en el diseño de los trenes de trabajo un análisis de la disponibilidad real de personal por especialidad, garantizando que los compromisos de avance semanal sean consistentes con la capacidad productiva efectiva de cada cuadrilla y no con estimaciones teóricas que generan incumplimientos recurrentes en la planificación (Ballard, 2000).

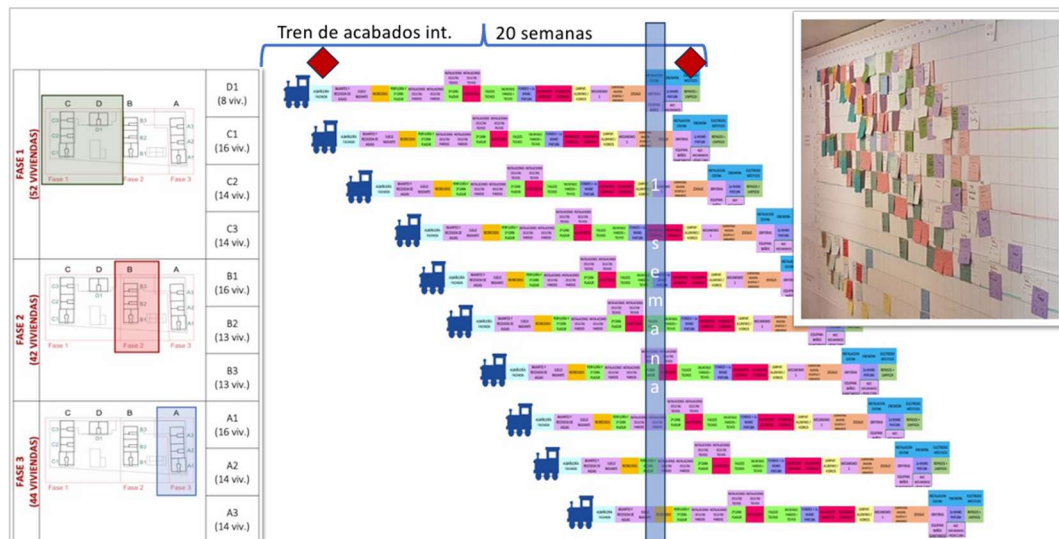
2.2.2.1.8 Zonificación o sectorización

La zonificación o sectorización consiste en la división física del proyecto en sectores de trabajo independientes que permiten la ejecución simultánea de diferentes especialidades sin interferencias entre equipos, constituyendo el prerequisite indispensable para el diseño y funcionamiento de los trenes de trabajo dentro del Master Plan Lean por Pons y Rubio (2019). Sin una sectorización adecuada no es posible establecer ritmos de producción constantes, dado que los equipos de distintas especialidades competirían por los mismos espacios físicos generando esperas, retrabajos y pérdidas de productividad que interrumpen el flujo continuo de trabajo según Ballard y Tommelein (2021).

La sectorización debe realizarse considerando criterios técnicos, logísticos y organizacionales de forma simultánea. Desde el punto de vista técnico, los sectores deben tener cargas de trabajo equivalentes para garantizar que cada tren avance a un ritmo uniforme sin generar cuellos de botella entre especialidades. Desde el punto de vista logístico, los sectores deben ser accesibles de forma independiente para evitar que el avance de un equipo bloquee físicamente el acceso de otro. Desde el punto de vista organizacional, cada sector debe tener un responsable identificado dentro de la OBS del proyecto, garantizando que los compromisos de la planificación semanal sean asignables a un propietario concreto (Ballard, 2000). Koskela (2000) señala que la fragmentación del espacio productivo en unidades manejables y controlables es una condición necesaria para la aplicación del principio de flujo continuo en la construcción, dado que sin sectores claramente delimitados es imposible identificar dónde se originan las interrupciones del flujo y aplicar acciones correctivas oportunas. Una sectorización inadecuada genera interferencias entre cuadrillas, tiempos de espera no planificados y retrabajos por superposición de actividades, constituyendo una fuente directa de pérdida de productividad que se refleja en la caída del PPC semanal según Hamzeh et al., (2021), tal como se ilustra en la Figura 8.

Figura 8

Sectorización y trenes de trabajo aplicados a un proyecto residencial de tres fases con diez sectores y un horizonte de 20 semanas



Nota. La Figura 8 muestra la integración entre la sectorización del proyecto en tres fases (52, 42 y 44 viviendas) y diez sectores (A1 a D1), y el tren de acabados interiores que avanza secuencialmente por cada sector en un horizonte de planificación de 20 semanas, con identificación de la línea de una semana como unidad de control del sistema. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la sectorización debe contemplar adicionalmente las condiciones de seguridad del entorno escolar cuando la ejecución se realiza en instalaciones con actividad académica vigente, definiendo sectores que garanticen la separación física entre las zonas de trabajo y las zonas de uso educativo. Asimismo, en el contexto de la administración directa, la sectorización debe ser coherente con la estructura de partidas presupuestales del expediente técnico aprobado, de manera que el avance físico por sector sea directamente trazable hacia las valorizaciones mensuales y los registros del Cuaderno de Obra, facilitando la verificación por parte de los organismos de control institucional (Contraloría General de la República, 2024).

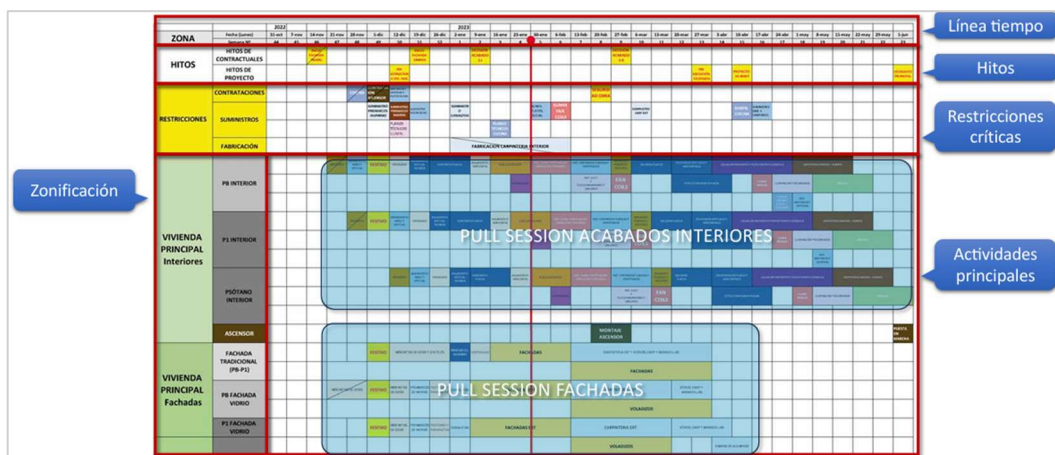
2.2.2.1.9 El tablero de planificación con todos sus elementos

El tablero de planificación es el instrumento de gestión visual que integra y materializa todos los elementos del Master Plan Lean en un formato accesible, compartido y actualizable para todos los participantes del proyecto. Su función principal no es simplemente representar el cronograma del proyecto, sino crear una visión común y dinámica del estado real de la ejecución que permita al equipo tomar decisiones informadas en cada reunión de planificación. A diferencia del cronograma Gantt convencional, que es elaborado por un planificador de forma unilateral y consultado de manera pasiva, el tablero de planificación es construido y actualizado de forma colaborativa por todos los involucrados, convirtiéndose en el centro de las reuniones de coordinación semanal del LPS según Ballard y Tommelein (2021).

Los elementos constitutivos del tablero de planificación en el método Think In Lean® son cinco. El primero es la línea de tiempo, que establece el horizonte temporal del proyecto dividido en semanas, permitiendo visualizar simultáneamente el pasado, el presente y el futuro del plan. El segundo elemento son los hitos, tanto contractuales como internos, ubicados en la línea de tiempo como puntos de control inamovibles que orientan la planificación de todas las fases. El tercer elemento son las restricciones críticas, organizadas por categorías de contrataciones, suministros y fabricación, cuya identificación y seguimiento es responsabilidad del equipo en cada período de planificación. El cuarto elemento es la zonificación, que muestra la división sectorial del proyecto y permite vincular cada actividad con el sector físico donde será ejecutada. El quinto elemento son las actividades principales, organizadas por zona y fase, que representan el trabajo planificado en cada período y constituyen la base de los compromisos semanales del sistema según Pons y Rubio (2019), tal como se ilustra en la Figura 9.

Figura 9

Tablero de planificación Lean® con todos sus elementos integrados: línea de tiempo, hitos, restricciones críticas, zonificación y actividades principales



Nota. La Figura 9 muestra un tablero de planificación maestra real aplicado a un proyecto residencial, integrando dos sesiones Pull (acabados interiores y fachadas), la identificación de restricciones por categoría y la zonificación del proyecto por sectores, con un horizonte temporal de aproximadamente 35 semanas. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

Pons y Rubio (2019) establecen que el tablero de planificación debe ubicarse físicamente en obra en un espacio visible y accesible para todos los involucrados, y debe actualizarse de forma colaborativa en cada reunión semanal garantizando que la información reflejada corresponda siempre al estado real de ejecución. En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, el tablero de planificación cumple adicionalmente una función de transparencia administrativa, dado que constituye una evidencia visual del proceso de planificación colaborativa que puede ser verificada por los organismos de control institucional como parte de la documentación del sistema de gestión de la obra (Contraloría General de la República, 2024). Su implementación en este contexto refuerza la trazabilidad entre los compromisos adquiridos en la planificación semanal y los asientos del Cuaderno de Obra, reduciendo la brecha entre lo planificado y lo ejecutado que históricamente caracteriza a las obras por administración directa (Ghio, 2001).

2.2.2.2 Planificación por fases

La Planificación por Fases, conocida en el LPS como Pull Session o sesión de planificación colaborativa, constituye el segundo nivel de planificación del sistema y representa el paso desde los objetivos generales del proyecto hacia la definición detallada de cómo será ejecutado el trabajo en cada fase. Su principio operativo fundamental es la planificación en sentido inverso (pull planning), es decir, partiendo del entregable final de cada fase hacia atrás en el tiempo hasta el punto de inicio, identificando de forma colaborativa la secuencia lógica de actividades, las dependencias entre especialidades y los compromisos que cada equipo debe asumir para garantizar la entrega del producto en la fecha comprometida (Ballard, 2000). A diferencia de la planificación convencional de tipo push, donde el planificador elabora el programa de forma unilateral y lo impone al equipo de ejecución, la sesión Pull convoca a todos los últimos planificadores responsables de cada especialidad para que construyan colaborativamente el plan de fase, generando compromisos reales basados en la capacidad productiva efectiva de cada equipo y no en estimaciones teóricas desvinculadas de la realidad de obra (Ballard y Tommelein, 2021). Este proceso colaborativo es el mecanismo central mediante el cual el LPS transforma la planificación de un instrumento de control gerencial en un sistema de compromisos confiables que reduce la variabilidad en el flujo de trabajo y mejora sostenidamente el PPC a lo largo de la ejecución del proyecto (Pons y Rubio, 2019).

2.2.2.2.1 ¿Cuántas Pull Session deberíamos hacer?

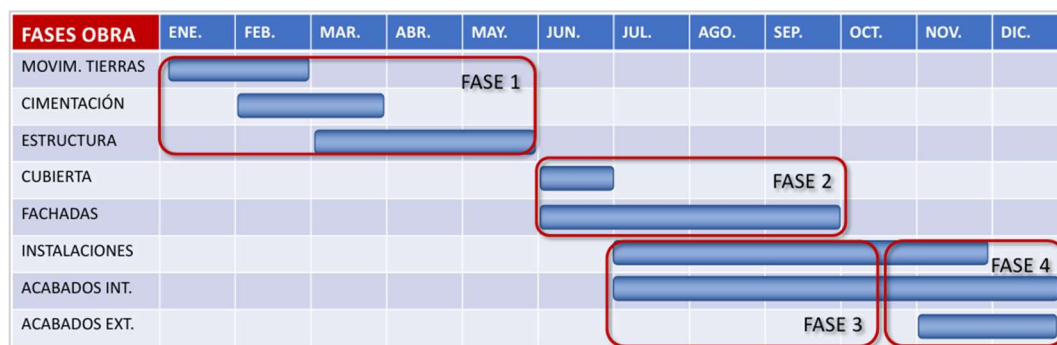
La determinación del número de sesiones Pull que deben realizarse en un proyecto está directamente vinculada a la cantidad de fases identificadas en el Master Plan Lean, estableciéndose como principio general que debe realizarse al menos una sesión Pull por cada fase del proyecto por Pons y Rubio (2019). Una fase, en este contexto, corresponde a un conjunto de actividades que comparten recursos, especialidades o dependencias técnicas entre sí y que culminan en un entregable

verificable, siendo la agrupación de actividades por fases la que determina la frecuencia y el alcance de cada sesión Pull a lo largo del proyecto.

La ventana de tiempo que abarca cada sesión Pull tiene una duración de entre tres y seis meses dependiendo de las características del proyecto, su complejidad y el número de especialidades involucradas en la fase analizada. Cada sesión Pull debe convocar a todos los responsables de cada actividad y área funcional de la fase analizada, con el objetivo de definir y validar el trabajo a realizar para cumplir los compromisos de esa fase, identificar las restricciones principales y los recursos necesarios para completarla, y obtener como resultado un plan de trabajo consensuado y comprometido por todas las partes involucradas. La realización de sesiones Pull independientes por fase garantiza que el nivel de detalle de la planificación sea siempre apropiado al horizonte temporal analizado, evitando la sobreplanificación de actividades lejanas cuyas condiciones de ejecución aún son inciertas (Ballard, 2000), tal como se ilustra en la Figura 10.

Figura 10

Distribución de sesiones Pull por fases de obra a lo largo del horizonte temporal del proyecto



Nota. La Figura 10 muestra la correspondencia entre las fases de obra (movimiento de tierras, cimentación, estructura, cubierta, fachadas, instalaciones y acabados) y las cuatro sesiones Pull planificadas a lo largo de un proyecto de 12 meses, con ventanas de planificación de tres a seis meses por fase. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la definición del número de sesiones Pull debe considerar adicionalmente

los períodos de paralización por procesos administrativos de aprobación presupuestal, los ciclos de adquisición de materiales sujetos a la normativa de contrataciones del Estado y los hitos de control de la Contraloría General de la República, dado que estos eventos institucionales condicionan la continuidad del flujo de trabajo entre fases y deben ser incorporados como restricciones en la planificación colaborativa desde el inicio del proyecto (Contraloría General de la República, 2024).

2.2.2.2.2 ¿Qué es la Pull Session?

La Pull Session es una reunión estructurada de planificación colaborativa en la que todos los responsables de las actividades de una fase se reúnen físicamente frente al tablero de planificación para construir de forma conjunta el plan de trabajo de esa fase, partiendo desde el entregable final hacia atrás en el tiempo hasta el punto de inicio (Ballard, 2000). El término pull, que en español significa jalar o tirar, hace referencia precisamente a esta lógica inversa de planificación: en lugar de empujar tareas hacia adelante sin certeza de que podrán iniciarse a tiempo, como ocurre en el sistema convencional push, se parte del resultado final deseado y se determina colaborativamente qué debe completarse antes para que cada actividad pueda iniciarse sin esperas ni interrupciones (Pons y Rubio, 2019).

La diferencia fundamental entre el enfoque pull y el enfoque push radica en la forma en que se generan los compromisos de ejecución. Bajo un sistema push, el planificador elabora el programa de forma unilateral y lanza las tareas hacia adelante basándose en estimaciones teóricas de duración y disponibilidad de recursos, sin verificar si las condiciones reales de ejecución permiten iniciarlas en la fecha prevista. Bajo el sistema pull, en cambio, es cada responsable directo de la ejecución quien determina qué necesita para poder cumplir su compromiso, solicitando a las actividades predecesoras los rendimientos, recursos y condiciones necesarias para iniciar y finalizar su trabajo según lo planificado, sin esperas ni interrupciones (Ballard y Tommelein, 2021). Este mecanismo de solicitud inversa es el que convierte los compromisos de la Pull Session en promesas confiables,

dado que cada participante asume únicamente los compromisos que está en condiciones reales de cumplir (Ballard, 2000), tal como se ilustra en la Figura 11.

Figura 11

Concepto Pull aplicado a la planificación por fases: planificación inversa desde el entregable final hacia el inicio de la fase



Nota. La Figura 11 muestra un tablero de Pull Planning real aplicado a la fase de acabados interiores de una torre de 15 pisos, ilustrando la planificación inversa desde los hitos de cada planta (P1 a P9) hacia el inicio de la fase, con identificación de restricciones de suministro, aprobaciones y contrataciones en la parte superior del tablero. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la aplicación del concepto pull en la planificación por fases permite identificar con anticipación las restricciones administrativas propias del sector público, tales como los procesos de adquisición de materiales, la aprobación de adicionales de obra y la disponibilidad de personal especializado bajo contratos de corta duración, incorporándolas en el tablero de planificación antes de que se conviertan en causas de incumplimiento durante la ejecución semanal (Ghio, 2001). Esta identificación temprana de restricciones es precisamente el mecanismo que distingue al LPS de la planificación convencional y el que le permite reducir la variabilidad en el flujo de trabajo de forma sostenida a lo largo de toda la fase según Hamzeh et al., (2021).

2.2.2.2.3 Agenda de reunión para la Pull Session

La Pull Session es una reunión estructurada con una agenda definida que se desarrolla en cinco etapas secuenciales, cada una con un propósito específico y una duración estimada que permite completar el proceso de planificación colaborativa en una jornada de trabajo (Pons y Rubio, 2019). La estructura de la agenda no es arbitraria sino que responde a la lógica progresiva del sistema LPS: primero se alinea al equipo en torno a los objetivos y metodología, luego se construye el plan de forma colaborativa, posteriormente se valida y optimiza, se extiende hacia la planificación intermedia y finalmente se consolidan los aprendizajes de la sesión.

La primera etapa, denominada Presentación e Introducción al LPS, se desarrolla entre las 09:00 y las 09:30 horas e incluye la introducción a la metodología del LPS, el funcionamiento de la sala de planificación (Big Room), las normas de uso de paneles, tarjetas y reuniones, y la comprensión compartida de la obra, los hitos, las actividades de cada participante y el plan general del proyecto. La segunda etapa, Rellenar Tarjetas de la Pull, se desarrolla entre las 09:30 y las 11:00 horas e incluye la escritura de tarjetas por parte de cada responsable identificando restricciones, recursos necesarios y duraciones sin holguras ocultas, la colocación de las tarjetas en el tablero y la interacción con los demás subcontratistas para verificar dependencias. La tercera etapa, Negociación y Ajuste del Plan, se desarrolla entre las 11:00 y las 11:30 horas e incluye la verificación de que todos los participantes comprenden el plan, la negociación de acuerdos entre especialidades y la optimización de recursos para garantizar el cumplimiento de los compromisos asumidos. La cuarta etapa, Lookahead Plan o Plan Intermedio, se desarrolla entre las 11:30 y las 12:00 horas e incluye la escritura de tarjetas de planificación intermedia a cuatro semanas, la identificación de posibles conflictos, dependencias y solapes entre especialidades. La quinta etapa, Conclusiones y Feedback Final, se desarrolla entre las 12:00 y las 12:30 horas e incluye la verificación de que todos han comprendido el plan y las normas de funcionamiento del LPS, y el análisis de los puntos positivos y aspectos de mejora de la sesión por Pons y Rubio (2019), tal como se ilustra en la Figura 12.

Figura 12

Agenda estructurada de la Pull Session con cinco etapas secuenciales y evidencia fotográfica de su aplicación en obra



Nota. La Figura 12 muestra la agenda tipo de una Pull Session desarrollada en una jornada de 3,5 horas, con las cinco etapas secuenciales desde la introducción al LPS hasta las conclusiones y feedback final, incluyendo fotografías reales de cada etapa del proceso colaborativo. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la implementación de la agenda de la Pull Session requiere adaptar el proceso a las condicionantes organizacionales del sector público, donde la participación de los responsables de cada especialidad no siempre puede garantizarse en una jornada completa debido a las obligaciones administrativas paralelas de los servidores civiles. Por esta razón, Ballard y Tommelein (2021) recomiendan que el coordinador del LPS gestione con anticipación la disponibilidad de todos los participantes, comunicando con claridad que la Pull Session no es una reunión informativa sino un proceso de construcción colaborativa del plan cuya calidad depende directamente de la participación activa y comprometida de cada responsable de especialidad durante toda la jornada.

2.2.2.2.4 Objetivos y consejos para la Pull Session

Los objetivos de la Pull Session trascienden la simple elaboración de un cronograma de fase para convertirse en un proceso de alineación organizacional que genera compromisos confiables, identifica restricciones críticas y construye una comprensión compartida del plan entre todos los participantes del proyecto (Ballard y Tommelein, 2021). Pons y Rubio (2019) establecen que una Pull Session bien ejecutada debe alcanzar simultáneamente cinco objetivos: lograr que todos los participantes comprendan el plan completo de la fase, identificar y registrar todas las restricciones conocidas antes de comenzar la ejecución, establecer compromisos de duración sin holguras ocultas por parte de cada responsable de especialidad, optimizar la secuencia de actividades para eliminar interferencias entre equipos y generar un documento de plan consensuado que sirva de referencia para la planificación semanal durante toda la fase.

En cuanto a los consejos para su correcta implementación, Pons y Rubio (2019) destacan que cada subcontratista, industrial o especialista debe ser responsable de completar sus propias tarjetas, dado que son ellos quienes mejor conocen sus procesos, necesidades y restricciones reales. Las actividades registradas en el Pull Planning de fases deben tener una duración de entre cinco y quince días; si alguna actividad supera este umbral, debe descomponerse en tareas de menor duración para permitir una planificación más precisa en lotes o zonas de trabajo más pequeños, facilitando la detección temprana de interferencias y la nivelación de recursos entre especialidades (Ballard, 2000). Asimismo, el coordinador del LPS debe garantizar que los compromisos asumidos en la sesión sean realistas y verificables, evitando que los participantes incorporen holguras ocultas en sus estimaciones de duración, práctica que Ballard y Tommelein (2021) identifican como una de las principales fuentes de variabilidad en el flujo de trabajo y de pérdida de confiabilidad en el sistema de planificación, tal como se ilustra en la Figura 13.

Figura 13

Sesión Pull en obra: equipo multidisciplinar construyendo colaborativamente el plan de fase frente al tablero de planificación



Nota. La Figura 13 muestra una Pull Session real en la que participan el coordinador del LPS, subcontratistas y el equipo técnico de obra, con el tablero de planificación al fondo mostrando hitos, restricciones y actividades organizadas por zonas y semanas. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, los consejos para la Pull Session deben complementarse con la identificación explícita de las restricciones institucionales propias del sector público desde el inicio de la sesión, incluyendo los plazos de adquisición de materiales sujetos a la Ley de Contrataciones del Estado, los períodos de aprobación de adicionales de obra y las fechas de los hitos de control de la Contraloría General de la República (Contraloría General de la República, 2024). La incorporación de estas restricciones en el tablero de planificación durante la Pull Session permite al equipo diseñar el flujo de trabajo de la fase considerando las condicionantes reales del entorno institucional, reduciendo significativamente la brecha entre lo planificado y lo ejecutado que históricamente caracteriza a este tipo de proyectos (Ghio, 2001).

2.2.2.2.5 ¿Qué son las restricciones y cómo se gestionan?

Las restricciones son todos aquellos problemas, necesidades o condiciones pendientes de resolución que impiden que una actividad pueda iniciarse o completarse a tiempo, constituyendo la principal fuente de variabilidad en el flujo de trabajo y la causa más frecuente de incumplimiento en la planificación semanal del LPS (Ballard, 2000). Su identificación sistemática y su liberación oportuna antes de la semana de ejecución es el mecanismo central mediante el cual el LPS convierte planes poco confiables en compromisos ejecutables, reduciendo la variabilidad inherente a los procesos constructivos y elevando sostenidamente el PPC a lo largo de la obra (Hamzeh et al., 2012).

Las restricciones en proyectos de construcción se clasifican en nueve categorías según su naturaleza. Las restricciones de contratos incluyen la elaboración de cuadros comparativos de presupuestos, la selección de proveedores, la gestión de documentación y la firma de contratos. Las restricciones de terreno comprenden las actividades previas, las condiciones del espacio físico y las condiciones generales de obra. Las restricciones administrativas abarcan permisos, acreditaciones, charlas informativas, capacitaciones, compras y pagos. Las restricciones de inspección incluyen ensayos de laboratorio, checklists de repasos y comprobaciones de detalle final. Las restricciones de equipos se refieren a la disponibilidad de maquinaria, herramientas, conexión eléctrica e iluminación. Las restricciones de mano de obra comprenden la identificación del responsable, la disponibilidad de subcontratas y la cantidad de cuadrillas y trabajadores. Las restricciones de materiales abarcan mediciones, solicitudes, órdenes de compra y acopio en terreno. Las restricciones de información y diseño incluyen incongruencias en planos, aprobaciones pendientes, requerimientos de información y especificaciones técnicas. Las restricciones de seguridad comprenden las condiciones de la obra, las herramientas de protección y los procedimientos de trabajo (Pons y Rubio, 2019), tal como se ilustra en la Figura 14.

Figura 14

Clasificación de los tipos de restricciones en proyectos de construcción según el método Think In Lean®



Nota. La Figura 14 presenta las nueve categorías de restricciones identificadas en el LPS: contratos, terreno, administrativos, inspección, equipos, mano de obra, materiales, información y diseño, y seguridad, con sus componentes específicos en cada categoría. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

La gestión de las restricciones se realiza mediante un registro sistemático denominado Listado de Restricciones, que es una herramienta de seguimiento que permite al equipo identificar, priorizar, asignar responsables y controlar el estado de liberación de cada restricción a lo largo del proceso de planificación. Este registro incluye para cada restricción: su descripción como problema o necesidad para iniciar una actividad a tiempo, su tipo o categoría, la actividad que puede verse afectada o retrasada, la acción comprometida para su liberación, su nivel de prioridad clasificado en tres niveles según el horizonte temporal de resolución requerido, el responsable de liberar la restricción, la fecha de identificación, la fecha requerida de liberación, la fecha real de liberación y su estado como abierta o cerrada por Pons y Rubio (2019). Para identificar las restricciones durante la Pull Session, el coordinador del LPS puede formular a cada subcontratista o responsable de especialidad cinco preguntas clave: ¿qué necesito para empezar esta tarea?, ¿qué te impediría empezar esa actividad?, ¿la podrías iniciar hoy?, ¿hay algo más que te impediría empezar esa actividad?, y ¿esta actividad se puede realizar en paralelo con otra? (Ballard y Tommelein, 2021), tal como se ilustra en la Figura 15.

Figura 15

Formato de gestión del Listado de Restricciones del LPS con preguntas clave para su identificación colaborativa

THINK IN LEAN		LISTADO DE RESTRICCIONES		PROYECTO:		Nombre del Proyecto		FECHA CONTROL:			8/4/23
ID	Restricción, Problema o Necesidad para iniciar una Actividad a Tiempo	Tipo de Restricción	Actividad que puede verse afectada o retrasada por la restricción	Acción comprometida para liberar la restricción	Prioridad: 1) baja > 10 2) media 6-10 3) alta < 5	Responsable de liberar la restricción	Fecha de identificación	Fecha requerida	Fecha de liberación	Abierta / Cerrada	
#1					●						
#2					●						
#3					●						
#4					●						
#5					●						
#6					●						
#7					●						
#8	PREGUNTAS QUE PUEDES HACER A LOS SUBCONTRATISTAS				●						
#9	• ¿Qué necesito para empezar esta tarea?				●						
#10	• ¿Qué te impediría empezar esa actividad?				●						
#11	• ¿La podrías iniciar hoy?				●						
#12	• ¿Hay algo más que te impediría empezar esa actividad?				●						
#13	• ¿Esta actividad se puede realizar en paralelo con otra?				●						
#14					●						

Nota. La Figura 15 muestra el formato estándar del Listado de Restricciones del método Think In Lean®, con campos para descripción, tipo, actividad afectada, acción comprometida, prioridad, responsable, fechas de identificación, requerida y liberación, y estado abierta/cerrada, incluyendo las cinco preguntas clave para la identificación de restricciones con subcontratistas. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, las restricciones de naturaleza administrativa e institucional representan una proporción significativamente mayor que en proyectos privados, dado que los procesos de adquisición de materiales bajo la Ley de Contrataciones del Estado, las aprobaciones de adicionales de obra, las autorizaciones para modificaciones presupuestales y los hitos de control simultáneo de la Contraloría General de la República generan tiempos de espera estructurales que deben ser identificados y gestionados desde la Pull Session de cada fase (Contraloría General de la República, 2024). La sistematización de estas restricciones institucionales en el Listado de Restricciones del LPS permite al equipo anticipar su impacto en el flujo de trabajo y tomar acciones preventivas con la anticipación suficiente para evitar que se conviertan en causas de incumplimiento en la planificación semanal (Ghio, 2001).

2.2.2.3 Planificación intermedia

La Planificación Intermedia, denominada en el LPS como Look Ahead Plan (LAP), constituye el tercer nivel de planificación del sistema y representa el puente operativo entre la visión estratégica del Master Plan y los compromisos específicos de la planificación semanal. Su función principal es proyectar el trabajo con un horizonte de tres a seis semanas hacia adelante, identificando y liberando las restricciones que podrían impedir que las actividades sean ejecutadas según lo planificado antes de que llegue la semana de ejecución (Ballard, 2000). A diferencia del Master Plan, que establece el marco general del proyecto, y de la planificación semanal, que gestiona los compromisos de la semana en curso, el LAP opera en una ventana de tiempo intermedia que permite al equipo anticiparse a los problemas con suficiente antelación para resolverlos sin generar interrupciones en el flujo de trabajo según Hamzeh et al., (2021). Ballard et al., (2021) establecen que el LAP es el componente más crítico del LPS para la gestión de la variabilidad en la construcción, dado que es el único nivel de planificación que tiene tanto el horizonte temporal suficiente para resolver restricciones complejas como el nivel de detalle necesario para verificar que las actividades estarán realmente listas para ejecutarse en la semana comprometida.

2.2.2.3.1 ¿Qué es y cómo funciona el Look Ahead Plan?

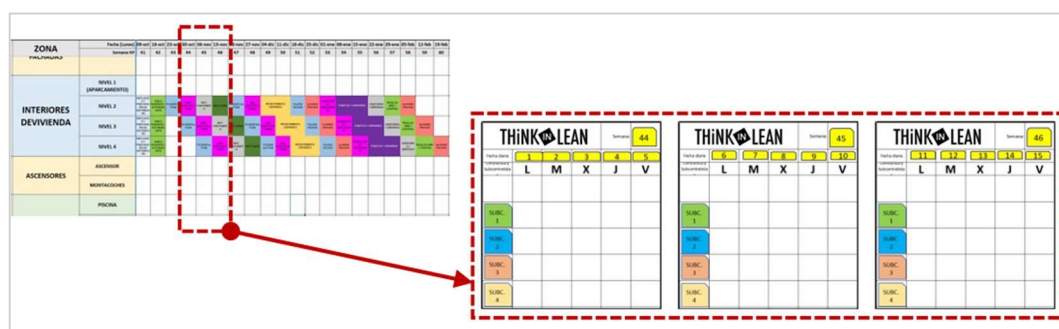
El Look Ahead Plan es una ventana de planificación de tres a seis semanas que se extrae directamente del plan elaborado en la Pull Session de cada fase, constituyendo el instrumento operativo mediante el cual el equipo de obra gestiona el trabajo potencialmente ejecutable y prepara las condiciones necesarias para que cada actividad pueda iniciarse sin restricciones en la semana comprometida (Pons y Rubio, 2019). Su funcionamiento se basa en tres funciones complementarias e inseparables: primero, actúa como guión para la planificación de tareas diarias, proporcionando al equipo una visión detallada del trabajo a ejecutar en las semanas inmediatas con un nivel de detalle superior al del Master Plan pero inferior al del plan semanal; segundo, es el instrumento donde se prepara el trabajo

potencialmente ejecutable, es decir, donde se verifica que todas las condiciones técnicas, logísticas y administrativas necesarias para ejecutar cada actividad estarán disponibles antes de comprometer su ejecución en el plan semanal; y tercero, gestiona explícitamente lo que puede hacerse en el horizonte de planificación, diferenciando con precisión entre lo que debe hacerse según el Master Plan y lo que realmente puede hacerse dado el estado actual de liberación de restricciones (Ballard, 2000).

El Look Ahead Plan se extrae directamente del tablero de planificación maestra proyectando una ventana de tres a seis semanas hacia adelante, trasladando las actividades de cada especialidad a un formato de seguimiento semanal que permite visualizar simultáneamente el trabajo planificado por subcontratista y día de la semana (Pons y Rubio, 2019). Este proceso de extracción constituye el mecanismo operativo mediante el cual el equipo identifica qué actividades están listas para comprometerse en el plan semanal y cuáles requieren aún acciones de liberación de restricciones, tal como se ilustra en la Figura 16.

Figura 16

Funcionamiento del Look Ahead Plan: extracción de ventana de tres semanas desde el tablero del Master Plan hacia el formato de seguimiento semanal por subcontratista



Nota. La Figura 16 muestra el proceso de extracción del Look Ahead Plan desde el tablero de planificación maestra, ilustrando la ventana de tres semanas consecutivas (semanas 44, 45 y 46) con el detalle de subcontratistas y días de la semana que permite al equipo gestionar el trabajo potencialmente ejecutable y preparar los compromisos de la planificación semanal. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la ventana del LAP debe calibrarse considerando los tiempos mínimos de gestión administrativa propios del sector público, dado que los procesos de adquisición de materiales, aprobación de órdenes de compra y habilitación presupuestal requieren plazos superiores a los de un proyecto privado que no pueden comprimirse independientemente de la urgencia de la obra (Ghio, 2001). Por esta razón, Hamzeh et al., (2021) recomiendan que en proyectos con alta densidad de restricciones administrativas la ventana del LAP se extienda hasta seis semanas, garantizando que el equipo tenga el tiempo suficiente para resolver las restricciones institucionales antes de que impacten en la confiabilidad de la planificación semanal.

2.2.2.3.2 Objetivos del LAP

El objetivo principal del Look Ahead Plan es generar un flujo continuo y predecible de trabajo durante la fase de ejecución, eliminando las interrupciones y esperas que constituyen la principal fuente de pérdida de productividad en proyectos de construcción para Pons y Rubio (2019). Este objetivo central se desagrega en cuatro objetivos operativos específicos que orientan el uso del LAP como instrumento de gestión de la producción a lo largo de toda la fase de ejecución.

El primer objetivo es mantener bajo control un plan de trabajo realizable en el mediano plazo, garantizando que el equipo siempre tenga claridad sobre qué actividades estarán listas para ejecutarse en las semanas siguientes y cuáles requieren aún de acciones de liberación de restricciones antes de poder comprometerse en el plan semanal (Ballard, 2000). El segundo objetivo es permitir la re-secuenciación de las tareas y la re-evaluación de sus duraciones cuando sea necesario, incorporando a los subcontratistas en este proceso de ajuste para garantizar que los cambios en la secuencia de trabajo sean comprendidos y aceptados por todos los responsables afectados para Pons y Rubio (2019). El tercer objetivo es identificar y liberar las restricciones que impiden que las actividades sean ejecutadas en la semana comprometida, constituyendo el LAP el espacio

temporal donde el equipo tiene suficiente horizonte para resolver restricciones complejas de suministro, diseño o coordinación entre especialidades antes de que impacten en la confiabilidad del plan semanal según Hamzeh et al., (2021). El cuarto objetivo, que integra a los tres anteriores, es generar un inventario de trabajo ejecutable en el corto plazo, es decir, un conjunto de actividades verificadas, sin restricciones pendientes y con recursos disponibles, que puedan ser comprometidas con plena confiabilidad en la planificación semanal, tal como se ilustra en la Figura 17.

Figura 17

Tablero del Look Ahead Plan con ventana de cinco semanas extraída del Pull Planning, mostrando los objetivos de flujo continuo, re-secuenciación y generación de inventario ejecutable



Nota. La Figura 17 muestra un tablero de Look Ahead Plan real con ventana de cinco semanas, ilustrando el formato de seguimiento semanal con tarjetas de actividades organizadas por subcontratista y semana, que permite al equipo mantener un plan de trabajo realizable en el mediano plazo y generar un inventario de trabajo ejecutable en el corto plazo. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la consecución del objetivo de flujo continuo enfrenta la restricción estructural de que los procesos administrativos de habilitación presupuestal, adquisición de materiales y aprobación de modificaciones presupuestales generan interrupciones sistémicas en el flujo de trabajo que no pueden eliminarse mediante

la sola aplicación del LAP (Ghio, 2001). Por esta razón, el objetivo del LAP en este contexto debe reorientarse hacia la anticipación y gestión proactiva de estas interrupciones previsibles, identificándolas en el registro de restricciones con suficiente antelación para minimizar su impacto en la productividad del equipo y garantizar que el tiempo de paralización sea el mínimo posible.

2.2.2.3.3 Tipos de reuniones de seguimiento

La reunión semanal con subcontratistas es el mecanismo operativo central del LPS mediante el cual el equipo de obra transforma los compromisos del Look Ahead Plan en un plan semanal verificable, mide el cumplimiento de los compromisos de la semana anterior y genera las acciones de mejora necesarias para elevar sostenidamente la confiabilidad del sistema de planificación según Ballard y Tommelein (2021). Su correcta implementación determina en gran medida la efectividad del LPS como sistema de control de la producción, dado que es en esta reunión donde se materializa el ciclo de aprendizaje continuo que distingue al LPS de los sistemas convencionales de programación de obras.

El funcionamiento de la reunión semanal se articula en tres momentos secuenciales e interdependientes. El primer momento es la revisión del plan de la semana anterior, donde el coordinador del LPS verifica actividad por actividad cuáles fueron completadas según lo comprometido y cuáles no, calculando el PPC de la semana como indicador de confiabilidad del sistema. Para cada actividad no completada se identifica la Razón de No Cumplimiento (RNC), clasificándola según su categoría de restricción para alimentar el análisis de causas de incumplimiento que orientará las acciones de mejora (Ballard, 2000). El segundo momento es la elaboración del plan de la semana siguiente, donde cada subcontratista o responsable de especialidad compromete únicamente las actividades que están completamente liberadas de restricciones y para las cuales dispone de los recursos, información y condiciones necesarias para ejecutarlas sin interrupciones durante la semana. Este principio de compromiso confiable es el núcleo del LPS y el que distingue al plan semanal de una simple lista de deseos

según Pons y Rubio (2019). El tercer momento es la actualización del Look Ahead Plan, donde el equipo revisa el estado de las restricciones de las semanas siguientes, incorpora los ajustes necesarios en la secuencia de actividades y confirma que las acciones de liberación de restricciones comprometidas en semanas anteriores han sido ejecutadas o reprograma su resolución con una fecha concreta y un responsable identificado por Hamzeh et al., (2021).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la reunión semanal debe incorporar adicionalmente la revisión del estado de los procesos administrativos en curso, tales como órdenes de compra, solicitudes de materiales y aprobaciones presupuestales pendientes, dado que estos procesos constituyen las restricciones de mayor impacto en la confiabilidad del plan semanal en el contexto del sector público (Ghio, 2001). La participación del responsable de logística y del inspector de obra en esta reunión es recomendable para garantizar que los compromisos asumidos sean coherentes con la disponibilidad real de recursos y con las exigencias de seguimiento documental de los organismos de control institucional.

2.2.2.4 Planificación semanal

La Planificación Semanal constituye el cuarto nivel de planificación del LPS y representa el punto donde los compromisos del Look Ahead Plan se convierten en acciones concretas de ejecución para la semana en curso. Su función principal es traducir el trabajo verificado como libre de restricciones en el LAP en un plan semanal de compromisos confiables, asumidos voluntariamente por cada responsable directo de ejecución con plena conciencia de su capacidad productiva real (Ballard, 2000). A diferencia de los niveles superiores de planificación, que operan sobre horizontes de semanas o meses, la planificación semanal gestiona el trabajo en el horizonte más inmediato del sistema, razón por la cual la calidad de los compromisos asumidos en este nivel determina directamente el PPC de la semana y, en consecuencia, la confiabilidad global del sistema de planificación según Ballard y Tommelein (2021). Pons y Rubio (2019) establecen que un

compromiso semanal es confiable únicamente cuando cumple tres condiciones simultáneas: la actividad está completamente libre de restricciones, el responsable tiene la capacidad real de ejecutarla durante la semana comprometida y existe una definición precisa y verificable de lo que significa completarla.

2.2.2.4.1 ¿Cómo funciona la reunión semanal con subcontractistas?

La agenda de la reunión semanal con subcontractistas es una secuencia estructurada de pasos que permite al equipo completar en cuarenta y cinco a noventa minutos el ciclo completo de revisión, planificación y actualización del sistema LPS para la semana siguiente (Pons y Rubio, 2019). Su estructura responde a la lógica del ciclo PDCA aplicado a la planificación de obra: primero se verifica lo ejecutado, luego se analizan las causas de lo no ejecutado, posteriormente se planifica la semana siguiente y finalmente se actualiza el horizonte del LAP incorporando los aprendizajes de la semana en curso.

El primer paso de la agenda es la revisión de la planilla de seguimiento de la semana anterior, donde el coordinador del LPS identifica actividad por actividad cuáles fueron completadas y cuáles no, documentando en la planilla el resultado de cada compromiso mediante la indicación de cumplimiento o no cumplimiento. Para cada actividad no completada se registra la Razón de No Cumplimiento comunicada directamente por el subcontractista responsable, garantizando que el análisis de causas sea basado en la experiencia real del ejecutor y no en interpretaciones del coordinador (Ballard, 2000). Es fundamental que este registro sea honesto y sin juicios de valor, dado que el objetivo no es señalar responsables sino comprender las causas sistémicas que generan el incumplimiento para poder eliminarlas en semanas sucesivas, construyendo una cultura de mejora continua basada en datos reales de producción.

El segundo paso es el cálculo del PPC de la semana, que se obtiene dividiendo el número de actividades completadas entre el número de actividades comprometidas y multiplicando por cien, constituyendo el indicador central de

confiabilidad del sistema que debe ser comunicado a todo el equipo al inicio de cada reunión semanal según Ballard y Tommelein (2021). El tercer paso es el análisis de las Razones de No Cumplimiento registradas, identificando patrones recurrentes que revelen problemas sistémicos en el flujo de trabajo y definiendo acciones concretas de mejora con responsable y fecha de resolución asignados. Este análisis es el mecanismo de aprendizaje organizacional que distingue al LPS de los sistemas convencionales de programación, dado que convierte cada incumplimiento en una oportunidad de mejora documentada y trazable según Hamzeh et al., (2021). El cuarto paso es la elaboración del plan de la semana siguiente, donde cada subcontratista compromete únicamente las actividades verificadas como libres de restricciones en el LAP, documentándolas en la planilla de seguimiento con identificación de la actividad, zona, subzona, empresa responsable y días de ejecución previstos. El quinto paso es la actualización del LAP, limpiando el panel de las tarjetas de la semana anterior, agregando una semana adicional al horizonte de planificación y verificando el estado de las restricciones de las semanas siguientes según Pons y Rubio (2019), tal como se ilustra en la Figura 18.

Figura 18

Reunión semanal con subcontratistas en obra: equipo multidisciplinar ejecutando el ciclo de revisión, planificación y actualización del Look Ahead Plan



Nota. La Figura 18 muestra cuatro fotografías reales de reuniones semanales del LPS en diferentes proyectos de construcción. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por J. F. Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

2.2.2.4.2 Agenda para la reunión semanal con subcontratistas

La agenda de la reunión semanal con subcontratistas se desarrolla en un tiempo máximo de sesenta minutos y se organiza en tres bloques secuenciales que cubren el ciclo completo de análisis, planificación y mejora continua del sistema LPS. Esta estructura de tres bloques responde a la lógica del ciclo PDCA aplicado a la planificación de producción en obra: primero se verifica y analiza lo ejecutado, luego se planifica la semana siguiente y finalmente se consolidan los aprendizajes y las acciones de mejora.

El primer bloque es el análisis de lo ocurrido durante la semana, orientado a tres acciones concretas: evaluar la cantidad real de trabajo realizado frente a lo planificado calculando el PPC de la semana anterior, analizar la causa raíz de las no conformidades identificadas mediante el registro de Razones de No Cumplimiento, y tomar acciones concretas para mitigar las causas de incumplimiento con responsable y fecha de resolución asignados (Ballard, 2000). El segundo bloque es la actualización del plan, que comprende la definición del plan de producción para la semana siguiente, la determinación del nuevo inventario de trabajo ejecutable, la identificación de qué actividades nuevas entran al plan desde el LAP y la actualización del listado de restricciones incorporando el estado actual de cada restricción en seguimiento según Ballard y Tommelein (2021). El tercer bloque es el de conclusiones y feedback final, que incluye la actualización del cronograma con la nueva fecha estimada de terminación, la promoción de nuevas acciones de mejora para recuperar o adelantar el plan respecto a la línea base y la actualización del Plan de Acción y el diagrama de Pareto de Razones de No Cumplimiento, que permite identificar las causas más frecuentes de incumplimiento sobre las cuales concentrar los esfuerzos de mejora continua del equipo según Pons y Rubio (2019), tal como se ilustra en la Figura 19.

Figura 19

Agenda estructurada de la reunión semanal con subcontratistas en tres bloques secuenciales: análisis de lo ocurrido, actualización del plan y conclusiones



Nota. La Figura 19 muestra la agenda de la reunión semanal del LPS con una duración de 60 minutos, organizada en tres bloques (análisis de lo ocurrido, actualizar el plan y conclusiones y feedback final), con evidencia fotográfica de cada etapa del proceso colaborativo en obra. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la agenda de la reunión semanal debe adaptarse incorporando en el primer bloque la revisión del Cuaderno de Obra como instrumento oficial de registro de compromisos y ocurrencias, garantizando la coherencia entre los acuerdos del LPS y los asientos documentados ante el inspector de obra. La actualización del diagrama de Pareto de Razones de No Cumplimiento es especialmente relevante en este contexto dado que permite identificar si las causas de incumplimiento son predominantemente de naturaleza técnica, logística o administrativa institucional, orientando así las acciones de mejora hacia las restricciones de mayor impacto en la productividad del proyecto (Ghio, 2001).

2.2.2.5 Aprendizaje

La Mejora Continua constituye la quinta y última etapa del Last Planner System, representando el mecanismo mediante el cual el sistema aprende de su propio

desempeño para incrementar sostenidamente la confiabilidad de la planificación a lo largo de toda la ejecución del proyecto. Su principio operativo se basa en el análisis sistemático de los datos generados semana a semana por el sistema de planificación, transformando cada incumplimiento en una oportunidad de aprendizaje organizacional que retroalimenta los niveles superiores de planificación y reduce progresivamente la variabilidad en el flujo de trabajo (Ballard y Tommelein, 2021). Pons y Rubio (2019) establecen que sin esta etapa de aprendizaje el LPS se convierte en un simple sistema de registro de compromisos sin capacidad de mejora, perdiendo su diferencial fundamental respecto a los sistemas convencionales de programación de obras.

2.2.2.5.1 Ciclo PDCA en Last Planner System

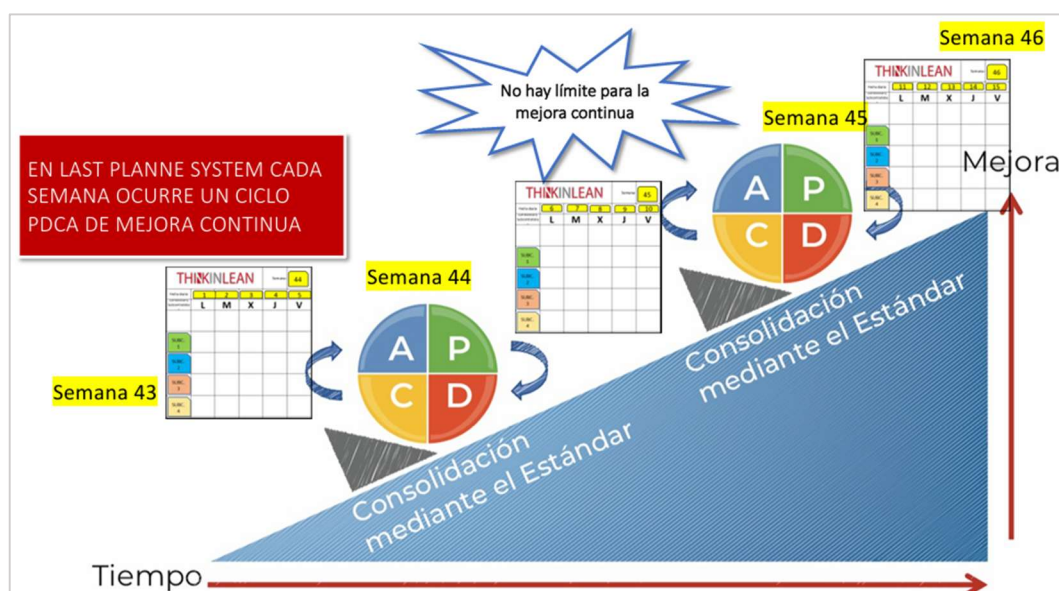
El ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), también denominado Ciclo de Deming en honor a W. Edwards Deming quien introdujo el concepto en Japón tras la Segunda Guerra Mundial, es el fundamento metodológico de la mejora continua en el LPS. Su aplicación en el sistema de planificación establece que cada semana de ejecución constituye un ciclo completo de mejora: se planifica (Plan) el trabajo de la semana comprometiendo actividades libres de restricciones, se ejecuta (Do) el trabajo según los compromisos asumidos, se verifica (Check) el cumplimiento de los compromisos calculando el PPC y registrando las Razones de No Cumplimiento, y se actúa (Act) tomando decisiones correctivas basadas en el análisis de las causas de incumplimiento para mejorar la confiabilidad del siguiente ciclo Pons y Rubio (2019).

La característica distintiva del ciclo PDCA en el LPS respecto a otros sistemas de mejora continua es que opera de forma recurrente semana a semana a lo largo de toda la fase de ejecución, generando una espiral ascendente de mejora que incrementa progresivamente el PPC del equipo conforme el sistema aprende de sus propios incumplimientos y consolida estándares de planificación más confiables según Ballard y Tommelein (2021). Cada ciclo semanal no reinicia desde cero sino que incorpora los aprendizajes del ciclo anterior mediante la consolidación del

estándar de planificación, de manera que el nivel de confiabilidad alcanzado en cada semana se convierte en la línea base mínima del ciclo siguiente, garantizando una mejora sostenida y acumulativa a lo largo del tiempo. Pons y Rubio (2019) enfatizan que no existe un límite para esta mejora continua, dado que el sistema siempre puede identificar nuevas fuentes de variabilidad y nuevas oportunidades de optimización del flujo de trabajo, tal como se ilustra en la Figura 20.

Figura 20

Ciclo PDCA de mejora continua aplicado semana a semana en el Last Planner System, generando una espiral ascendente de consolidación del estándar de planificación



Nota. La Figura 20 muestra la aplicación del ciclo PDCA en el LPS a lo largo de tres semanas consecutivas (semanas 43, 44 y 45), ilustrando cómo cada ciclo semanal genera un incremento en el nivel de mejora consolidado mediante el estándar de planificación, sin límite para la mejora continua. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, la implementación del ciclo PDCA semanal enfrenta la dificultad adicional de que los responsables de ejecución frecuentemente asumen compromisos paralelos en múltiples frentes administrativos que compiten con el tiempo

disponible para la reflexión y el aprendizaje organizacional (Ghio, 2001). Por esta razón, el coordinador del LPS debe garantizar que la fase de verificación y actuación del ciclo PDCA no sea omitida ante la presión de la operación diaria, dado que es precisamente en esta fase donde se genera el conocimiento acumulado que incrementa la confiabilidad del sistema semana a semana y reduce la brecha entre lo planificado y lo ejecutado a lo largo de toda la obra (Ballard, 2000).

2.2.2.5.2 Porcentaje de Plan Completo (PPC)

El Porcentaje de Plan Completado (PPC), también denominado Porcentaje de Promesas Cumplidas, es el indicador central del LPS que mide la confiabilidad del sistema de planificación cuantificando la proporción de actividades completadas respecto al total de actividades comprometidas en el plan semanal (Ballard, 2000). Su fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{PPC} = (\text{Tareas realizadas} / \text{Tareas planeadas}) \times 100 \quad (1)$$

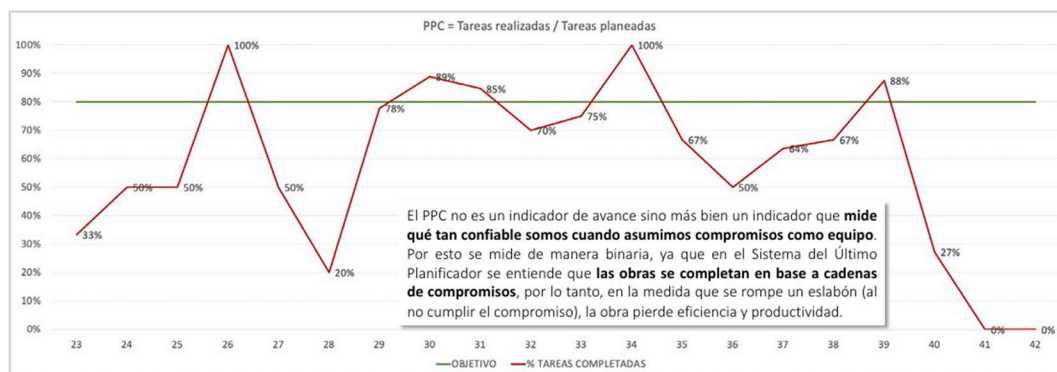
Una precisión conceptual fundamental establecida por Ballard y Tommelein (2021) es que el PPC no es un indicador de avance físico del proyecto sino un indicador de confiabilidad del equipo al momento de asumir compromisos. Esta distinción es crítica porque implica que un PPC alto no significa necesariamente que el proyecto avanza rápido, sino que el equipo cumple lo que promete, lo cual es la condición necesaria para que el flujo de trabajo sea predecible y continuo. El PPC se mide de forma binaria, dado que en el LPS las obras se completan en base a cadenas de compromisos interdependientes, y en la medida en que se rompe un eslabón al no cumplir un compromiso la obra pierde eficiencia y productividad de forma sistémica, afectando no solo la actividad incumplida sino todas las actividades que dependían de ella para iniciarse según Pons y Rubio (2019).

El seguimiento semanal del PPC a lo largo del proyecto permite al equipo identificar tendencias en la confiabilidad de la planificación, detectar semanas de

alta variabilidad que señalan problemas sistémicos en el flujo de trabajo y verificar si las acciones de mejora continua implementadas están generando un incremento sostenido en la confiabilidad del sistema. Ballard (2000) verificó en sus estudios de caso que proyectos con implementación sistemática del LPS alcanzan valores de PPC superiores al 70%, con tendencia ascendente conforme el equipo consolida los ciclos PDCA semanales, tal como se ilustra en la Figura 21.

Figura 21

Seguimiento semanal del Porcentaje de Plan Completado (PPC) a lo largo de 20 semanas de ejecución, con línea objetivo al 80%



Nota. La Figura 21 muestra la evolución semanal del PPC real (línea roja) frente al objetivo del 80% (línea verde) durante las semanas 23 a 42 de un proyecto de construcción, ilustrando la variabilidad típica del indicador y la necesidad del ciclo PDCA para incrementar sostenidamente la confiabilidad del sistema de planificación. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, Calua (2020) verificó en la I.E. N°82675 que la implementación del LPS permitió alcanzar valores de PPC superiores al 75%, estableciendo este umbral como meta referencial para proyectos educativos similares en el contexto peruano. La medición semanal del PPC en obras por administración directa debe incorporar en su análisis la distinción entre incumplimientos causados por factores técnicos de ejecución e incumplimientos causados por restricciones administrativas institucionales, dado que las acciones correctivas requeridas en cada caso son de

naturaleza diferente y deben ser gestionadas por distintos niveles de la organización (Contraloría General de la República, 2024).

2.2.2.5.3 Indicadores para la gestión de las restricciones

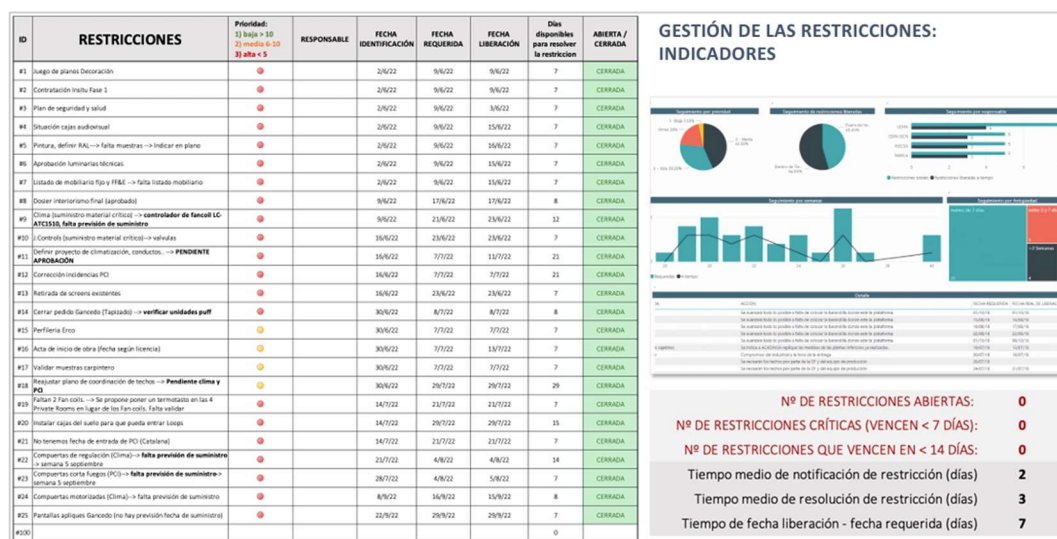
La gestión de las restricciones en el LPS no se limita a su identificación y registro en el Listado de Restricciones, sino que requiere un sistema de indicadores cuantitativos que permita al equipo evaluar la eficiencia del proceso de liberación de restricciones y detectar oportunamente los cuellos de botella que amenazan la confiabilidad de la planificación semanal según Hamzeh et al., (2021). Estos indicadores complementan al PPC proporcionando una visión predictiva del sistema, dado que mientras el PPC mide lo que ya ocurrió, los indicadores de restricciones permiten anticipar lo que puede ocurrir si determinadas restricciones no son resueltas a tiempo según Ballard y Tommelein (2021).

Los indicadores clave para la gestión de restricciones se organizan en seis métricas fundamentales. El primero es el número de restricciones abiertas, que cuantifica las restricciones pendientes de resolución en el horizonte del LAP y cuyo incremento sostenido es señal de alerta de deterioro en la confiabilidad futura del plan semanal. El segundo es el número de restricciones críticas que vencen en menos de siete días, que identifica las restricciones de resolución urgente cuyo incumplimiento impactará directamente en el plan de la semana siguiente. El tercero es el número de restricciones que vencen en menos de catorce días, que amplía el horizonte de alerta anticipada para las restricciones de resolución compleja. El cuarto indicador es el tiempo medio de notificación de restricción en días, que mide con cuánta anticipación el equipo identifica sus restricciones respecto a la fecha en que serán necesarias, siendo un indicador del nivel de madurez del proceso de planificación. El quinto es el tiempo medio de resolución de restricción en días, que mide el tiempo promedio que el equipo tarda en liberar una restricción desde su identificación hasta su cierre. El sexto es la diferencia entre la fecha de liberación real y la fecha requerida en días, que cuantifica el grado de

oportunidad con que las restricciones son resueltas respecto a los compromisos adquiridos según Pons y Rubio (2019), tal como se ilustra en la Figura 22.

Figura 22

Sistema de indicadores para la gestión de restricciones en el LPS: listado de restricciones, tablero de seguimiento por prioridad y métricas de eficiencia de liberación



Nota. La Figura 22 muestra el sistema integrado de gestión de restricciones del método Think In Lean®, incluyendo el listado detallado de restricciones con prioridad, responsable y fechas de identificación, requerida y liberación, el tablero de seguimiento por semanas y responsable, y los seis indicadores clave de eficiencia del proceso de liberación de restricciones. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, los indicadores de gestión de restricciones adquieren especial relevancia dado que las restricciones de naturaleza administrativa e institucional presentan tiempos de resolución significativamente mayores que las restricciones técnicas, requiriendo que el equipo las identifique con una anticipación mínima de cuatro a seis semanas para garantizar su liberación oportuna sin impactar en la confiabilidad del plan semanal (Ghio, 2001). El monitoreo sistemático del tiempo medio de resolución de restricciones permite identificar qué categorías de restricciones generan los mayores retrasos en el contexto específico de la administración directa,

orientando las acciones de mejora hacia la optimización de los procesos administrativos que más frecuentemente interrumpen el flujo de trabajo en este tipo de proyectos.

2.2.2.5.4 Diagrama de Pareto para las razones de no cumplimiento

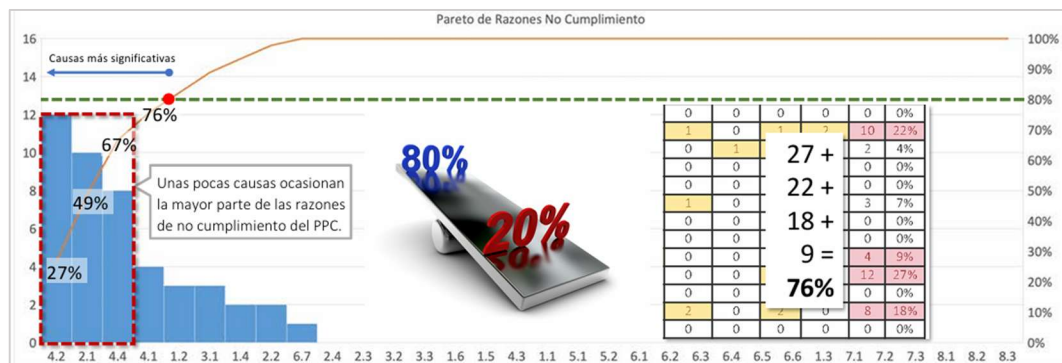
El Diagrama de Pareto de Razones de No Cumplimiento (RNC) es el instrumento de análisis causal que permite al equipo identificar qué causas de incumplimiento generan la mayor proporción de pérdida de confiabilidad en el sistema de planificación, orientando los esfuerzos de mejora continua hacia las pocas causas que ocasionan la mayor parte de los incumplimientos del PPC (Ballard y Tommelein, 2021). Su fundamento es el principio de Pareto, también conocido como la regla del 80/20, que establece que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas, principio que aplicado al LPS implica que un número reducido de categorías de restricción concentra la gran mayoría de las razones de no cumplimiento registradas semana a semana durante la ejecución del proyecto.

La construcción del Diagrama de Pareto de RNC se realiza acumulando semana a semana las razones de no cumplimiento registradas en la planilla de seguimiento, clasificándolas según la categoría de restricción a la que pertenecen y ordenándolas de mayor a menor frecuencia para identificar visualmente las causas más significativas. En el ejemplo ilustrado en la Figura 23, las tres primeras categorías de restricción concentran el 76% de todas las razones de no cumplimiento registradas en el proyecto, con valores acumulados de 27, 22 y 18 incumplimientos respectivamente, confirmando que unas pocas causas ocasionan la mayor parte de las razones de no cumplimiento del PPC por Pons y Rubio (2019). Este análisis permite al equipo priorizar sus acciones de mejora continua con base en evidencia cuantitativa, evitando dispersar esfuerzos en causas de bajo impacto cuando existen causas críticas que concentran la mayor parte de la variabilidad del sistema. Ballard (2000) señalan que la actualización periódica del Diagrama de Pareto a lo largo de la ejecución del proyecto es fundamental para verificar si las

acciones correctivas implementadas están reduciendo efectivamente la frecuencia de las causas más recurrentes, constituyendo así el cierre del ciclo de aprendizaje organizacional que distingue al LPS de los sistemas convencionales de programación de obras, tal como se ilustra en la Figura 23.

Figura 23

Diagrama de Pareto de Razones de No Cumplimiento del LPS: identificación de las causas más significativas que concentran el 76% de los incumplimientos del PPC



Nota. La Figura 23 muestra el Diagrama de Pareto de RNC de un proyecto real, donde las tres primeras categorías de restricción acumulan 27, 22 y 18 incumplimientos respectivamente, alcanzando el 76% del total de razones de no cumplimiento registradas, confirmando el principio de Pareto aplicado a la gestión de la confiabilidad en el LPS. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, el Diagrama de Pareto de RNC frecuentemente revela que las categorías de restricciones administrativas e institucionales, tales como demoras en la aprobación de órdenes de compra, retrasos en el suministro de materiales bajo la Ley de Contrataciones del Estado y pendientes de aprobación presupuestal, concentran la mayor proporción de razones de no cumplimiento (Ghio, 2001). Esta información es estratégicamente valiosa porque permite a la entidad ejecutora identificar los procesos administrativos que requieren mejoras estructurales para incrementar la confiabilidad del sistema de planificación, trascendiendo el ámbito técnico de la obra hacia la gestión institucional del proyecto (2024).

2.2.2.5.5 Tablero de indicadores de rendimiento

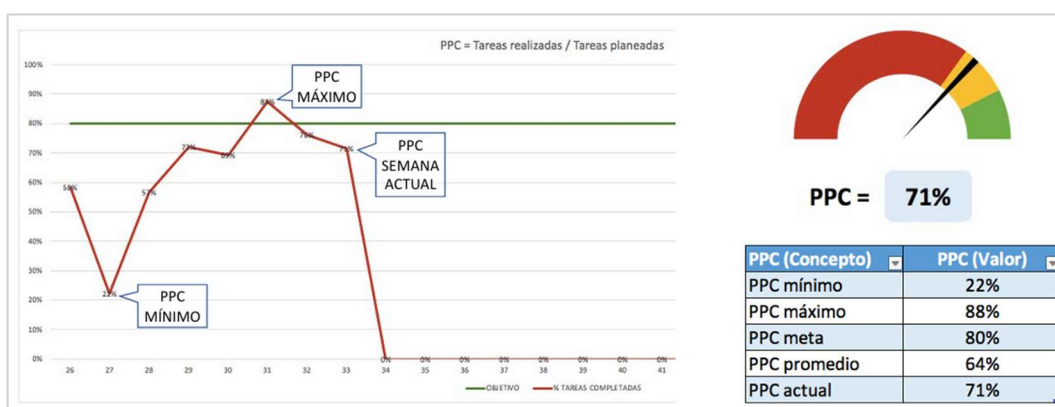
El Tablero de Indicadores de Rendimiento es el instrumento de gestión visual que integra en un único panel todos los indicadores clave del sistema LPS, permitiendo al equipo y a la dirección del proyecto evaluar de forma rápida y objetiva el estado de la confiabilidad de la planificación en cualquier momento de la ejecución según Pons y Rubio (2019). Su función principal es proporcionar una visión consolidada del desempeño del sistema, superando la limitación de analizar cada indicador de forma aislada y facilitando la identificación de tendencias, alertas y oportunidades de mejora que requieren atención inmediata por parte del equipo de obra.

Los indicadores que integran el tablero de rendimiento se organizan en torno al PPC como indicador central, complementado por cinco métricas derivadas que enriquecen su interpretación. El PPC mínimo registra el valor más bajo alcanzado por el sistema durante la ejecución, señalando las semanas de mayor variabilidad en el flujo de trabajo y constituyendo una alerta sobre los períodos críticos donde el sistema de planificación experimentó mayor deterioro en su confiabilidad. El PPC máximo registra el valor más alto alcanzado, evidenciando la capacidad potencial del equipo cuando las condiciones de planificación son óptimas y estableciendo un referente de excelencia hacia el cual orientar los esfuerzos de mejora continua. El PPC meta establece el umbral de confiabilidad objetivo fijado al inicio del proyecto, que en el contexto del LPS se sitúa habitualmente por encima del 75% según lo verificado por Calua (2020) en proyectos de infraestructura educativa en Perú. El PPC promedio refleja la confiabilidad media del sistema a lo largo de todas las semanas transcurridas, siendo el indicador más representativo del desempeño global del sistema de planificación, dado que neutraliza las fluctuaciones semanales y proporciona una visión objetiva de la tendencia real del equipo a lo largo del tiempo según Hamzeh et al., (2021). El PPC actual muestra el valor de la semana en curso, permitiendo compararlo en tiempo real frente al promedio y la meta para identificar si el sistema está mejorando, estable o deteriorándose, y activar oportunamente las acciones correctivas necesarias antes

de que la desviación acumulada comprometa el cumplimiento del plazo contractual del proyecto según Ballard y Tommelein (2021) tal como se ilustra en la Figura 24.

Figura 24

Tablero de indicadores de rendimiento del LPS con seguimiento semanal del PPC, velocímetro de estado actual y tabla consolidada de métricas de confiabilidad



Nota. La Figura 24 muestra el tablero de indicadores del LPS de un proyecto real con PPC mínimo de 22%, máximo de 88%, meta de 80%, promedio de 64% y valor actual de 71%, integrando el gráfico de evolución semanal y el velocímetro de estado para facilitar la interpretación visual del desempeño del sistema de planificación. Tomado de *LPS en la práctica: Sesión 2*, por Pons Achell, 2026, Think In Lean / Lean Construction Academy (www.thinkinlean.com).

En proyectos de infraestructura educativa ejecutados por administración directa, el Tablero de Indicadores de Rendimiento cumple además una función de transparencia y trazabilidad administrativa, dado que constituye una evidencia documentada del desempeño del sistema de planificación que puede ser presentada ante los organismos de control institucional como parte de la documentación de gestión de la obra (2024). La presentación del tablero en la reunión mensual con directivos permite a la alta dirección de la entidad pública tomar decisiones informadas sobre la necesidad de reforzar los recursos del proyecto, agilizar los procesos administrativos de suministro o activar medidas correctivas para recuperar el plan frente a desviaciones que amenacen el cumplimiento del plazo contractual (Ghio, 2001).

2.2.3 Productividad en construcción

La productividad en construcción se define como la relación entre la cantidad de obra producida y los recursos empleados para lograrla, donde los recursos comprenden mano de obra, materiales, equipos y tiempo. Serpell (2002) establece que la productividad en proyectos de construcción no puede reducirse a una medición única, dado que la industria opera bajo condiciones de variabilidad inherente en los procesos productivos, razón por la cual propone un modelo que distingue entre la eficiencia de la operación como proceso productivo, y la efectividad del sistema de gestión que controla y dirige dicha operación.

Existen tres modelos principales para analizar la productividad en obra. El primero es el modelo de tiempo y movimiento, derivado de la ingeniería industrial, que mide rendimientos mediante muestreos estadísticos del trabajo. El segundo es el modelo de flujo de producción, derivado de Lean Construction, que mide la proporción de tiempo dedicado a actividades que agregan valor respecto al tiempo total disponible. El tercero es el modelo de valor ganado, de origen norteamericano, que relaciona el avance físico real con el costo incurrido y el cronograma previsto para generar indicadores de desempeño integrados. Ghio Castillo (2001) desarrolló y validó empíricamente el modelo de muestreo de trabajo para la realidad peruana, clasificando toda actividad en obra dentro de tres categorías mutuamente excluyentes: trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC), demostrando con estudios de campo en Lima que el TP promedio en obras de edificación era apenas del 28%, frente a estándares internacionales de 50 a 60%.

2.2.3.1 Definición y modelos

La productividad en construcción se define como la relación entre la cantidad de obra producida y los recursos empleados para lograrla, donde los recursos comprenden mano de obra, materiales, equipos y tiempo. Serpell (2002) establece que la productividad en proyectos de construcción no puede reducirse a una

medición única, dado que la industria opera bajo condiciones de variabilidad inherente en los procesos productivos, razón por la cual propone un modelo que distingue entre la eficiencia de la operación como proceso productivo, y la efectividad del sistema de gestión que controla y dirige dicha operación.

Existen tres modelos principales para analizar la productividad en obra. El primero es el modelo de tiempo y movimiento, derivado de la ingeniería industrial, que mide rendimientos mediante muestreos estadísticos del trabajo. El segundo es el modelo de flujo de producción, derivado de Lean Construction, que mide la proporción de tiempo dedicado a actividades que agregan valor respecto al tiempo total disponible. El tercero es el modelo de valor ganado, de origen norteamericano, que relaciona el avance físico real con el costo incurrido y el cronograma previsto para generar indicadores de desempeño integrados. Ghio (2001) desarrolló y validó empíricamente el modelo de muestreo de trabajo para la realidad peruana, clasificando toda actividad en obra dentro de tres categorías mutuamente excluyentes: trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC), demostrando con estudios de campo en Lima que el TP promedio en obras de edificación era apenas del 28%, frente a estándares internacionales de 50 a 60%

2.2.3.2 Factores que afectan la productividad

Los factores que afectan la productividad en construcción son múltiples y han sido objeto de extensa investigación sistemática a nivel global. Una revisión de 130 estudios publicados entre 1991 y 2022 en contexto internacional identificó que los factores de mayor impacto negativo sobre la productividad laboral se agrupan en seis categorías principales: factores de mano de obra, factores de gestión, condiciones de sitio, características del proyecto, factores externos y factores de equipamiento y materiales. En contextos de países en desarrollo, los subfactores de mayor incidencia negativa son la falta de habilidades del trabajador, la capacitación insuficiente, el retrabajo, el estilo de gestión y los sistemas de incentivos inadecuados según Adebawale y Agumba (2023).

En el contexto específico de obras públicas ejecutadas por administración directa en el Perú, los factores de mayor incidencia son la variabilidad en el suministro de materiales por procedimientos de contratación pública, la rotación frecuente de personal obrero por contratos temporales de corto plazo, la rigidez de los procesos administrativos para la liberación oportuna de recursos presupuestales, y la ausencia de planificación operativa de corto plazo que integre la disponibilidad real de los recursos con los compromisos de ejecución semanal. Estos factores se manifiestan en paralización parcial o total del frente de trabajo, generando tiempo no contributivo que reduce el rendimiento de mano de obra y eleva el costo unitario de producción respecto al expediente técnico aprobado según Ghio (2001).

2.2.3.3 Indicadores de medición

La medición de la productividad en obra requiere indicadores que capturen simultáneamente la eficiencia en el uso del tiempo, el rendimiento de los recursos y el avance respecto al programa previsto. El indicador de nivel general de actividad, derivado del muestreo aleatorio del trabajo, expresa los porcentajes de TP, TC y TNC como fracción del tiempo total observado en obra, permitiendo identificar cuánto tiempo del total disponible se convierte efectivamente en producción (Ghio, 2001). El rendimiento de mano de obra, expresado como la cantidad de unidad de partida producida por hora-hombre, es el indicador de mayor uso operativo en la gestión de costos de obra, ya que permite comparar el rendimiento real con el rendimiento del expediente técnico y proyectar desviaciones presupuestales con antelación suficiente para adoptar medidas correctivas.

A nivel de control de proyecto, el índice de desempeño del cronograma (SPI) y el índice de desempeño del costo (CPI) derivados del método del valor ganado permiten integrar el avance físico, el tiempo transcurrido y el costo incurrido en una sola lectura de desempeño. Un SPI menor a 1.0 indica que el proyecto está retrasado respecto al programa, mientras que un CPI menor a 1.0 indica que se está gastando más de lo planificado por unidad de avance. Serpell (2002) señala que ningún indicador aislado es suficiente para caracterizar la

productividad de un proyecto, y que el análisis efectivo requiere la combinación de indicadores de proceso, de recursos y de resultado, evaluados con la frecuencia adecuada para permitir intervenciones correctivas antes de que las desviaciones se consoliden.

2.2.3.4 Indicadores de medición

La ejecución de obras públicas por administración directa presenta restricciones estructurales que limitan sistemáticamente la productividad respecto a la ejecución por contrata. La entidad pública asume directamente la responsabilidad de adquirir materiales, contratar personal, gestionar equipos y supervisar la ejecución, sin el incentivo económico de un contratista privado orientado a la eficiencia productiva. Esta condición genera dinámicas propias de baja productividad: los procesos de adquisición de materiales siguen tiempos administrativos ajenos al ritmo constructivo, el personal obrero carece frecuentemente de estabilidad suficiente para consolidar rendimientos, y la supervisión técnica enfrenta limitaciones de autoridad y recursos para implementar planes de mejora sostenidos (Ghio, 2001).

La evidencia de la realidad peruana confirma la gravedad de este problema a escala nacional. La Contraloría General de la República reportó que en julio de 2024 existían 2,264 obras públicas paralizadas en el país, con un valor de inversión estimado de S/ 35,200 millones, cifra que representa un incremento de más de ocho veces respecto a las 560 obras paralizadas reportadas en 2015, lo que evidencia el agravamiento sistemático de las condiciones que deterioran la productividad y continuidad de las obras públicas en el Perú. En este contexto, la implementación de herramientas de planificación y control de producción como el Last Planner System representa una respuesta directa a las causas raíz de esta problemática, al establecer compromisos de trabajo verificables, liberar restricciones con anticipación y generar aprendizaje continuo a partir del análisis de causas de incumplimiento (Contraloría General de la República, 2024).

2.2.4 Infraestructuras educativas en el Perú

2.2.4.1 Marco normativo

La infraestructura educativa pública en el Perú se rige por un conjunto articulado de instrumentos normativos cuyo nivel superior es la Ley N° 28044, Ley General de Educación, que en su artículo 13 establece la infraestructura, el equipamiento y los materiales educativos adecuados a las exigencias técnico-pedagógicas de cada contexto como factor condicionante de la calidad del servicio educativo. A partir de este mandato legal, el Ministerio de Educación (MINEDU) aprobó mediante Resolución Ministerial N° 153-2017-MINEDU el Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025 (PNIE), que constituye el instrumento central de planificación sectorial, definiendo como infraestructura de calidad aquella que es segura, funcional, habitable, sostenible, integradora y bien gestionada, y estableciendo metas para la reducción progresiva de la brecha de locales educativos con capacidad instalada inadecuada en los tres niveles de la educación básica regular (MINEDU, 2017).

El marco técnico-normativo específico para el diseño y construcción de locales educativos está definido por la Norma Técnica denominada "Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa", aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 010-2022-MINEDU, que derogó la norma técnica anterior de 2018 e incorporó criterios actualizados de accesibilidad universal, gestión del riesgo de desastres, sostenibilidad ambiental y compatibilidad con la metodología BIM para proyectos de inversión pública. Complementariamente, existen normas técnicas específicas por nivel educativo aprobadas por PRONIED para Educación Inicial (RVM N° 104-2019-MINEDU), Educación Básica Especial (RSG N° 056-2019-MINEDU) e Institutos Tecnológicos de Excelencia (RVM N° 283-2019-MINEDU), configurando un sistema normativo de múltiples capas que los proyectos de infraestructura ejecutados por gobiernos regionales deben respetar íntegramente (MINEDU, 2022).

2.2.4.2 Ejecución por administración directa — Marco legal

La ejecución de proyectos de infraestructura educativa por administración directa en los gobiernos regionales opera dentro de un doble marco legal: el sistema de inversión pública establecido por el Decreto Legislativo N° 1252 y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 284-2018-EF, y la regulación de la modalidad de ejecución directa establecida por la Contraloría General de la República. El primero exige que todo proyecto de inversión pública sea registrado en el Banco de Inversiones, cuente con viabilidad declarada por la Unidad Formuladora competente y se enmarque en el Programa Multianual de Inversiones (PMI) del gobierno regional correspondiente, alineado con los indicadores de brecha sectorial aprobados por el MINEDU. Solo las inversiones que cumplen estos requisitos pueden iniciar la fase de ejecución con asignación de fondos públicos (Decreto Legislativo N° 1252, 2016).

El segundo marco, contenido en la Directiva N°017-2023-CG/GMPL aprobada mediante Resolución de Contraloría N° 432-2023-CG y con vigencia a partir del 1 de junio de 2024, establece de forma obligatoria para todos los niveles de gobierno las disposiciones que regulan la preparación, ejecución física y cierre de obras por administración directa. Entre sus disposiciones más relevantes para proyectos de infraestructura educativa se encuentran: la exigencia de un expediente técnico elaborado con metodología BIM, la constitución de una Oficina de Obras por Administración Directa (OAD) en la entidad ejecutora, requisitos mínimos de perfil para el residente e inspector de obra, y disposiciones para el aprovisionamiento anticipado de materiales, equipos y personal antes del inicio de la ejecución física, con el objetivo expreso de reducir el riesgo de paralizaciones y sobrecostos durante la ejecución (Contraloría General de la República, 2024).

La magnitud del problema que este marco normativo busca resolver es crítica. A diciembre de 2024, la brecha de infraestructura educativa en el Perú ascendía a S/ 158,832 millones según el MINEDU, siendo el 92.5% de los locales educativos públicos de Educación Básica clasificados como inadecuados por requerir algún tipo de intervención. Frente a esta brecha, el presupuesto ejecutado

en infraestructura educativa en 2024 fue de S/ 1,429 millones, cifra que representa apenas el 0,9% del total requerido, evidenciando que, sin mejoras sustanciales en la productividad y eficiencia de los sistemas de ejecución disponibles, entre ellos la administración directa a cargo de gobiernos regionales, la reducción significativa de esta brecha no será posible en plazos razonables (MINEDU, 2023).

2.2.5 Modelo de gestión

2.2.5.1 Definición y características

Un modelo de gestión es una representación estructurada y deliberadamente diseñada de los procesos, relaciones, roles, herramientas e indicadores que una organización adopta para conducir sus actividades hacia resultados definidos y medibles. En el ámbito de los proyectos de construcción pública, un modelo de gestión integra los componentes de planificación, ejecución, control y mejora continua en una arquitectura coherente que permite orientar las decisiones operativas hacia los objetivos estratégicos del proyecto, superando la gestión reactiva basada en la detección tardía de desviaciones. El Project Management Institute (PMI) establece en su séptima edición del PMBOK que un proyecto debe ser concebido como un sistema para la entrega de valor, y que los modelos de gestión efectivos se estructuran en torno a doce principios universales y ocho dominios de desempeño que abarcan stakeholders, equipo, ciclo de vida, planificación, trabajo del proyecto, entrega, medición y gestión de la incertidumbre, principios que son aplicables independientemente de la industria o del enfoque de desarrollo adoptado (PMI, 2021).

La característica esencial que distingue a un modelo de gestión de una simple metodología es su carácter sistémico: no se limita a prescribir técnicas aisladas, sino que establece las interrelaciones entre componentes de manera que los resultados de un nivel de planificación alimenten directamente el nivel siguiente, y que el aprendizaje generado en la ejecución retroalimente las decisiones de planificación futura. En proyectos de infraestructura pública esta característica es particularmente relevante porque las condiciones de variabilidad en suministros,

personal y restricciones administrativas exigen que el modelo tenga capacidad de adaptación continua sin perder la coherencia entre los compromisos adquiridos y los recursos disponibles. Un modelo que carece de este mecanismo de retroalimentación produce planificación de papel, es decir, cronogramas que se apartan progresivamente de la realidad sin generar aprendizaje correctivo (Serpell, 2002).

En el contexto de la presente investigación, el modelo de gestión propuesto se fundamenta en el Last Planner System como núcleo operativo de planificación y control de la producción, articulado con los principios del PMBOK séptima edición en los dominios de medición y entrega. Sus características definitorias son cinco. La primera es la jerarquía de planificación: el modelo opera en cinco niveles conectados desde el programa maestro de hitos hasta el plan semanal de compromisos, garantizando que cada nivel de corto plazo sea subconjunto verificable del nivel superior. La segunda es la gestión proactiva de restricciones: mediante el Lookahead de tres a seis semanas, el modelo identifica y libera sistemáticamente las condiciones que impiden la ejecución antes de que estas generen paralización del frente de obra. La tercera es la medición de confiabilidad: el PPC semanal y el análisis de CNC proveen los datos necesarios para cuantificar la fiabilidad del sistema de planificación y orientar las acciones de mejora hacia las causas de mayor frecuencia. La cuarta es el aprendizaje organizacional: el modelo incorpora un ciclo de mejora continua basado en el análisis de causas raíz de las CNC, transformando cada incumplimiento en insumo para elevar la confiabilidad planificadora en el período siguiente. La quinta es la integración de indicadores de productividad: el modelo vincula los resultados del PPC con los indicadores de avance físico, rendimiento de mano de obra y variación presupuestal, generando una lectura integrada del desempeño que supera el análisis aislado de cada variable según Ballard y Tommelein (2021).

La justificación para proponer un modelo de gestión basado en LPS, en lugar de adoptar directamente los procesos estándar del PMBOK, reside en las características específicas de las obras por administración directa en gobiernos

regionales del Perú. El PMBOK provee un marco de referencia genérico y orientado a resultados que es compatible con cualquier enfoque de desarrollo, pero no prescribe mecanismos operativos para el control semanal de la producción en obra. El LPS, por su parte, fue diseñado específicamente para resolver el problema de la variabilidad en los flujos de trabajo de construcción, que es precisamente la causa principal de baja productividad documentada en proyectos públicos peruanos. La combinación de ambos marcos permite construir un modelo que sea a la vez compatible con los estándares internacionales de gestión de proyectos y específicamente funcional para las condiciones de administración directa en infraestructuras educativas del Gobierno Regional de Tacna según Agrawal et al., (2024).

2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

2.3.1 Aprendizaje y mejora continua (Aprendemos)

El aprendizaje y la mejora continua constituyen la etapa final del ciclo del Last Planner System, en la cual el equipo de obra analiza sistemáticamente las causas de no cumplimiento (CNC) registradas durante la semana, con el propósito de identificar patrones recurrentes y aplicar acciones correctivas en el siguiente ciclo de planificación. Este proceso transforma cada incumplimiento en una oportunidad de aprendizaje organizacional, elevando progresivamente la confiabilidad del sistema de planificación y, por consecuencia, la productividad de la obra según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.2 Avance físico

El avance físico es un indicador de desempeño que mide, en términos porcentuales, la proporción del trabajo ejecutado respecto al total planificado en un proyecto de construcción, en un momento determinado. Su cálculo integra el alcance completado con el valor presupuestado programado, permitiendo comparar el progreso real frente a la línea base del proyecto. En el marco del Valor Ganado, el

avance físico constituye el fundamento para calcular el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) y detectar desviaciones de plazo con objetividad y trazabilidad (PMI, 2021).

2.3.3 Avance real

El avance real corresponde al porcentaje de ejecución física acumulada y efectivamente ejecutada de una inversión pública, calculado comparando el monto o trabajo completado en un periodo determinado frente al total programado según el expediente técnico aprobado. En el marco del sistema Invierte.pe, su registro trimestral en el Banco de Inversiones es obligatorio para la Unidad Ejecutora de Inversiones (UEI) y constituye el dato de referencia para determinar desviaciones entre lo programado y lo ejecutado, activar alertas de riesgo de paralización y sustentar la continuidad presupuestal (Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, 2018).

2.3.4 Calidad de ejecución

La calidad de ejecución es la dimensión del control de obra que verifica que los procesos constructivos, materiales utilizados y unidades de trabajo completadas cumplen con las especificaciones técnicas del expediente, las normas de aplicación y los estándares contractualmente establecidos. Su evaluación se sustenta en inspecciones, ensayos de materiales y registros de conformidad que permiten detectar no conformidades durante la ejecución antes de que generen reprocesos o defectos estructurales irreparables. En el marco del sistema de gestión de calidad, su seguimiento sistemático reduce riesgos, optimiza costos y garantiza la durabilidad funcional de la infraestructura (ISO, 2015).

2.3.5 Conformidades de calidad

Las conformidades de calidad son los registros documentados que evidencian que una unidad de obra, material o proceso constructivo cumple satisfactoriamente con los requisitos técnicos especificados en el expediente, las normas aplicables y el Plan de Inspección y Ensayo (PIE). En el marco de los sistemas de gestión de calidad, la conformidad se define como el cumplimiento de un requisito establecido, y su registro sistemático en obra constituye la evidencia objetiva que respalda la aceptación formal de cada partida ejecutada, diferenciándola de aquellas que generan no conformidades y requieren acciones correctivas (ISO, 2015).

2.3.6 Control de costos

El control de costos es el proceso de monitoreo y gestión de los gastos reales de un proyecto frente a la línea base del presupuesto aprobado, con el propósito de detectar desviaciones de forma oportuna, identificar sus causas y adoptar acciones correctivas que eviten sobrecostos. En proyectos públicos ejecutados por administración directa, su aplicación resulta especialmente crítica debido a que la entidad asume directamente la responsabilidad sobre materiales, mano de obra y equipos, sin el mecanismo de precio alzado que disciplina el gasto en la contratación privada. Las herramientas principales son el análisis de variación presupuestal, el índice de desempeño del costo (CPI) y el método del Valor Ganado (PMI, 2021).

2.3.7 Cumplimientos de hitos

El cumplimiento de hitos es el indicador que mide si los eventos significativos del cronograma maestro de un proyecto, definidos previamente como puntos de control de duración cero, fueron alcanzados en las fechas programadas. En la gestión de proyectos de construcción, los hitos representan la conclusión de fases críticas como cimentación, estructura o cierre de obra, y su verificación oportuna permite detectar desviaciones de plazo en etapas tempranas, antes de que el retraso acumulado comprometa el plazo total de entrega de la infraestructura. Un hito no

cumplido constituye una señal de alerta que activa la revisión del cronograma y la replanificación de recursos (PMI, 2021).

2.3.8 Cumplimiento de plazos

El cumplimiento de plazos es la dimensión del desempeño del proyecto que evalúa si las actividades y fases ejecutadas se completaron dentro de las fechas establecidas en el cronograma de la línea base aprobada. Su medición objetiva se realiza mediante el Índice de Desempeño del Cronograma ($SPI = \text{Valor Ganado} / \text{Valor Planificado}$), donde un resultado igual a 1 indica ejecución exactamente según lo programado, un valor mayor señala adelanto y uno menor revela retraso. En proyectos de infraestructura educativa por administración directa, el incumplimiento de plazos genera sobreposición de ejercicios presupuestales, pérdida de vigencia de contratos y paralizaciones que afectan a la población beneficiaria (PMI, 2021).

2.3.9 Desviación temporal

La desviación temporal es la métrica que cuantifica la diferencia entre el trabajo realmente ejecutado y el trabajo que debía haberse completado según el cronograma de la línea base, en un momento determinado del proyecto. En la metodología del Valor Ganado se expresa como Variación del Cronograma ($SV = \text{Valor Ganado} - \text{Valor Planificado}$): un resultado negativo indica retraso respecto al plan, un resultado positivo señala adelanto y un valor igual a cero confirma ejecución exactamente según lo programado. Su seguimiento periódico permite activar acciones correctivas oportunas antes de que la desviación acumulada comprometa el plazo de entrega del proyecto (PMI, 2021).

2.3.10 Eficiencia de recursos

La eficiencia de recursos es la dimensión de la productividad en obra que mide la relación entre el volumen de trabajo ejecutado y los insumos efectivamente consumidos para obtenerlo, considerando mano de obra, materiales y equipos. En proyectos de construcción, su evaluación se expresa mediante indicadores de rendimiento que comparan la producción real por unidad de recurso frente a los rendimientos previstos en el expediente técnico. Un mayor cociente refleja un uso más racional de los insumos disponibles, mientras que valores por debajo del estándar revelan pérdidas operativas que reducen la productividad global del proyecto y elevan el costo unitario de cada partida ejecutada según Ramírez et al., (2022).

2.3.11 Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas son el conocimiento derivado del análisis sistemático de las experiencias ocurridas durante la ejecución de un proyecto, tanto de situaciones favorables como adversas, con el propósito de mejorar el desempeño en fases posteriores o en proyectos futuros. En el marco del Last Planner System, su registro se produce al cierre de cada ciclo semanal mediante el análisis de las causas de no cumplimiento (CNC), transformando cada incumplimiento en información procesable que retroalimenta la planificación lookahead y la planificación de hitos. El PMI las clasifica como activos de los procesos de la organización, lo que implica que deben documentarse, almacenarse y reutilizarse sistemáticamente para elevar la madurez organizacional en gestión de proyectos (PMI, 2021).

2.3.12 Plan cumplido

El plan cumplido, expresado como Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), es el indicador principal de confiabilidad del Last Planner System. Se calcula dividiendo el número de actividades efectivamente completadas al cien por ciento entre el total de actividades comprometidas en el plan semanal de trabajo, multiplicado por cien.

Su valor no mide velocidad de avance sino la fiabilidad de los compromisos asumidos por el equipo de obra: un PPC elevado indica que los planes semanales son realistas y que las restricciones fueron liberadas oportunamente, mientras que un PPC bajo revela problemas sistémicos de planificación que deben analizarse mediante las causas de no cumplimiento (CNC) para activar acciones correctivas en el siguiente ciclo según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.13 Planificación de hitos (debemos)

La planificación de hitos es el primer nivel del Last Planner System, correspondiente a la pregunta estratégica "¿Qué debemos hacer?". Consiste en identificar y establecer los eventos de control más significativos del proyecto, denominados hitos, que representan la conclusión de entregables críticos o el inicio de fases irreversibles, y que articulan la visión global de lo que el proyecto debe alcanzar. Su representación en el cronograma maestro proporciona una referencia compartida por todo el equipo desde el inicio, permitiendo que los niveles inferiores de planificación, por fases, lookahead y semanal, se diseñen en función de dichos puntos de control. Sin esta capa estratégica, el sistema pierde la capacidad de alinear los compromisos semanales con los objetivos contractuales del proyecto según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.14 Planificación Lookahead (Haremos)

La planificación lookahead es el nivel intermedio del Last Planner System que responde a la pregunta "¿Qué haremos?", operando sobre una ventana anticipatoria de entre tres y seis semanas. Su función principal es detallar las actividades del cronograma maestro, identificar todas las restricciones que podrían impedir su ejecución, asignar responsables para eliminarlas y generar un inventario de trabajo ejecutable libre de impedimentos. Solo las actividades que superan este filtro de restricciones quedan habilitadas para ingresar al plan semanal de trabajo. Este proceso intermedio es el mecanismo que convierte lo que "debemos hacer" en lo

que "podemos hacer", reduciendo la variabilidad del flujo de trabajo antes de que llegue al nivel operativo según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.15 Planificación por fases (Podemos)

La planificación por fases es el segundo nivel del Last Planner System, correspondiente a la pregunta colaborativa "¿Qué podemos hacer?". Se ejecuta mediante sesiones de Pull Planning realizadas dos o tres meses antes del inicio de cada fase constructiva, en las que todos los últimos planificadores, trabajando desde el hito final hacia atrás, establecen la secuencia de entregables, identifican las interdependencias entre cuadrillas y acuerdan una lógica de trabajo consensuada. A diferencia del cronograma maestro, que impone la secuencia de arriba hacia abajo, la planificación por fases construye el plan desde quienes ejecutan el trabajo, aumentando el compromiso colectivo y reduciendo los supuestos que generan variabilidad durante la ejecución según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.16 Planificación semanal (Hicimos)

La planificación semanal es el nivel operativo del Last Planner System, correspondiente a la pregunta de rendición de cuentas "¿Qué hicimos?". Consiste en el Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan) elaborado colaborativamente por los últimos planificadores al cierre de cada semana, en el que se registran únicamente las actividades libres de restricciones, se asigna un responsable por tarea y se fija la fecha de entrega. Concluida la semana, se mide el PPC de forma binaria, contabilizando como cumplidas solo las actividades terminadas al cien por ciento, y se analizan las causas de no cumplimiento (CNC) para retroalimentar el ciclo lookahead de la semana siguiente y sostener la mejora continua del sistema según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.17 Rendimiento

El rendimiento de mano de obra es la cantidad de trabajo productivo, expresada en unidades de la partida, que una cuadrilla ejecuta completamente durante una jornada estándar de ocho horas, bajo condiciones normales de supervisión y abastecimiento de materiales. En el contexto peruano, los valores de referencia para cada partida son establecidos por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y constituyen la base del análisis de costos unitarios del expediente técnico. La comparación entre el rendimiento real medido en obra y el rendimiento normativo permite identificar desviaciones en la eficiencia de la mano de obra, cuantificar sus causas, y adoptar medidas correctivas que reduzcan el costo unitario de ejecución sin comprometer los estándares de calidad definidos para cada actividad (2002).

2.3.18 Restricciones liberadas

Las restricciones liberadas son aquellas condiciones previas al inicio de una actividad, referidas a diseño, materiales, mano de obra, equipos, espacio o prerequisites constructivos, que han sido identificadas durante la planificación lookahead y eliminadas oportunamente por el responsable asignado antes de que la actividad ingrese al plan semanal de trabajo. En el Last Planner System, solo las actividades que superan completamente este filtro de restricciones conforman el inventario de trabajo ejecutable, garantizando que cada tarea comprometida en el plan semanal cuente con todas las condiciones necesarias para ejecutarse sin interrupciones. El indicador de restricciones liberadas mide la eficacia del proceso lookahead: un porcentaje alto refleja una gestión anticipada eficiente que reduce la variabilidad del flujo de trabajo según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.19 Secuencia de fases

La secuencia de fases es el resultado tangible de la planificación por fases del Last Planner System: el ordenamiento consensuado y documentado de los entregables constructivos de una fase, obtenido mediante sesiones de Pull Planning en las que

los últimos planificadores trabajan hacia atrás desde el hito final para identificar las interdependencias entre cuadrillas, establecer las condiciones de transferencia de trabajo entre actividades sucesivas y acordar un flujo lógico de producción. A diferencia de la secuencia impuesta verticalmente por el cronograma maestro, la secuencia de fases es construida de abajo hacia arriba por quienes ejecutan el trabajo, lo que incrementa su viabilidad, reduce los supuestos no verificados y fortalece el compromiso colectivo del equipo con el programa de ejecución según Ballard y Tommelein (2021).

2.3.20 Validación presupuestal

La validación presupuestal es el proceso sistemático mediante el cual se compara el costo real acumulado de las partidas ejecutadas en obra con la línea base de costo aprobada en el expediente técnico, con el propósito de detectar variaciones, determinar sus causas y adoptar acciones correctivas antes de que el sobre costo comprometa la viabilidad financiera del proyecto. En obras públicas ejecutadas por administración directa en el marco del sistema Invierte.pe, esta validación se formaliza mediante valorizaciones periódicas de avance físico que el residente elabora y el inspector o supervisor verifica, constituyendo el mecanismo de rendición de cuentas que vincula el gasto presupuestal ejecutado con los metrados realmente producidos en cada periodo de control (PMI, 2021).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis general

El desarrollo de un modelo de gestión empleando Last Planner System mejora la productividad durante la ejecución de Infraestructuras Educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) La identificación de las obras de Infraestructura Educativa permite conocer las que se ejecutaron o recibieron bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.
- b) La elaboración de un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas y lecciones aprendidas, mejora la productividad de obras de Infraestructura Educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.
- c) El modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto presenta un nivel de validez alto según la evaluación mediante juicio de expertos, para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.2.1 Identificación de la variable independiente

- Last Planner System

3.2.1.1 Dimensiones

- Planificación de hitos (debemos)

- Planificación por fases (Podemos)
- Planificación lookahead (Haremos)
- Planificación semanal (Hicimos)
- Aprendizaje y mejora continua (Aprendemos)

3.2.1.2 Indicadores

- Hitos cumplidos
- Secuencia de fases
- Restricciones liberadas
- PPC semanal
- Lecciones aprendidas

3.2.2 Identificación de la variable dependiente

- Productividad en la ejecución de infraestructuras educativas

3.2.2.1 Dimensiones

- Avance físico
- Eficiencia de recursos
- Rendimiento de plazos
- Control de costos
- Calidad de ejecución

3.2.2.2 Indicadores

- Avance real
- Rendimiento MO
- Desviación temporal
- Validación presupuestal

- Conformidades de calidad

En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de la variable independiente, correspondiente al Last Planner System (LPS). Esta metodología se definió conceptualmente como una herramienta de planificación colaborativa en construcción orientada a incrementar la confiabilidad de los cronogramas, optimizar el uso de los recursos y elevar la productividad mediante el control de restricciones y la mejora continua. Para su análisis, se consideraron cinco dimensiones alineadas a las fases del LPS: planificación de hitos, planificación por fases, planificación lookahead, planificación semanal y aprendizaje con mejora continua. Cada dimensión fue evaluada a través de indicadores específicos, como el cumplimiento de hitos, la secuencia de fases, las restricciones liberadas, el plan cumplido y las lecciones aprendidas, los cuales permitieron medir de manera objetiva el grado de implementación y efectividad del sistema en el contexto de obras educativas ejecutadas por administración directa en la región de Tacna.

Tabla 1

Operacionalización de variable – independiente

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador
Variable independiente: Last Planner System	El Last Planner System es una metodología de planificación colaborativa en construcción que mejora la confiabilidad de los cronogramas, optimiza los recursos y eleva la productividad mediante el control de restricciones y la mejora continua.	Planificación de hitos (debemos)	Cumplimiento de hitos
		Planificación por fases (Podemos)	Secuencia de fases
		Planificación lookahead (Haremos)	Restricciones liberadas
		Planificación semanal (Hicimos)	Plan cumplido
		Aprendizaje y mejora continua (Aprendemos)	Lecciones aprendidas

Nota. La operacionalización de la variable independiente Last Planner System se elaboró considerando las etapas del sistema: planificación de hitos, planificación por fases, planificación lookahead, planificación semanal y aprendizaje con mejora continua, así como sus indicadores de cumplimiento de hitos, secuencia de fases, restricciones liberadas, plan cumplido y lecciones aprendidas (Ballard y Tommelein, 2021). Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se muestra la operacionalización de la variable dependiente, correspondiente a la productividad en la ejecución de infraestructuras educativas. Conceptualmente, esta se definió como el grado de eficiencia en el uso de recursos, tiempo y costos durante la construcción de proyectos educativos, siendo evaluada mediante indicadores de avance físico, cumplimiento de plazos y calidad de la obra. Para su medición, se establecieron cinco dimensiones clave: progreso físico, eficiencia de recursos, rendimiento laboral, cumplimiento de plazos y calidad de ejecución. Cada dimensión fue asociada con indicadores específicos, tales como avance porcentual, uso óptimo de recursos, producción diaria, desviación de tiempo y conformidad técnica. Estos indicadores permitieron evaluar de forma objetiva el nivel de productividad alcanzado en los proyectos ejecutados por administración directa en la región de Tacna, asegurando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 2

Operacionalización de variable – dependiente

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador
Variable dependiente: Productividad en la ejecución de infraestructuras educativas	La productividad en la ejecución de infraestructuras educativas se entiende como el grado de eficiencia en el uso de recursos, tiempo y costos durante la construcción de proyectos educativos, evaluado a través del avance físico, el cumplimiento de plazos y la calidad de la obra.	Progreso físico	Avance real
		Eficiencia de recursos	Rendimiento
		Cumplimiento de plazos	Desviación temporal
		Control de costos	Validación presupuestal
		Calidad de ejecución	Conformidades de calidad

Nota. La operacionalización de la variable independiente Last Planner System se elaboró considerando las etapas del sistema: planificación de hitos, planificación por fases, planificación lookahead, planificación semanal y aprendizaje con mejora continua, así como sus indicadores de cumplimiento de hitos, secuencia de fases, restricciones liberadas, plan cumplido y lecciones aprendidas (Ballard y Tommelein, 2021). Fuente: Elaboración propia.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo aplicada, debido a que se orientó al desarrollo de una propuesta destinada a atender una problemática específica relacionada con la planificación y la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna. Para ello, se emplearon los fundamentos teóricos y metodológicos del Last Planner System (LPS) como base para estructurar un modelo de gestión adaptado a las características técnicas, organizacionales y administrativas propias de esta modalidad de ejecución.

Según Hernández et al. (2021), la investigación aplicada se orienta a la utilización del conocimiento disponible para abordar problemas concretos y plantear alternativas de solución dentro de un contexto determinado. En concordancia con esta orientación, la presente investigación no implicó la implementación experimental del Last Planner System en las obras analizadas, sino el diagnóstico de las condiciones relacionadas con la planificación y la productividad, a partir del cual se desarrolló un modelo de gestión basado en el LPS y posteriormente sometido a valoración de contenido mediante juicio de expertos. En consecuencia, la propuesta se orientó a contribuir a una mejor planificación, gestión anticipada de restricciones, utilización de recursos y confiabilidad de los compromisos durante la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa.

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación fue descriptivo-propositivo. Fue descriptivo porque permitió caracterizar las condiciones relacionadas con la planificación y la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, a partir de la información obtenida de los profesionales participantes y del análisis realizado en el contexto de estudio. De esta manera, se identificaron las principales deficiencias y limitaciones percibidas en los procesos de planificación, gestión de restricciones, cumplimiento

de actividades y utilización de recursos vinculados con la ejecución de este tipo de obras.

Asimismo, la investigación fue propositiva porque, a partir del diagnóstico realizado y de los fundamentos teóricos y metodológicos del Last Planner System (LPS), se desarrolló un modelo de gestión adaptado a las características de las infraestructuras educativas ejecutadas por administración directa. La propuesta se estructuró mediante procesos, formatos e indicadores orientados a fortalecer la planificación colaborativa, la gestión anticipada de restricciones, la confiabilidad de los compromisos y el aprendizaje continuo durante la ejecución de las obras.

En consecuencia, ambos componentes se articularon de manera secuencial: el componente descriptivo permitió identificar y caracterizar las condiciones existentes en el contexto analizado, mientras que el componente propositivo permitió formular una alternativa de gestión sustentada en el Last Planner System, orientada a contribuir a la mejora de la productividad. Debido a que el modelo no fue implementado experimentalmente en las obras analizadas, su desarrollo constituye una propuesta técnicamente estructurada y sometida a valoración de contenido, cuyos efectos reales sobre la productividad deberán ser verificados mediante futuras aplicaciones en campo.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue no experimental y de corte transversal. Fue no experimental debido a que las variables de estudio no fueron manipuladas deliberadamente ni se realizó una intervención sobre las condiciones reales de ejecución de las obras de infraestructura educativa. En ese sentido, el modelo de gestión basado en el Last Planner System fue desarrollado a partir del diagnóstico efectuado y posteriormente sometido a valoración de contenido mediante juicio de expertos, sin que su implementación en obra formara parte del diseño de la presente investigación.

Asimismo, el estudio fue de corte transversal debido a que la información fue recolectada en un periodo determinado, sin efectuar seguimiento longitudinal de los participantes ni mediciones sucesivas de las variables a través del tiempo. La recolección comprendió, por una parte, la valoración del modelo propuesto mediante el Cuestionario 1 aplicado a cinco jueces expertos y, por otra, el diagnóstico realizado mediante el Cuestionario 2 aplicado a 30 ingenieros civiles seleccionados de acuerdo con los criterios establecidos para la investigación.

El diseño adoptado fue coherente con el nivel descriptivo-propositivo de la investigación, debido a que primero se caracterizaron las condiciones relacionadas con la planificación y la productividad percibidas por los profesionales participantes y, posteriormente, a partir del diagnóstico y de los fundamentos del Last Planner System, se estructuró un modelo de gestión orientado a contribuir a la mejora de la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna. Debido a su carácter no experimental, los resultados obtenidos no constituyen evidencia de un efecto causal del modelo sobre la productividad, sino que sustentan el diagnóstico realizado y la pertinencia técnica de la propuesta para una eventual aplicación y evaluación en obra.

3.6 POBLACIÓN DE ESTUDIO

3.6.1 Población

La población de referencia para el diagnóstico de la investigación estuvo constituida por los ingenieros civiles colegiados registrados en el Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Departamental de Tacna. De acuerdo con el registro institucional utilizado en el estudio, actualizado al 30 de abril de 2025, dicha población estuvo conformada por 2 328 ingenieros civiles colegiados en la región de Tacna.

Esta población fue considerada debido a que comprende profesionales vinculados con el ejercicio de la ingeniería civil en el ámbito regional, dentro del cual se desarrollan actividades relacionadas con la planificación, gestión, supervisión y ejecución de proyectos de construcción. A partir de esta población de

referencia se establecieron los criterios para la selección de los profesionales que participaron en el diagnóstico mediante el Cuestionario 2.

Debe precisarse que el año 2024, consignado en el título de la investigación, corresponde al periodo de referencia de las obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna objeto del estudio, mientras que el registro poblacional actualizado al año 2025 fue utilizado únicamente como marco de referencia para identificar el universo de ingenieros civiles colegiados disponible durante la etapa de recolección de información.

Asimismo, esta población debe diferenciarse del grupo de jueces expertos considerado para la validación de contenido del modelo propuesto. Dicho proceso se desarrolló mediante una muestra específica de cinco profesionales seleccionados intencionalmente conforme a criterios de experiencia y especialización, según se detalla en el apartado 3.6.2.1.

En la Tabla 3 se presenta el registro de ingenieros civiles colegiados utilizado como referencia poblacional para la investigación.

Tabla 3

Registro de ingenieros civiles colegiados en la región de Tacna – 2025

Región / Sede	Capítulo profesional	N° de colegiados (2025)
Tacna	Ingeniería Civil	2328

Nota. El número de colegiados corresponde al registro de ingenieros civiles del Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Departamental de Tacna, actualizado al 30 de abril de 2025. Este registro se utilizó como marco poblacional de referencia para la selección de los participantes del diagnóstico. Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú (2025).

3.6.2 Muestra

La investigación consideró dos grupos de participantes diferenciados de acuerdo con el propósito metodológico de cada etapa. El primer grupo estuvo constituido por cinco jueces expertos encargados de realizar la valoración de contenido del modelo de gestión propuesto mediante el Cuestionario 1. El segundo grupo estuvo conformado por 30 ingenieros civiles seleccionados para participar en el

diagnóstico mediante la aplicación del Cuestionario 2. En ambos casos, la selección se realizó mediante criterios no probabilísticos e intencionales, considerando las características profesionales requeridas para cada etapa de la investigación.

3.6.2.1 Muestra para juicio de expertos

Para la valoración de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System se seleccionó, mediante muestreo no probabilístico intencional, un grupo conformado por cinco jueces expertos con experiencia profesional relacionada con la gestión de la construcción, la ejecución de obras por administración directa y las metodologías Lean Construction y Last Planner System.

La participación de los expertos tuvo como finalidad valorar técnicamente los cinco procesos que conforman el modelo propuesto: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizaje y Mejora Continua (Aprendemos). Para ello se empleó el Cuestionario 1, cuyos resultados fueron posteriormente procesados mediante el coeficiente V de Aiken.

Los criterios de selección de los jueces expertos fueron los siguientes:

- Ser ingeniero civil habilitado y colegiado en el CIP – Consejo Departamental de Tacna.
- Contar con experiencia profesional mínima de 10 años en el ejercicio de la ingeniería civil.
- Haber desempeñado funciones como residente de obra, supervisor, inspector o gerente de proyectos ejecutados bajo la modalidad de administración directa.
- Poseer conocimientos comprobados en metodologías de gestión de la construcción, particularmente en Lean Construction y Last Planner System (LPS).

La selección intencional de los jueces respondió a la necesidad de contar con profesionales cuya trayectoria y experiencia permitieran emitir una valoración

especializada sobre la pertinencia, coherencia y aplicabilidad técnica de los procesos que integran el modelo propuesto.

3.6.2.2 Muestra de estudio

Para el desarrollo del diagnóstico, la muestra estuvo conformada por 30 ingenieros civiles colegiados, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico intencional a partir de la población de referencia constituida por los ingenieros civiles registrados en el Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Departamental de Tacna.

La selección de los participantes se realizó considerando los criterios de inclusión establecidos en la investigación, principalmente la experiencia profesional comprobada vinculada con la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa en la región de Tacna durante el periodo 2020–2024. La aplicación simultánea de estos criterios permitió identificar a los profesionales que reunían las características requeridas para proporcionar información pertinente respecto de las condiciones de planificación y productividad consideradas en el estudio.

En consecuencia, la muestra efectiva quedó constituida por 30 ingenieros civiles, a quienes se aplicó el Cuestionario 2, compuesto por 17 ítems, con la finalidad de obtener información relacionada con las condiciones de planificación y productividad percibidas en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa, así como con la valoración profesional de los componentes considerados en el modelo de gestión basado en el Last Planner System.

El empleo del muestreo no probabilístico intencional respondió a la necesidad de seleccionar participantes que cumplieran características profesionales específicas y directamente relacionadas con el objeto de estudio. Por esta razón, la selección no estuvo determinada por criterios de representatividad estadística de la totalidad de la población de referencia, sino por el cumplimiento de los criterios técnicos y profesionales definidos para la investigación.

Debido a la naturaleza no probabilística de la selección, los resultados obtenidos se interpretaron en función de las características de los 30 profesionales participantes y no como estimaciones estadísticamente generalizables a la totalidad de los ingenieros civiles colegiados de la región de Tacna.

3.7 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de información se emplearon tres técnicas complementarias: juicio de expertos, encuesta y análisis documental. Estas técnicas fueron utilizadas de acuerdo con los diferentes propósitos metodológicos de la investigación. El juicio de expertos permitió valorar el contenido del modelo de gestión propuesto; la encuesta permitió obtener información de los 30 ingenieros civiles participantes respecto de las condiciones de planificación y productividad consideradas en el estudio y de su percepción sobre los componentes de la propuesta; mientras que el análisis documental permitió examinar información técnica, científica e institucional relacionada con las obras de infraestructura educativa, la administración directa y los fundamentos del Last Planner System.

3.7.1 Juicio de expertos

La técnica de juicio de expertos se empleó para realizar la valoración de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System. Para ello participaron cinco ingenieros civiles seleccionados intencionalmente de acuerdo con los criterios de experiencia y especialización establecidos en el apartado 3.6.2.1.

Previamente, se remitió a cada profesional una carta formal solicitando su participación como juez experto, acompañada del modelo de gestión propuesto y del Cuestionario 1 – Instrumento de validación de la propuesta. Mediante este instrumento, los expertos valoraron los cinco procesos que integran el modelo: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizaje y Mejora Continua (Aprendemos).

La valoración se realizó mediante una escala ordinal de tres categorías: Alta (3), Media (2) y Baja (1). Las puntuaciones emitidas por los cinco jueces fueron posteriormente procesadas mediante el coeficiente V de Aiken, conforme al procedimiento estadístico descrito en el apartado 3.8.1.

En la Tabla 4 se presenta la estructura del Cuestionario 1 utilizado para la valoración del contenido del modelo propuesto.

Tabla 4

Estructura de validación del experto – Cuestionario 1

Nº Proceso	Proceso	Grado de validez
1	Planificación maestra (Debemos)	Alto: 3
2	Planificación por fases (Podemos)	Medio: 2
3	Planificación make ready (Haremos)	Bajo: 1
4	Planificación semanal (Hicimos)	
5	Aprendizaje y mejora continua (Aprendemos)	

Nota. El Cuestionario 1 permitió registrar la valoración otorgada por los cinco jueces expertos a cada uno de los procesos que conforman el modelo de gestión propuesto, mediante una escala ordinal de tres categorías. Fuente: Elaboración propia.

3.7.2 Encuesta

La técnica de encuesta se empleó para recopilar información de los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio. Su finalidad fue obtener información relacionada con las condiciones de planificación y productividad percibidas en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa, así como conocer la valoración profesional de los participantes respecto de los componentes considerados en el modelo de gestión basado en el Last Planner System.

El instrumento utilizado fue el Cuestionario 2, conformado por 17 ítems y estructurado en tres bloques. El primer bloque comprendió los ítems 1 y 2, relacionados con la experiencia y capacidad profesional percibida de los participantes; el segundo bloque incluyó los ítems 3 al 7, orientados al diagnóstico de las principales problemáticas de planificación y productividad; y el tercer bloque estuvo conformado por los ítems 8 al 17, relacionados con la percepción de los participantes respecto de los componentes considerados en la propuesta de gestión.

Las respuestas se registraron mediante una escala ordinal de tres categorías: Bajo (1), Medio (2) y Alto (3). Esta codificación permitió posteriormente realizar el procesamiento estadístico de las respuestas mediante frecuencias, porcentajes y medidas descriptivas.

En la Tabla 5 se presenta la estructura del Cuestionario 2.

Tabla 5

Estructura del cuestionario 2

Item	Estructura del cuestionario	Rango N° de preguntas	Escala de evaluación
I	Datos generales	1-2	Bajo: 1
II	Problemática	3-7	Medio: 2
III	Propuesta de solución	8-17	Alto: 3

Nota. El Cuestionario 2 estuvo conformado por 17 ítems distribuidos en tres bloques de análisis y fue aplicado a los 30 ingenieros civiles que integraron la muestra de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos mediante el Cuestionario 2 fueron posteriormente procesados mediante el programa estadístico SPSS v.27. La consistencia interna de las respuestas del instrumento fue evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, cuyo procedimiento se desarrolla en el apartado 3.8.2.

3.7.3 Análisis documental

La técnica de análisis documental se empleó para revisar y examinar información científica, técnica e institucional relacionada con la problemática y con el desarrollo del modelo de gestión propuesto. Esta técnica permitió complementar la información obtenida mediante la encuesta y proporcionar sustento documental para el desarrollo de los componentes de la investigación.

Para la contextualización de la problemática y la identificación de información vinculada con las obras de infraestructura educativa se revisaron documentos e informes institucionales relacionados con la ejecución de proyectos bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna

durante el periodo considerado en la investigación. Asimismo, se consultaron disposiciones normativas, resoluciones y directivas relacionadas con la ejecución y gestión de obras públicas por administración directa.

Para la fundamentación técnica del modelo propuesto se analizaron investigaciones científicas, tesis, artículos especializados y publicaciones relacionadas con Lean Construction, Last Planner System y productividad en la construcción. La revisión de estas fuentes permitió identificar principios, procesos, herramientas e indicadores pertinentes para la estructuración del modelo de gestión.

De esta manera, el análisis documental cumplió dos funciones dentro de la investigación: contextualizar y sustentar documentalmente la problemática estudiada, y proporcionar fundamentos técnicos para la elaboración de la propuesta basada en el Last Planner System. La información obtenida mediante esta técnica fue contrastada con los resultados del diagnóstico efectuado a los profesionales participantes, manteniendo la correspondencia con los objetivos establecidos en la investigación.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

El procesamiento y análisis estadístico de los datos obtenidos en la investigación comprendió tres procedimientos complementarios, de acuerdo con la finalidad de cada instrumento y en concordancia con el diseño no experimental, transversal y el nivel descriptivo-propositivo del estudio. En primer lugar, se determinó la validez de contenido del modelo de gestión propuesto mediante el coeficiente V de Aiken, a partir de las valoraciones emitidas por cinco jueces expertos mediante el Cuestionario 1. En segundo lugar, se evaluó la consistencia interna del Cuestionario 2 mediante el coeficiente alfa de Cronbach, utilizando las respuestas obtenidas de los 30 ingenieros civiles participantes. Finalmente, se efectuó el análisis descriptivo de las respuestas del Cuestionario 2 mediante frecuencias absolutas, frecuencias relativas y medidas descriptivas, según la naturaleza de los datos analizados.

3.8.1 Para la validez de contenido del instrumento y del modelo

Para determinar la validez de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System se empleó el coeficiente V de Aiken, a partir de las puntuaciones otorgadas por los cinco jueces expertos mediante el Cuestionario 1. Los expertos valoraron los cinco procesos que integran el modelo: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizaje y Mejora Continua (Aprendemos), empleando una escala ordinal de tres categorías: Alta (3), Media (2) y Baja (1).

El coeficiente V de Aiken se determinó mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{\bar{X} - 1}{k} \quad (2)$$

Donde $\bar{X}$ es el promedio de las puntuaciones otorgadas por los expertos, 1 es el valor mínimo de la escala ($l = 1$) y k es el rango de la escala ($k = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo} = 3 - 1 = 2$). Se consideró como criterio de validez un valor $V \geq 0,70$ conforme a los valores críticos establecidos por Aiken (1985) para una escala de valoración de 1 a 3 con cinco jueces.

3.8.2 Para la confiabilidad del instrumento

Para evaluar la consistencia interna del Cuestionario 2 se empleó el coeficiente alfa de Cronbach, utilizando las respuestas obtenidas de los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio. El procesamiento estadístico se realizó mediante el programa SPSS v.27.

El coeficiente alfa de Cronbach se determinó mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left(1 - \frac{\sum S_t^2}{S_t^2} \right) \quad (3)$$

Donde k es el número de ítems del instrumento, $\sum S_i^2$ es la suma de las varianzas de cada ítem y S_t^2 es la varianza del puntaje total. Según Chaves y Rodríguez (2018), cuando el coeficiente Alfa de Cronbach se encuentra entre los valores de 0,70 y 0,80 el rango de valoración de los ítems analizados se considera aceptable.

3.8.3 Para el análisis descriptivo del diagnóstico

Se empleó estadística descriptiva para analizar las respuestas obtenidas mediante el Cuestionario 2 aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes. Para cada uno de los 17 ítems se determinaron frecuencias absolutas y frecuencias relativas expresadas mediante porcentajes, considerando las categorías de respuesta Bajo (1), Medio (2) y Alto (3).

La Tabla 6 sintetiza los procedimientos estadísticos aplicados en la investigación, diferenciando la validez de contenido del instrumento mediante el coeficiente V de Aiken (evaluación por juicio de expertos), la confiabilidad mediante el alfa de Cronbach (aplicación a los 30 participantes) y el análisis descriptivo del diagnóstico mediante frecuencias y porcentajes en escala Likert. Esta organización permitió asegurar, de manera previa al análisis de resultados, la consistencia del instrumento y la correcta interpretación de la información recolectada.

Tabla 6

Tabla resumen de análisis estadísticos aplicados

Fase	Técnica estadística	Instrumento	Criterio
Validez de contenido	V de Aiken	Cuestionario 1 (5 jueces expertos)	$V \geq 0,70$
Confiabilidad	Alfa de Cronbach	Cuestionario 2 (30 ingenieros)	$\alpha \geq 0,70$
Diagnóstico descriptivo	Frecuencias y porcentajes	Cuestionario 2 (30 ingenieros)	Escala Likert

Nota. El procesamiento estadístico de las respuestas del Cuestionario 2 se realizó mediante SPSS v.27. El coeficiente V de Aiken se utilizó para valorar el contenido del modelo propuesto, mientras que el coeficiente alfa de Cronbach permitió evaluar la consistencia interna del instrumento aplicado a los participantes. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

El desarrollo de la investigación se efectuó en la región de Tacna, considerando como periodo de referencia las obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna durante el año 2024. Las actividades correspondientes a la recolección de información y valoración de la propuesta se realizaron posteriormente, de acuerdo con el procedimiento metodológico establecido. En particular, el Cuestionario 2 fue aplicado a la muestra de estudio durante el año 2025. Esta precisión temporal permite diferenciar el periodo correspondiente al contexto y las obras analizadas del momento en que se efectuó la recolección de datos de los participantes.

El proceso general de desarrollo de la investigación se estructuró en seis pasos secuenciales y complementarios, comprendiendo la valoración de contenido del modelo, la aplicación del instrumento diagnóstico, el análisis de los resultados, el desarrollo de la propuesta y la estimación de sus costos y beneficios proyectados.

En el Paso 01 se realizó la valoración de contenido del modelo de gestión propuesto mediante juicio de expertos. Para ello participaron cinco profesionales seleccionados intencionalmente conforme a los criterios establecidos en la metodología, quienes evaluaron los cinco procesos que integran el modelo mediante el Cuestionario 1 – Instrumento de validación de la propuesta. Las valoraciones obtenidas fueron posteriormente procesadas mediante el coeficiente V de Aiken.

En el Paso 02 se aplicó el Cuestionario 2 a los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio. El instrumento estuvo compuesto por 17 ítems organizados de acuerdo con las finalidades establecidas para el diagnóstico y permitió recopilar información relacionada con las condiciones de planificación y productividad percibidas por los participantes, así como con su percepción

profesional respecto de los componentes considerados en la propuesta basada en el Last Planner System.

En el Paso 03 se efectuó el procesamiento y análisis descriptivo de las respuestas obtenidas mediante el Cuestionario 2. Los resultados fueron organizados mediante frecuencias, porcentajes y medidas descriptivas, considerando la estructura del instrumento y diferenciando los ítems relacionados con la experiencia y capacidad profesional percibida, el diagnóstico de las condiciones de planificación y productividad y la percepción respecto de los componentes de la propuesta. Asimismo, se evaluó la consistencia interna de las respuestas mediante el coeficiente alfa de Cronbach.

En el Paso 04, a partir del diagnóstico realizado y de los fundamentos teóricos y metodológicos del Last Planner System, se desarrolló la propuesta del modelo de gestión adaptada a las características de las infraestructuras educativas ejecutadas por administración directa. El modelo se estructuró en cinco etapas: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizaje y Lecciones Aprendidas (Aprendemos), complementadas mediante formatos e indicadores destinados a facilitar su eventual implementación.

En el Paso 05 se efectuó la estimación del costo requerido para una eventual implementación del modelo propuesto, considerando los recursos humanos, materiales, tecnológicos y de capacitación identificados para el desarrollo de cada una de sus etapas. Los valores obtenidos corresponden a una estimación económica de la propuesta y no a costos efectivamente ejecutados en una intervención de campo.

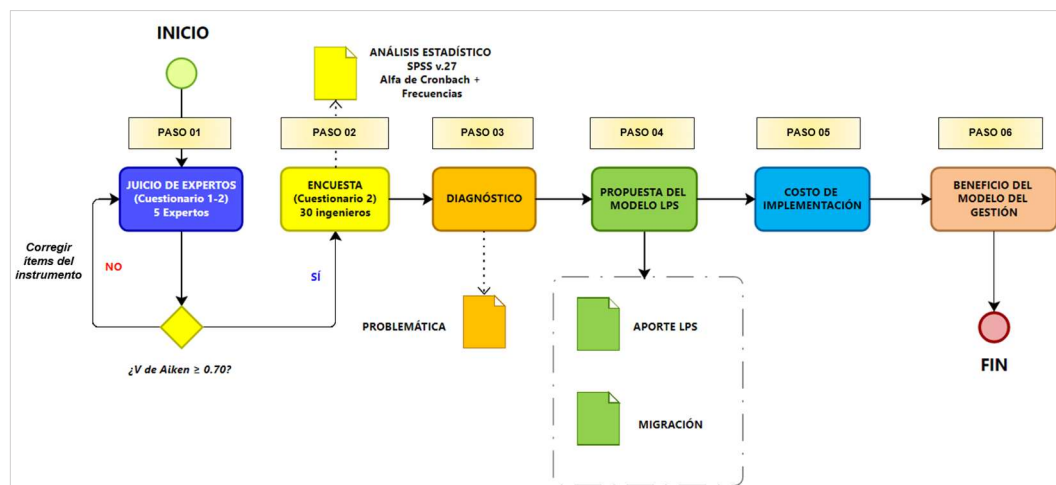
Finalmente, en el Paso 06 se determinaron los beneficios proyectados asociados con una eventual implementación del modelo de gestión. Estos beneficios fueron estimados considerando aspectos relacionados con la reducción de retrasos, disminución de actividades no productivas, incremento de la confiabilidad de la planificación y mejora de la gestión de restricciones. Debido al carácter no experimental y descriptivo-propositivo de la investigación, dichos beneficios

representan resultados esperados bajo los supuestos establecidos y no efectos empíricamente comprobados mediante una aplicación del modelo en las obras estudiadas.

La Figura 25 presenta de manera esquemática la secuencia general seguida durante el desarrollo de la investigación, desde la valoración del modelo y la aplicación del instrumento diagnóstico hasta la estructuración de la propuesta y el análisis de sus costos y beneficios proyectados.

Figura 25

Flujograma del desarrollo de la investigación



Nota. Flujograma elaborado por el software Bizagi Modeler (2025).

4.1.1 Juicio de expertos

4.1.1.1 Proceso de validación por juicio de expertos

La validación mediante juicio de expertos se realizó con el propósito de determinar la validez de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto en la investigación. Para este procedimiento se empleó el Cuestionario 1 – Instrumento de validación de la propuesta, mediante el cual cinco jueces expertos emitieron una valoración respecto de los procesos que conforman el modelo.

El instrumento estuvo estructurado en cinco procesos correspondientes a la propuesta desarrollada: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizaje y Mejora Continua (Aprendemos). Cada proceso fue valorado mediante una escala ordinal de tres categorías: Alta (3), Media (2) y Baja (1). Las puntuaciones obtenidas constituyeron la información utilizada posteriormente para el cálculo del coeficiente V de Aiken por proceso y para la valoración global del modelo.

El procedimiento de validación se desarrolló en seis pasos secuenciales. En el Paso 01 se estructuró el modelo de gestión basado en el Last Planner System y se elaboró el Cuestionario 1 como instrumento para su valoración por juicio de expertos.

En el Paso 02 se seleccionaron cinco jueces expertos mediante criterios de experiencia profesional y especialización relacionados con la gestión de la construcción, ejecución de obras y metodologías Lean Construction y Last Planner System, conforme a los criterios establecidos en el marco metodológico de la investigación.

En el Paso 03 se remitió a los profesionales seleccionados la documentación correspondiente, incluyendo la carta de solicitud de participación, la descripción del modelo propuesto y el Cuestionario 1, coordinándose posteriormente la recepción y revisión de la información proporcionada.

En el Paso 04 cada juez experto realizó la valoración de los cinco procesos que integran el modelo, asignando a cada uno una calificación de Alta (3), Media (2) o Baja (1), de acuerdo con su criterio técnico y experiencia profesional.

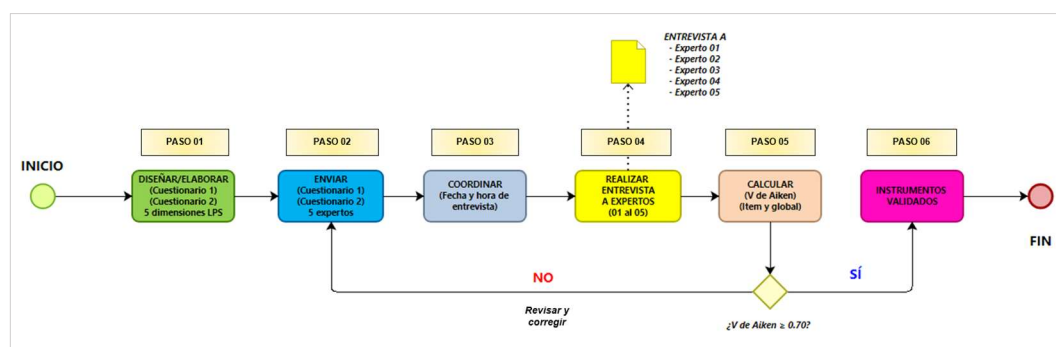
En el Paso 05 las puntuaciones otorgadas por los cinco jueces fueron sistematizadas y procesadas mediante el coeficiente V de Aiken. El análisis se realizó individualmente para cada uno de los cinco procesos y posteriormente de manera global, con la finalidad de determinar el grado de concordancia favorable existente entre los expertos respecto del contenido del modelo propuesto.

Finalmente, en el Paso 06 se interpretaron los valores obtenidos de acuerdo con el criterio de decisión establecido para la investigación. Los resultados permitieron determinar la validez de contenido atribuida a cada uno de los procesos y al modelo de gestión en su conjunto. El desarrollo detallado de los cálculos y resultados correspondientes se presenta en el apartado 4.1.1.2.

En la Figura 26 se presenta el flujograma correspondiente al proceso de validación de contenido del modelo mediante juicio de expertos.

Figura 26

Flujograma del proceso de la validación por juicio de expertos



Nota. El flujograma representa las seis etapas desarrolladas para la valoración de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System mediante el juicio de cinco expertos y el posterior procesamiento de sus valoraciones mediante el coeficiente V de Aiken. Elaborado mediante Bizagi Modeler. Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.2 Desarrollo estadístico de juicio de expertos

4.1.1.2.1 Perfil de los expertos validadores

Los jueces expertos seleccionados para la valoración de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System fueron profesionales de ingeniería civil con experiencia acreditada en la ejecución y control de obras. La selección se realizó mediante muestreo no probabilístico intencional, considerando los criterios establecidos previamente en el marco metodológico de la investigación.

Como se observa en la Tabla 7, los cinco jueces cuentan con una experiencia profesional comprendida entre 11 y 26 años, además de haber desempeñado

funciones directamente relacionadas con la residencia, inspección y supervisión de obras. Estas características evidencian una trayectoria profesional pertinente para efectuar la valoración técnica de los procesos que conforman el modelo propuesto.

Tabla 7

Perfil profesional de los expertos validadores del modelo de gestión LPS

Nº	Apellidos	Nombres	CIP	Años de experiencia	Experiencia como
E1	Escobar Mamani	Inocencio	59583	26 años	Residente, Inspector, Supervisor de obra
E2	Condori Coaquira	Josue Wilfredo	101549	18 años	Residente, Inspector, Supervisor de obra
E3	Pérez Machaca	Gilberto	179437	11 años	Residente, Inspector de obra
E4	Nina Garcia	Roberto Esteban	139696	12 años	Residente, Inspector de obra
E5	Chura Huisa	Rene	90214	20 años	Residente, Inspector de obra

Nota. La tabla presenta el perfil profesional de los cinco jueces expertos seleccionados para la valoración de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System. Los profesionales cuentan con más de 10 años de experiencia en el ejercicio de la ingeniería civil y han desempeñado funciones vinculadas con la residencia, inspección y supervisión de obras. Su selección se realizó mediante muestreo no probabilístico intencional, conforme a los criterios establecidos en el apartado 3.6.2.1. Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, la experiencia profesional y las funciones desempeñadas por los jueces seleccionados sustentan su idoneidad técnica para emitir una valoración especializada sobre los procesos que integran el modelo de gestión propuesto. Las puntuaciones otorgadas por estos profesionales constituyeron la base para el cálculo posterior del coeficiente V de Aiken.

4.1.1.2.2 Escala de valoración del juicio de expertos

Para la valoración de contenido del modelo de gestión propuesto se empleó una escala ordinal de tres categorías, mediante la cual cada uno de los cinco jueces expertos calificó los procesos que integran el modelo basado en el Last Planner System. Las categorías establecidas fueron: Alta (3), Media (2) y Baja (1), asignándose un valor numérico a cada nivel con la finalidad de cuantificar las

valoraciones emitidas y efectuar posteriormente el cálculo del coeficiente V de Aiken.

La Tabla 8 presenta la escala utilizada durante el proceso de valoración por juicio de expertos.

Tabla 8

Escala de valoración del juicio de expertos

Valoración	Puntaje asignado
Alta	3
Media	2
Baja	1

Nota. La escala ordinal de tres categorías fue utilizada por los cinco jueces expertos para valorar cada uno de los procesos que conforman el modelo de gestión basado en el Last Planner System. Los puntajes asignados constituyeron la base para el cálculo posterior del coeficiente V de Aiken. Fuente: Elaboración propia.

Considerando la participación de cinco jueces expertos, el puntaje acumulado mínimo posible para cada proceso evaluado fue de 5 puntos, correspondiente al supuesto de que los cinco jueces asignaran la valoración Baja (1); mientras que el puntaje acumulado máximo posible fue de 15 puntos, correspondiente al supuesto de que los cinco jueces asignaran la valoración Alta (3).

Por tanto: Puntaje mínimo por proceso = 5 jueces $\times$ 1 punto = 5 puntos,
Puntaje máximo por proceso = 5 jueces $\times$ 3 puntos = 15 puntos.

Estos puntajes acumulados permitieron describir las valoraciones emitidas por los expertos; sin embargo, la determinación de la validez de contenido se realizó mediante el coeficiente V de Aiken, cuyo procedimiento de cálculo se desarrolla en el apartado siguiente.

4.1.1.2.3 Fórmula del coeficiente V de Aiken

El análisis de validez de contenido se realizó mediante el Coeficiente V de Aiken (1985), aplicando la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\bar{X} - 1}{k} \quad (2)$$

En la ecuación presentada, el coeficiente V se calculó a partir del promedio de las puntuaciones otorgadas por los expertos $\bar{X}$, considerando el valor mínimo de la escala (l) y el rango de la escala (k). Con la finalidad de precisar el significado y uso de cada componente empleado en el cálculo, la Tabla 12 presenta la descripción de los símbolos incluidos en la fórmula del coeficiente V de Aiken.

Tabla 9

Descripción de símbolos de la fórmula del coeficiente V de Aiken

Símbolo	Descripción
V	Coeficiente de validez de contenido
$\bar{X}$	Promedio de las puntuaciones otorgadas por los 5 expertos
l	Valor mínimo de la escala = 1 (Baja)
k	Rango de la escala = valor máximo – valor mínimo = 3 – 1 = 2

Nota. Criterio de aceptación: $V \geq 0,70$ (Aiken, 1985).

4.1.1.2.4 Formulación de hipótesis estadísticas

- Hipótesis nula (H_0): $V < 0,70 \rightarrow$ El modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto no presenta validez de contenido suficiente para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna.
- Hipótesis alterna (H_1): $V \geq 0,70 \rightarrow$ El modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto presenta validez de contenido alta para su

aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

4.1.1.2.5 Cálculo del coeficiente V de Aiken por dimensión

En la Tabla 10 se presentan las valoraciones otorgadas por los cinco jueces expertos a la dimensión Plan Maestro (Debemos), correspondiente a la primera dimensión del modelo de gestión basado en el Last Planner System. Las puntuaciones registradas fueron: E1 = 3, E2 = 3, E3 = 2, E4 = 3 y E5 = 3, de acuerdo con la escala ordinal establecida: Alta (3), Media (2) y Baja (1).

Tabla 10

Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión I: Plan maestro (Debemos)

Proceso / Dimensión	E1	E2	E3	E4	E5	$\bar{X}$	V
P1: Plan maestro (Debemos)	3	3	2	3	3	2,80	0,90

Nota. E1–E5 = jueces expertos 1 al 5. Escala de valoración: Alta = 3, Media = 2 y Baja = 1. El valor obtenido de V = 0,90 supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$). Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el coeficiente V de Aiken de esta dimensión, se calculó en primer lugar el promedio de las puntuaciones otorgadas por los cinco expertos, aplicando la ecuación (4):

$$\bar{X} = \frac{E1 + E2 + E3 + E4 + E5}{5} \quad (4)$$

Reemplazando en las ecuaciones (4) y (2):

$$\bar{X} = \frac{3 + 3 + 2 + 3 + 3}{5} = \frac{14}{5} = 2,80$$

$$V = \frac{(2.80 - 1)}{2} = \frac{1.80}{2} = 0,90$$

El valor $V = 0,90$ supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación; por tanto, la dimensión Plan Maestro (Debemos) cumple con el criterio establecido de validez de contenido.

En la Tabla 11 se presentan las valoraciones otorgadas por los cinco jueces expertos a la dimensión Plan de Fases (Podemos), correspondiente a la segunda dimensión del modelo de gestión basado en el Last Planner System. Las puntuaciones registradas fueron: E1 = 3, E2 = 2, E3 = 3, E4 = 3 y E5 = 2.

Tabla 11

Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 2: Plan de fases (Podemos)

Proceso / Dimensión	E1	E2	E3	E4	E5	$\bar{X}$	V
P2: Plan de fases (Podemos)	3	2	3	3	2	2,60	0,80

Nota. E1–E5 = jueces expertos 1 al 5. Escala de valoración: Alta = 3, Media = 2 y Baja = 1. El valor obtenido de $V = 0,80$ supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$). Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el coeficiente V de Aiken de esta dimensión, se calculó en primer lugar el promedio de las puntuaciones otorgadas por los cinco expertos, reemplazando en las ecuaciones (4) y (2):

$$\bar{X} = \frac{3 + 2 + 3 + 3 + 2}{5} = \frac{13}{5} = 2,60$$

$$V = \frac{(2,60 - 1)}{2} = \frac{1,60}{2} = 0,80$$

El valor $V = 0,80$ supera el criterio operativo de aceptación adoptado; en consecuencia, la dimensión Plan de Fases (Podemos) cumple con el criterio establecido de validez de contenido.

En la Tabla 12 se presentan las valoraciones correspondientes a la dimensión Plan Make Ready (Haremos). Los cinco jueces otorgaron las siguientes puntuaciones: $E1 = 3$, $E2 = 3$, $E3 = 3$, $E4 = 2$ y $E5 = 3$.

Tabla 12

Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 3: Plan make ready (Haremos)

Proceso / Dimensión	E1	E2	E3	E4	E5	$\bar{X}$	V
P3: Plan make ready (Haremos)	3	3	3	2	3	2,80	0,90

Nota. E1–E5 = jueces expertos 1 al 5. Escala de valoración: Alta = 3, Media = 2 y Baja = 1. El valor obtenido de $V = 0,90$ supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$). Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el coeficiente V de Aiken de esta dimensión, se calculó en primer lugar el promedio de las puntuaciones otorgadas por los cinco expertos, reemplazando en las ecuaciones (4) y (2):

$$\bar{X} = \frac{3 + 3 + 3 + 2 + 3}{5} = \frac{14}{5} = 2,80$$

$$V = \frac{(2,80 - 1)}{2} = \frac{1,80}{2} = 0,90$$

El valor $V = 0,90$ supera el criterio operativo de aceptación adoptado; por tanto, la dimensión Plan Make Ready (Haremos) cumple con el criterio establecido de validez de contenido.

En la Tabla 13 se presentan las valoraciones correspondientes a la dimensión Plan Semanal (Hicimos). Las puntuaciones otorgadas fueron: E1 = 2, E2 = 3, E3 = 3, E4 = 3 y E5 = 3.

Tabla 13

Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 4: Plan semanal (Hicimos)

Proceso / Dimensión	E1	E2	E3	E4	E5	$\bar{X}$	V
P4: Plan semanal (Hicimos)	2	3	3	3	3	2,80	0,90

Nota. E1–E5 = jueces expertos 1 al 5. Escala de valoración: Alta = 3, Media = 2 y Baja = 1. El valor obtenido de V = 0,90 supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$). Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el coeficiente V de Aiken de esta dimensión, se calculó en primer lugar el promedio de las puntuaciones otorgadas por los cinco expertos, reemplazando en las ecuaciones (4) y (2):

$$\bar{X} = \frac{2 + 3 + 3 + 3 + 3}{5} = \frac{14}{5} = 2,80$$

$$V = \frac{(2,80 - 1)}{2} = \frac{1,80}{2} = 0,90$$

El valor V = 0,90 supera el criterio operativo de aceptación adoptado; por tanto, la dimensión Plan Semanal (Hicimos) cumple con el criterio establecido de validez de contenido.

En la Tabla 14 se presentan las valoraciones correspondientes a la quinta dimensión del modelo, denominada Aprendizajes (Aprendemos). Las puntuaciones otorgadas por los jueces fueron: E1 = 3, E2 = 3, E3 = 2, E4 = 3 y E5 = 2.

Tabla 14

Cálculo del coeficiente V de Aiken para la dimensión 5: Aprendizajes

(Aprendemos)

Proceso / Dimensión	E1	E2	E3	E4	E5	$\bar{X}$	V
P5: Aprendizajes (Aprendemos)	3	3	2	3	2	2,60	0,80

Nota. E1–E5 = jueces expertos 1 al 5. Escala de valoración: Alta = 3, Media = 2 y Baja = 1. El valor obtenido de V = 0,80 supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$). Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el coeficiente V de Aiken de esta dimensión, se calculó en primer lugar el promedio de las puntuaciones otorgadas por los cinco expertos, reemplazando en las ecuaciones (4) y (2):

$$\bar{X} = \frac{3 + 3 + 2 + 3 + 2}{5} = \frac{13}{5} = 2,60$$

$$V = \frac{(2,60 - 1)}{2} = \frac{1,60}{2} = 0,80$$

El valor $V = 0,80$ supera el criterio operativo de aceptación adoptado; por tanto, la dimensión Aprendizajes (Aprendemos) cumple con el criterio establecido de validez de contenido.

4.1.1.2.6 Cálculo del V global del modelo

En la Tabla 15 se presenta la consolidación de los coeficientes V de Aiken obtenidos para cada una de las cinco dimensiones que conforman el modelo de gestión basado en el Last Planner System. Los resultados permiten efectuar una valoración integral del contenido de la propuesta a partir de las puntuaciones otorgadas por los cinco jueces expertos.

Tabla 15*Resultados del coeficiente V de Aiken por dimensión del modelo LPS*

Proceso / Dimensión	E1	E2	E3	E4	E5	$\bar{X}$	V
P1: Plan maestro (Debemos)	3	3	2	3	3	2,80	0,90
P2: Plan de fases (Podemos)	3	2	3	3	2	2,60	0,80
P3: Plan make ready (Haremos)	3	3	3	2	3	2,80	0,90
P4: Plan semanal (Hicimos)	2	3	3	3	3	2,80	0,90
P5: Aprendizajes (Aprendemos)	3	3	2	3	2	2,60	0,80
V Global						2,72	0,86

Nota. E1–E5 = jueces expertos 1 al 5; $\bar{X}$ = promedio de las puntuaciones; V = coeficiente V de Aiken. Escala de valoración: Alta = 3, Media = 2 y Baja = 1. Para la investigación se adoptó como criterio operativo de aceptación $V \geq 0,70$. Fuente: Elaboración propia.

El V Global del modelo se obtuvo calculando el promedio de los coeficientes V de Aiken de las cinco dimensiones:

$$V_{Global} = \frac{VP1 + VP2 + VP3 + VP4 + VP5}{5} \quad (5)$$

Reemplazando en la ecuación (5) con los valores obtenidos en cada dimensión:

$$V_{Global} = \frac{0,90 + 0,80 + 0,90 + 0,90 + 0,80}{5} = \frac{4,30}{5} = 0,86$$

Por tanto, el modelo de gestión basado en el Last Planner System obtuvo un coeficiente V de Aiken global de 0,86, valor que supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$). En consecuencia, el conjunto de dimensiones que conforman el modelo cumple con el criterio establecido de validez de contenido, evidenciándose una valoración favorable por parte de los cinco jueces expertos.

4.1.1.2.7 Criterio de decisión para la validez del contenido

Una vez obtenido el coeficiente V de Aiken para cada una de las cinco dimensiones y el coeficiente global del modelo, se procedió a interpretar los resultados de acuerdo con el criterio operativo de aceptación establecido para la presente investigación. Para ello, se consideró que los valores $V \geq 0,70$ evidencian el cumplimiento del criterio de validez de contenido adoptado, mientras que los valores $V < 0,70$ indican la necesidad de revisar y ajustar la dimensión evaluada antes de considerar su incorporación definitiva al modelo.

Este criterio permitió efectuar una interpretación uniforme de las valoraciones emitidas por los cinco jueces expertos y determinar si las dimensiones que conforman el modelo de gestión basado en el Last Planner System alcanzaron el nivel de aceptación establecido para la investigación.

En la Tabla 16 se presentan los criterios de decisión utilizados para interpretar el coeficiente V de Aiken.

Tabla 16

Criterios de decisión para la validez de contenido según el coeficiente V de Aiken

Criterio	Resultado	Decisión
$V < 0,70$	No cumple el criterio adoptado	Revisar y ajustar la dimensión evaluada
$V \geq 0,70$	Cumple el criterio adoptado	Dimensión aceptable en términos de validez de contenido

Nota. Para la presente investigación se adoptó $V \geq 0,70$ como criterio operativo de aceptación para interpretar la validez de contenido de las dimensiones del modelo propuesto. El coeficiente V de Aiken constituye la medida utilizada para cuantificar las valoraciones otorgadas por los jueces expertos. Fuente: Elaboración propia.

El modelo obtuvo un coeficiente V de Aiken global igual a 0,86, valor superior al criterio operativo de aceptación establecido ($V \geq 0,70$). Asimismo, las cinco dimensiones evaluadas alcanzaron valores comprendidos entre 0,80 y 0,90, por lo que todas superaron individualmente el criterio adoptado.

En consecuencia, tanto las dimensiones evaluadas de manera individual como el modelo en su conjunto cumplen con el criterio establecido de validez de contenido, de acuerdo con las valoraciones emitidas por los cinco jueces expertos.

4.1.1.2.8 Decisión sobre la validez de contenido

Culminado el cálculo del coeficiente V de Aiken para cada una de las cinco dimensiones que conforman el modelo de gestión basado en el Last Planner System, así como del coeficiente global del modelo, se procedió a contrastar los valores obtenidos con el criterio operativo de aceptación establecido en la presente investigación ($V \geq 0,70$).

Los resultados evidenciaron que las cinco dimensiones evaluadas alcanzaron coeficientes V de Aiken comprendidos entre 0,80 y 0,90. Específicamente, las dimensiones Plan Maestro (Debemos), Plan Make Ready (Haremos) y Plan Semanal (Hicimos) obtuvieron un valor de $V = 0,90$, mientras que Plan de Fases (Podemos) y Aprendizajes (Aprendemos) alcanzaron un valor de $V = 0,80$. En todos los casos, los coeficientes obtenidos superaron el criterio operativo de aceptación adoptado.

Asimismo, el modelo alcanzó un coeficiente V de Aiken global de 0,86, resultado superior al criterio establecido de $V \geq 0,70$. En consecuencia, se determina que las cinco dimensiones evaluadas y el modelo de gestión en su conjunto cumplen con el criterio de validez de contenido establecido para la investigación, de acuerdo con las valoraciones emitidas por los cinco jueces expertos.

Por tanto, no se identificaron dimensiones con valores inferiores al criterio de aceptación que requirieran ser excluidas del modelo por efecto de la valoración cuantitativa realizada. Los resultados obtenidos sustentan la continuidad de las cinco dimensiones dentro de la estructura del modelo propuesto.

4.1.1.2.9 Conclusiones estadísticas

Concluido el análisis de validez de contenido mediante el coeficiente V de Aiken, se determinó que las cinco dimensiones que conforman el modelo de gestión basado en el Last Planner System cumplieron con el criterio operativo de aceptación establecido en la investigación ($V \geq 0,70$). Los coeficientes individuales obtenidos oscilaron entre 0,80 y 0,90, evidenciando una valoración favorable del contenido de todas las dimensiones por parte de los cinco jueces expertos.

Específicamente, las dimensiones Plan Maestro (Debemos), Plan Make Ready (Haremos) y Plan Semanal (Hicimos) obtuvieron un coeficiente $V = 0,90$, mientras que las dimensiones Plan de Fases (Podemos) y Aprendizajes (Aprendemos) alcanzaron un coeficiente $V = 0,80$. En consecuencia, ninguna de las dimensiones presentó valores inferiores al criterio operativo de aceptación adoptado para la investigación.

Asimismo, el modelo obtuvo un coeficiente V de Aiken global de 0,86, superior al criterio establecido de $V \geq 0,70$. Por tanto, los resultados obtenidos permiten concluir que el modelo de gestión propuesto cumple con el criterio de validez de contenido establecido en la investigación, de acuerdo con las valoraciones emitidas por los cinco jueces expertos.

Los resultados del juicio de expertos sustentan la pertinencia de mantener las cinco dimensiones dentro de la estructura del modelo propuesto. Sin embargo, la validez de contenido determinada mediante el coeficiente V de Aiken no constituye evidencia de efectividad del modelo sobre la productividad ni implica que este haya sido implementado experimentalmente en obra, aspectos que no formaron parte del diseño no experimental de la presente investigación.

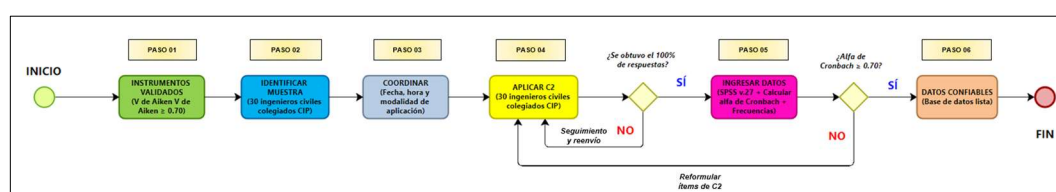
4.1.2 Aplicación del cuestionario

Como etapa correspondiente al diagnóstico de la investigación, se procedió a la aplicación del Cuestionario 2 a los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio. Este procedimiento fue independiente de la valoración de

contenido del modelo realizado mediante el Cuestionario 1 y tuvo como finalidad recopilar información relacionada con las condiciones de planificación y productividad percibidas por los participantes, así como conocer su percepción respecto de los componentes considerados en la propuesta de gestión basada en el Last Planner System. El proceso seguido para la aplicación del instrumento se presenta en la Figura 27.

Figura 27

Flujograma del proceso de la aplicación del cuestionario



Nota. El flujograma representa las etapas desarrolladas para la aplicación del Cuestionario 2 a los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio, desde la coordinación con los participantes hasta la recopilación y organización de las respuestas para su posterior procesamiento estadístico. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.1 Confiabilidad del instrumento

4.1.2.1.1 Fórmula del coeficiente alfa de Cronbach

La consistencia interna del Cuestionario 2 se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, propuesto por Cronbach (1951). Este coeficiente permite estimar el grado de consistencia existente entre las respuestas obtenidas en los ítems que conforman un instrumento de medición, a partir de la relación entre las varianzas individuales de los ítems y la varianza de la puntuación total.

En la presente investigación, el coeficiente alfa de Cronbach se calculó considerando las respuestas obtenidas de los 30 ingenieros civiles participantes en los 17 ítems del Cuestionario 2. Su utilización permitió obtener una medida de la consistencia interna del conjunto de respuestas registradas en la muestra analizada, sin que este coeficiente constituya por sí mismo evidencia de validez de contenido, representatividad poblacional o efectividad del modelo propuesto.

El coeficiente alfa de Cronbach se determinó mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_t^2}{S_t^2} \right) \quad (3)$$

En la Tabla 17 se detallan los componentes y la descripción de cada símbolo que conforma la fórmula del Coeficiente Alfa de Cronbach aplicada en el presente estudio.

Tabla 17

Descripción de símbolos de la fórmula de coeficiente alfa de Cronbach

Símbolo	Descripción
α	Coeficiente Alfa de Cronbach
k	Número de ítems del instrumento = 17
$\sum S_t^2$	Suma de las varianzas individuales de cada ítem
S_t^2	Varianza total de las puntuaciones del instrumento

Nota. Los símbolos corresponden a los componentes empleados para el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach aplicado al Cuestionario 2. El coeficiente fue utilizado para evaluar la consistencia interna de las respuestas obtenidas de los 30 participantes. Fuente: Elaboración propia con base en Cronbach (1951).

4.1.2.1.2 Criterio de decisión para la consistencia interna

Para la interpretación del coeficiente alfa de Cronbach se adoptó como criterio operativo de referencia un valor de $\alpha \geq 0,70$, considerado suficiente para evaluar la consistencia interna del Cuestionario 2 en la muestra analizada. Este criterio permitió establecer si el conjunto de respuestas obtenido de los 30 ingenieros civiles alcanzaba un nivel aceptable de consistencia interna para continuar con el análisis descriptivo de los datos.

Los criterios de decisión considerados fueron los siguientes:

$\alpha < 0,70$: el Cuestionario 2 no alcanza el criterio mínimo de consistencia interna adoptado para la investigación; $\alpha \geq 0,70$: el Cuestionario 2 cumple con el criterio mínimo de consistencia interna adoptado para la investigación.

Esta evaluación se refiere exclusivamente a la consistencia interna de las respuestas obtenidas mediante el instrumento y no constituye, por sí sola, evidencia de validez de contenido, representatividad poblacional o efectividad del modelo de gestión propuesto.

4.1.2.1.3 Cálculo del coeficiente alfa de Cronbach

Con los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario 2 a los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio, se procedió al análisis de su consistencia interna. El procesamiento de los datos se realizó mediante el software estadístico SPSS v.27, considerando los 17 ítems incluidos en el instrumento.

Para el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach se obtuvieron los siguientes valores:

- Suma de varianzas por ítem: $\sum s_i^2 = 5,2092$
- Varianza total del instrumento: $s_i^2 = 33,2138$

Reemplazando en la fórmula (3):

$$\alpha = \frac{17}{17-1} \left(1 - \frac{5,2092}{33,2138} \right) = \frac{17}{16} (1 - 0,1569) = 1,0625 * 0,8431 = 0,896$$

El coeficiente alfa de Cronbach obtenido fue de $\alpha = 0,896$, valor superior al criterio operativo de referencia de $\alpha \geq 0,70$ adoptado para la presente investigación. En consecuencia, el Cuestionario 2 cumple con el criterio de consistencia interna establecido para el análisis de las respuestas obtenidas de los 30 participantes.

El resultado obtenido evidencia una consistencia interna favorable del conjunto de respuestas analizadas. No obstante, este coeficiente debe interpretarse exclusivamente como una medida de consistencia interna y no constituye por sí mismo evidencia de validez de contenido, representatividad de la población ni efectividad del modelo de gestión propuesto.

4.1.2.1.4 Resultado de confiabilidad del cuestionario 2

El resultado del análisis de consistencia interna del Cuestionario 2, obtenido a partir de las respuestas de los 30 ingenieros civiles participantes y procesado mediante el software estadístico SPSS v.27, se presenta en la Tabla 18. El análisis comprendió los 17 ítems considerados en el instrumento, obteniéndose un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha = 0,896$.

Tabla 18

Resultado de confiabilidad del cuestionario 2

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,896	17

Nota. El coeficiente fue obtenido mediante el procesamiento en SPSS v.27 de las respuestas proporcionadas por los 30 ingenieros civiles participantes a los 17 ítems del Cuestionario 2. El valor $\alpha = 0,896$ evidencia una consistencia interna favorable del conjunto de respuestas analizadas. Fuente: Elaboración propia.

Para complementar la interpretación del coeficiente obtenido, se consideraron los criterios de clasificación de la consistencia interna presentados en la Tabla 19. De acuerdo con dicha escala, el valor $\alpha = 0,896$ se ubica dentro del intervalo correspondiente a una consistencia interna buena.

Tabla 19*Criterios de interpretación del coeficiente alfa de Cronbach*

Rango	Interpretación
$\alpha > 0,90$	Excelente
$0,80 < \alpha \leq 0,90$	Bueno
$0,70 < \alpha \leq 0,80$	Aceptable
$0,60 < \alpha \leq 0,70$	Cuestionable
$\alpha \leq 0,60$	Inaceptable

Nota. Conforme a los criterios presentados, el valor obtenido $\alpha = 0,896$ se ubica en el rango $0,80 < \alpha \leq 0,90$ correspondiendo a un nivel de confiabilidad Bueno, muy próximo al nivel Excelente, lo que garantiza la solidez del instrumento para el diagnóstico de la problemática de productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa del Gobierno Regional de Tacna. Fuente: George y Mallery (2003).

4.1.2.1.5 Interpretación del resultado de consistencia interna

El coeficiente alfa de Cronbach obtenido para el Cuestionario 2 fue de $\alpha = 0,896$. Para su interpretación, este resultado se contrastó con el criterio operativo de referencia adoptado en la investigación, establecido en $\alpha \geq 0,70$ para considerar aceptable la consistencia interna de las respuestas analizadas.

Dado que el valor obtenido $\alpha = 0,896$ es superior al criterio establecido, se determina que el Cuestionario 2 cumple con el criterio de consistencia interna adoptado para la investigación. Asimismo, de acuerdo con la escala de interpretación presentada previamente, el coeficiente se ubica en el intervalo $0,80 < \alpha \leq 0,90$, correspondiente a una consistencia interna buena.

La Tabla 20 resume el criterio utilizado para la interpretación del resultado obtenido.

Tabla 20

Criterios de decisión para la confiabilidad del instrumento según coeficiente alfa de Cronbach

Criterio	Criterio	Criterio
$\alpha < 0,70$	No alcanza el criterio mínimo adoptado	Revisar la consistencia interna del instrumento
$\alpha \geq 0,70$	Alcanza el criterio mínimo adoptado	Cumple con el criterio de consistencia interna

Nota. Para la presente investigación se adoptó $\alpha \geq 0,70$ como criterio operativo de referencia para evaluar la consistencia interna de las respuestas del Cuestionario 2. El valor obtenido $\alpha = 0,896$ supera dicho criterio y, de acuerdo con la escala de interpretación empleada, corresponde a una consistencia interna buena. Fuente: Elaboración propia con base en los criterios de interpretación adoptados en la investigación.

4.1.2.1.6 Decisión sobre la consistencia interna

Concluido el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach para el Cuestionario 2, se procedió a comparar el resultado obtenido con el criterio operativo de consistencia interna adoptado en la investigación. El coeficiente calculado fue de $\alpha = 0,896$, valor superior al criterio de referencia establecido de $\alpha \geq 0,70$. Asimismo, de acuerdo con la escala de interpretación empleada en el estudio, el valor obtenido se ubica en el intervalo $0,80 < \alpha \leq 0,90$, correspondiente a una consistencia interna buena.

En consecuencia, se determina que el Cuestionario 2 cumple con el criterio de consistencia interna establecido para la investigación, considerando las respuestas obtenidas de los 30 ingenieros civiles participantes en los 17 ítems analizados.

Este resultado permite continuar con el análisis descriptivo de la información recopilada mediante el instrumento. No obstante, el coeficiente alfa de Cronbach debe interpretarse exclusivamente como una medida de consistencia interna y no como evidencia, por sí sola, de validez de contenido, representatividad poblacional o efectividad del modelo de gestión propuesto.

4.1.2.1.7 Conclusión del análisis de consistencia interna

Concluido el análisis de consistencia interna del Cuestionario 2, se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha = 0,896$, valor superior al criterio operativo de referencia adoptado en la investigación ($\alpha \geq 0,70$). De acuerdo con la escala de interpretación empleada, este resultado se ubica en el intervalo $0,80 < \alpha \leq 0,90$, correspondiente a una consistencia interna buena.

En consecuencia, se concluye que el Cuestionario 2 cumple con el criterio de consistencia interna establecido para la investigación, considerando las respuestas obtenidas de los 30 ingenieros civiles participantes en los 17 ítems analizados. El resultado obtenido evidencia un grado favorable de consistencia interna en el conjunto de respuestas procesadas y permite continuar con el análisis descriptivo de la información recopilada.

No obstante, el coeficiente alfa de Cronbach debe interpretarse exclusivamente como una medida de consistencia interna. Por tanto, no constituye por sí mismo evidencia de validez de contenido, representatividad estadística de la población, veracidad de las respuestas ni efectividad del modelo de gestión propuesto. La interpretación de los resultados del Cuestionario 2 se realizará posteriormente de acuerdo con la estructura y finalidad de los bloques que conforman el instrumento.

4.1.2.2 Análisis de frecuencias

4.1.2.2.1 Bloque I – Datos generales (I1-I2)

En el presente bloque se analizan los resultados correspondientes a las dos primeras interrogantes del Cuestionario 2, las cuales permiten caracterizar la percepción general de los ingenieros civiles encuestados respecto a su capacidad profesional y experiencia para afrontar la problemática de productividad en obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

a) Interrogante N°01

¿En qué medida considera que su profesión le ha permitido plantear soluciones objetivas y técnicas para los problemas en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 21 y Figura 28 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°01 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 21

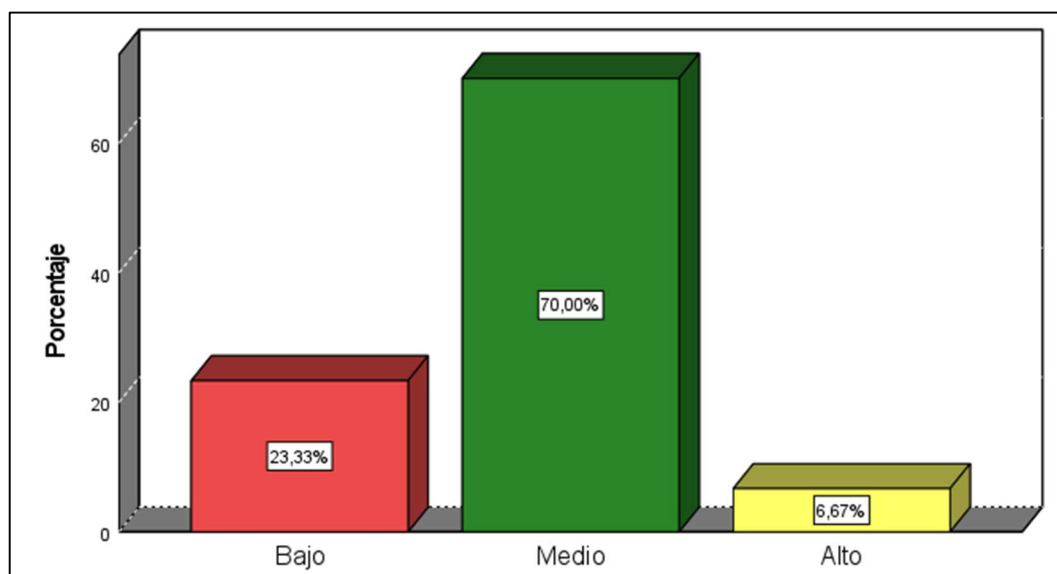
Resultado obtenido de la interrogante N°01

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	7,00	23,30	23,30	23,30
	Medio	21,00	70,00	70,00	93,30
	Alto	2,00	6,70	6,70	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°01 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 28

Resultado de la interrogante 01 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°01. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados, el 70,00% considera en un nivel Medio que su profesión le ha permitido plantear soluciones objetivas y técnicas para los problemas en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa, el 23,33% lo considera en un nivel Bajo y solo el 6,67% en un nivel Alto. Estos resultados evidencian que la mayoría de los profesionales percibe una capacidad técnica moderada para resolver la problemática de productividad en este tipo de obras, lo que justifica la necesidad de implementar un modelo de gestión estructurado basado en el Last Planner System que complemente y fortalezca las capacidades técnicas existentes.

b) Interrogante N°02

¿En qué medida considera que su tiempo de experiencia profesional le ha permitido adoptar decisiones clave para solucionar problemas en la etapa de ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 22 y Figura 29 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°02 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 22

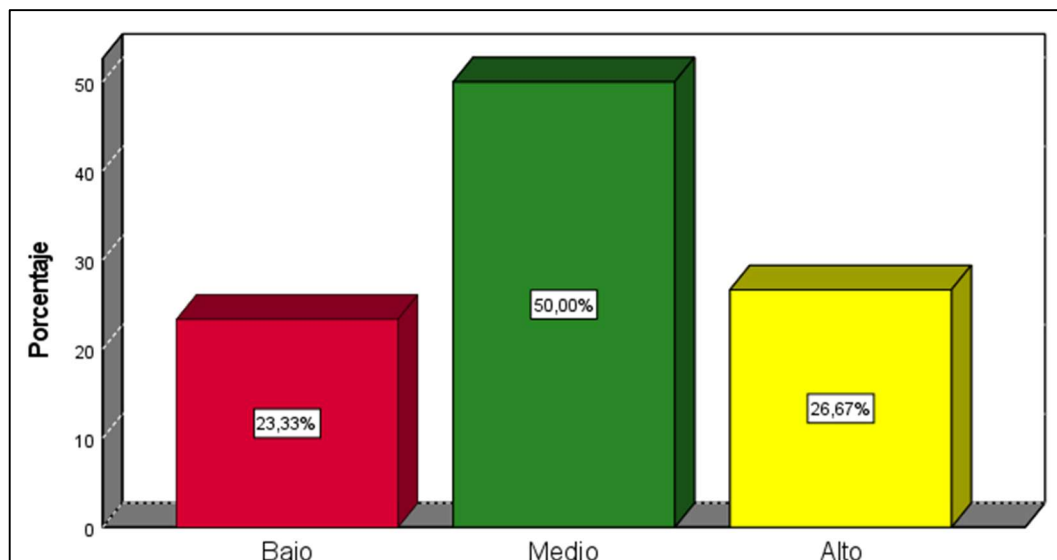
Resultado obtenido de la interrogante N°02

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	7,00	23,30	23,30	23,30
	Medio	15,00	50,00	50,00	73,30
	Alto	8,00	26,70	26,70	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°02 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 29

Resultado de la interrogante 02 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°02. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados, el 50,00% considera en un nivel Medio que su tiempo de experiencia profesional le ha permitido adoptar decisiones clave para solucionar problemas en la etapa de ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa el 26,67% lo considera en un nivel Alto y el 23,33% en un nivel Bajo. Estos resultados indican que, si bien existe un porcentaje considerable de profesionales con alta capacidad de decisión basada en la experiencia, la mayoría se ubica en un nivel medio, evidenciando la necesidad de implementar herramientas de planificación sistemática como el Last Planner System que estructuren y potencien la toma de decisiones durante la ejecución de obras.

4.1.2.2.2 Bloque II – Problemática (I3-I7)

En el presente bloque se analizan los resultados correspondientes a las interrogantes 3 a 7 del Cuestionario 2, las cuales permiten diagnosticar la percepción de los ingenieros civiles encuestados respecto a las principales causas de baja

productividad en obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, abordando aspectos de planificación, coordinación, asignación de tareas y disponibilidad de recursos.

a) Interrogante N°03

¿En qué medida considera que en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa existen problemas de productividad relacionados con la organización y planificación de actividades diarias?

En la Tabla 23 y Figura 30 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°03 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 23

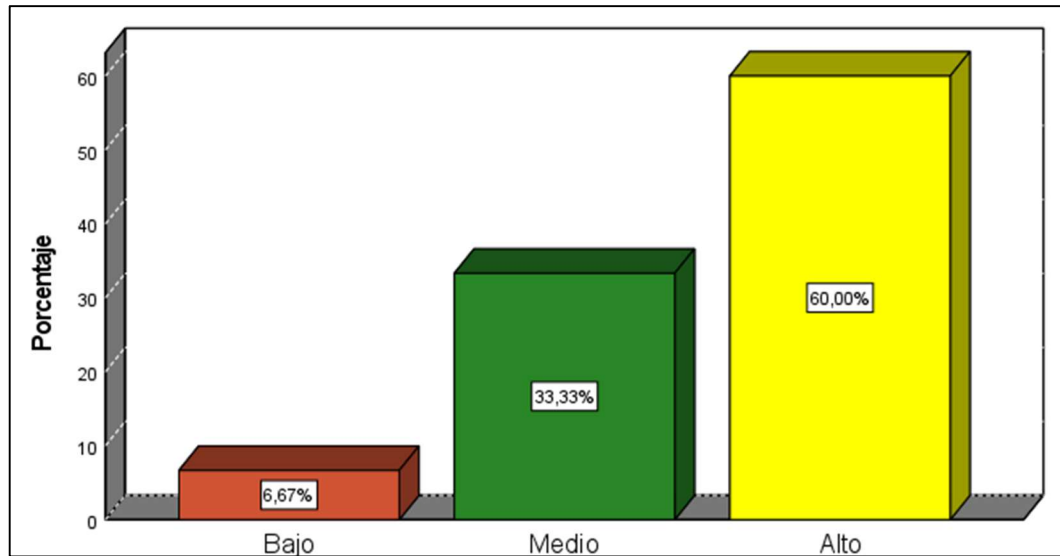
Resultado obtenido de la interrogante N°03

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	2,00	6,70	6,70	6,70
	Medio	10,00	33,30	33,30	40,00
	Alto	18,00	60,00	60,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°03 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 30

Resultado de la interrogante 03 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°03. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 60,00% considera en un nivel Alto que existen problemas de productividad relacionados con la organización y planificación de actividades diarias en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa el 33,33% lo considera en un nivel Medio y solo el 6,67% en un nivel Bajo. Estos resultados confirman que la ausencia de una planificación estructurada constituye una de las principales causas de baja productividad en este tipo de obras, lo que sustenta la necesidad de implementar la dimensión de Planificación Maestra del Last Planner System como herramienta de organización sistemática de actividades.

b) Interrogante N°04

¿En qué medida considera que los retrasos en la asignación de tareas afectan la continuidad del trabajo y la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 24 y Figura 31 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°04 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 24

Resultado obtenido de la interrogante N°04

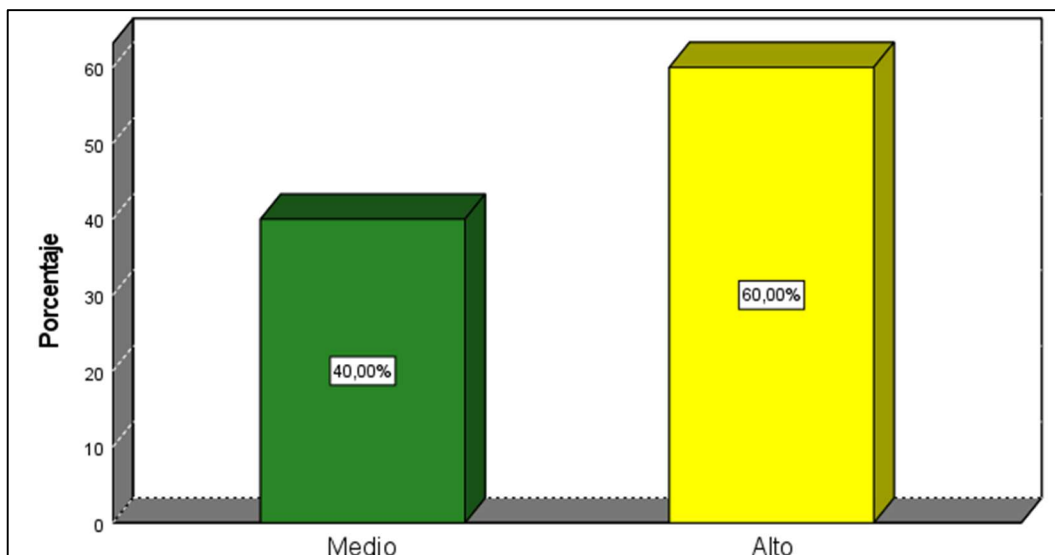
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Medio	12,00	40,00	40,00	40,00
	Alto	18,00	60,00	60,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°04 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 60,00% considera en un nivel Alto que los retrasos en la asignación de tareas afectan la continuidad del trabajo y la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa, mientras que el 40,00% restante lo considera en un nivel Medio, no registrándose ninguna respuesta en el nivel Bajo. La unanimidad en los niveles Medio y Alto evidencia que este problema es reconocido de forma generalizada por los profesionales encuestados, reforzando la pertinencia de incorporar la Planificación Semanal del Last Planner System como mecanismo de asignación estructurada de tareas.

Figura 31

Resultado de la interrogante 04 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°04. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

c) Interrogante N°05

¿En qué medida considera que existen problemas de productividad debido a la falta de coordinación entre los diferentes actores involucrados en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 25 y Figura 32 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°05 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 25

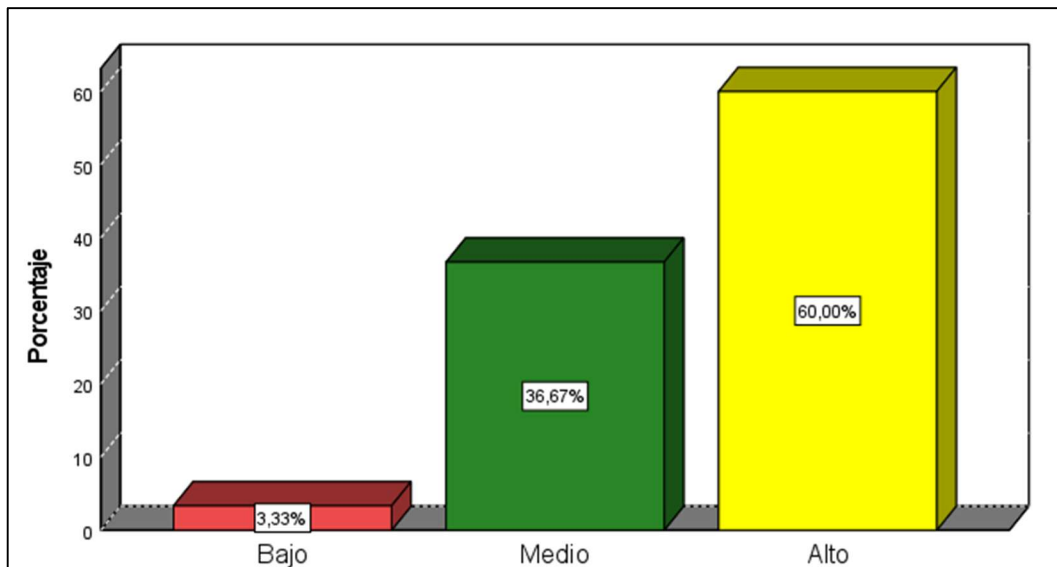
Resultado obtenido de la interrogante N°05

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	11,00	36,67	36,67	40,00
	Alto	18,00	60,00	60,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°05 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 32

Resultado de la interrogante 05 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°05. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 60,00% considera en un nivel Alto que la falta de coordinación entre los actores involucrados genera problemas de productividad el 36,67% lo considera en un nivel Medio y solo el 3,33% en un nivel Bajo. El predominio del nivel Alto confirma que la descoordinación interinstitucional constituye una causa relevante de baja productividad, lo que justifica la incorporación de reuniones de coordinación estructuradas dentro del proceso de Planificación Lookahead del Last Planner System.

d) Interrogante N°06:

¿En qué medida considera que los retrasos en la entrega de materiales o equipos afectan la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 26 y Figura 33 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°06 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 26

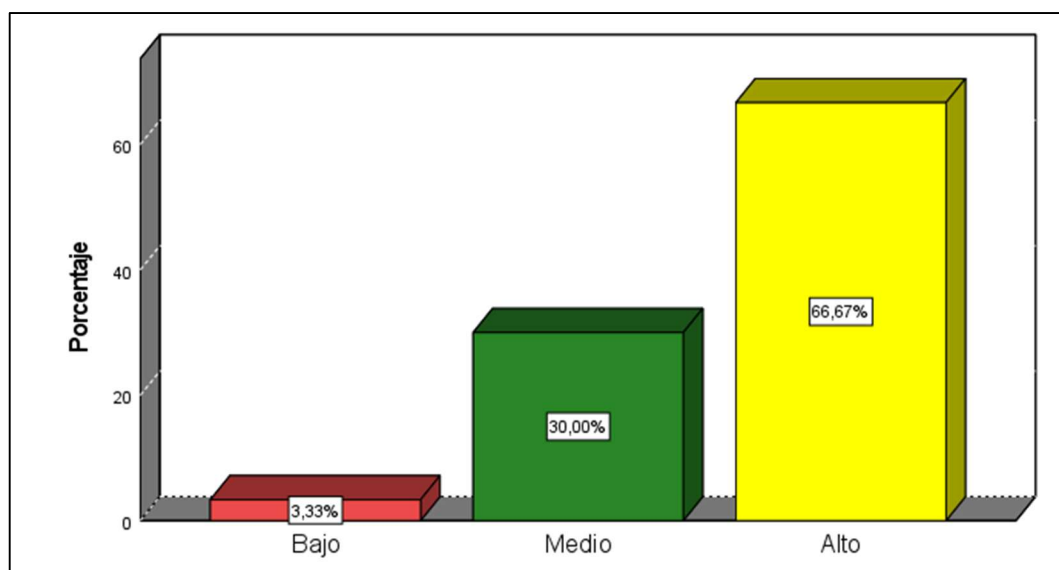
Resultado obtenido de la interrogante N°06

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	9,00	30,00	30,00	33,33
	Alto	20,00	66,67	66,67	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°06 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 33

Resultado de la interrogante 06 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°06. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 66,67% considera en un nivel Alto que los retrasos en la entrega de materiales o equipos afectan la productividad el 30,00% en un nivel Medio y solo el 3,33% en un nivel Bajo. El

alto porcentaje obtenido evidencia que la gestión oportuna de materiales y equipos representa una restricción crítica en la ejecución de obras, lo que refuerza la necesidad de incorporar el proceso de identificación y liberación de restricciones contemplado en la Planificación Lookahead del Last Planner System.

e) Interrogante N°07

¿En qué medida considera que la falta de disponibilidad de recursos (mano de obra calificada, equipos, materiales) genera problemas de productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 27 y Figura 34 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°07 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 27

Resultado obtenido de la interrogante N°07

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Medio	9,00	30,00	30,00	30,00
	Alto	21,00	70,00	70,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

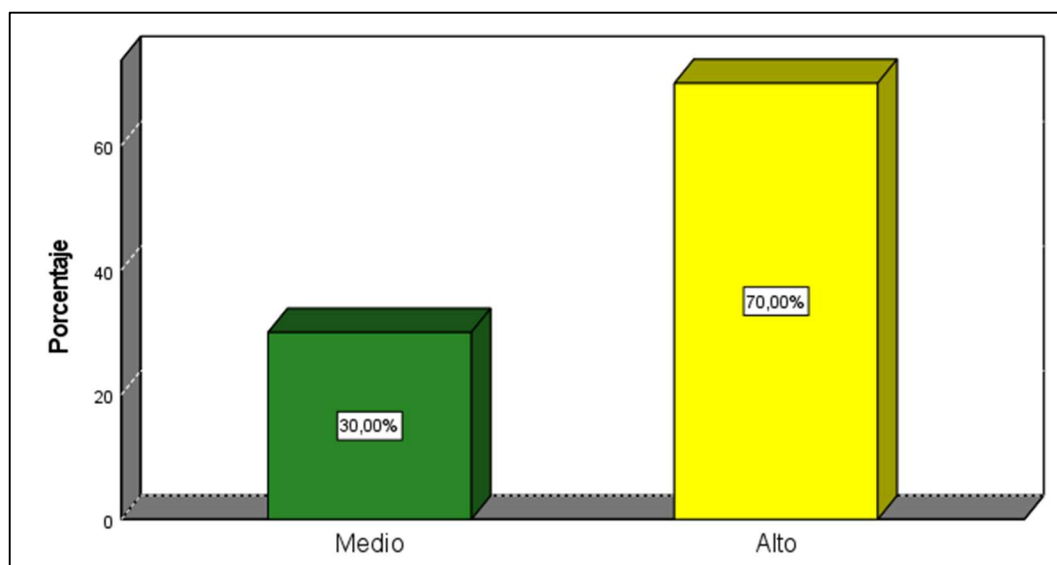
Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°07 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 70,00% considera en un nivel Alto que la falta de disponibilidad de recursos genera problemas de productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa, mientras que el 30,00% restante lo considera en un nivel Medio, sin registrarse ninguna respuesta en el nivel Bajo. La ausencia total de respuestas en el nivel Bajo y el predominio contundente del nivel Alto constituyen el indicador más crítico del Bloque II, confirmando que la disponibilidad de recursos es la restricción de mayor impacto sobre la productividad, lo que justifica plenamente la incorporación del

proceso de liberación de restricciones del Last Planner System como componente central del modelo de gestión propuesto.

Figura 34

Resultado de la interrogante 07 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°07. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

4.1.2.2.3 Bloque III – Propuesta de solución (I8-I17)

En el presente bloque se analizan los resultados de las interrogantes 8 a 17 del Cuestionario 2, que permiten identificar la percepción de los ingenieros civiles encuestados respecto a la utilidad y pertinencia de las herramientas del modelo de gestión basado en el Last Planner System para mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa del Gobierno Regional de Tacna. Las diez interrogantes se organizan en correspondencia con las cinco etapas del modelo: Plan Maestro, Plan de Fases, Plan Make Ready, Plan Semanal y Aprendizajes, midiendo mediante la escala Bajo, Medio y Alto el nivel de aceptación percibida, estableciendo correspondencia directa entre las deficiencias diagnosticadas y la valoración de las soluciones propuestas.

a) Interrogante N°08

¿En qué medida considera que una mejor planificación desde el inicio del proyecto ayudaría a reducir retrasos y mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 28 y Figura 35 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°08 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 28

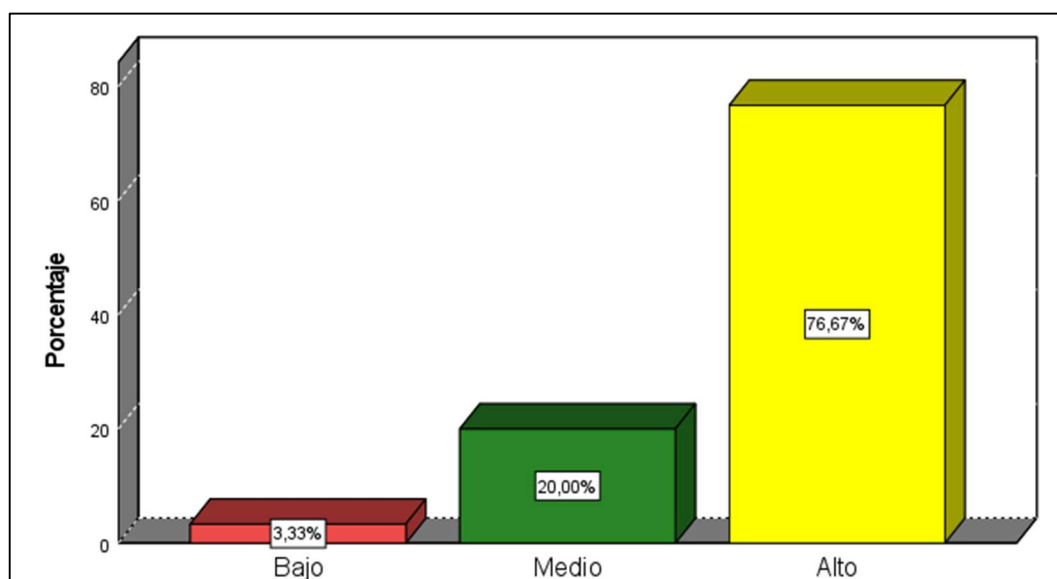
Resultado obtenido de la interrogante N°08

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	6,00	20,00	20,00	23,33
	Alto	23,00	76,67	76,67	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°08 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 35

Resultado de la interrogante 08 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°08. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados, el 76,67% considera en un nivel Alto que una mejor planificación desde el inicio del proyecto ayudaría a reducir retrasos y mejorar la productividad, el 20,00% lo considera en un nivel Medio y solo el 3,33% en un nivel Bajo. El predominio contundente del nivel Alto valida la pertinencia de incorporar la Planificación Maestra como primera dimensión del Last Planner System propuesto, confirmando que los ingenieros encuestados reconocen en la planificación inicial el factor crítico para la mejora de la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa.

b) Interrogante N°09

¿En qué medida considera que organizar las actividades en etapas claras y con responsables definidos mejoraría la ejecución en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 29 y Figura 36 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°09 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 29

Resultado obtenido de la interrogante N°09

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	5,00	16,67	16,67	20,00
	Alto	24,00	80,00	80,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

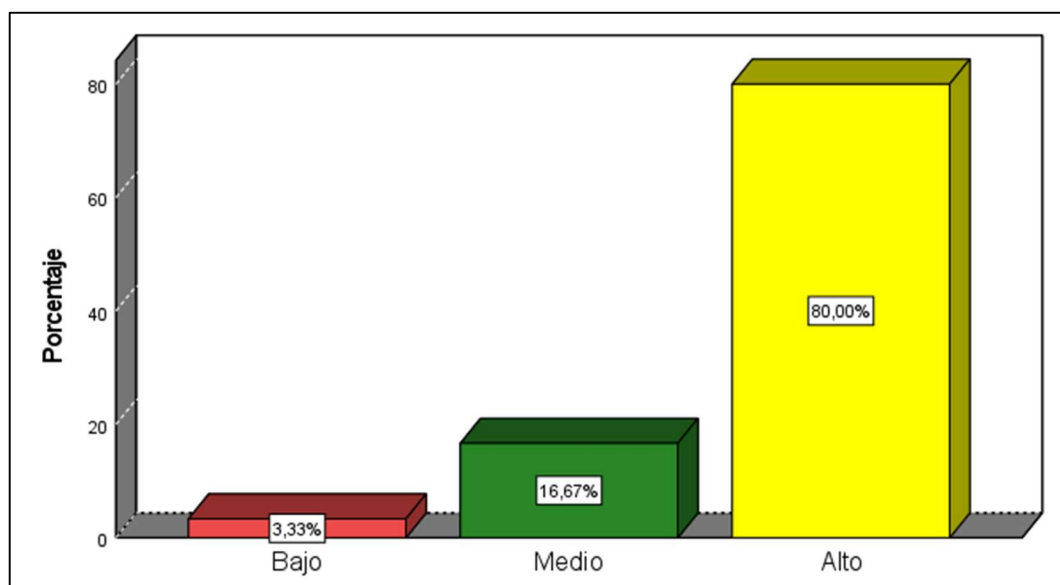
Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°09 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 80,00% considera en un nivel Alto que organizar las actividades en etapas claras y con responsables definidos mejoraría la ejecución de obras; el 16,67% en un nivel Medio y el 3,33% en un nivel Bajo. Este resultado constituye uno de los más elevados del bloque,

respaldando la dimensión de Planificación por Fases del Last Planner System como herramienta esencial para estructurar la secuencia de actividades con responsables claramente definidos en obras de infraestructura educativa por administración directa.

Figura 36

Resultado de la interrogante 09 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°09. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

c) Interrogante N°10

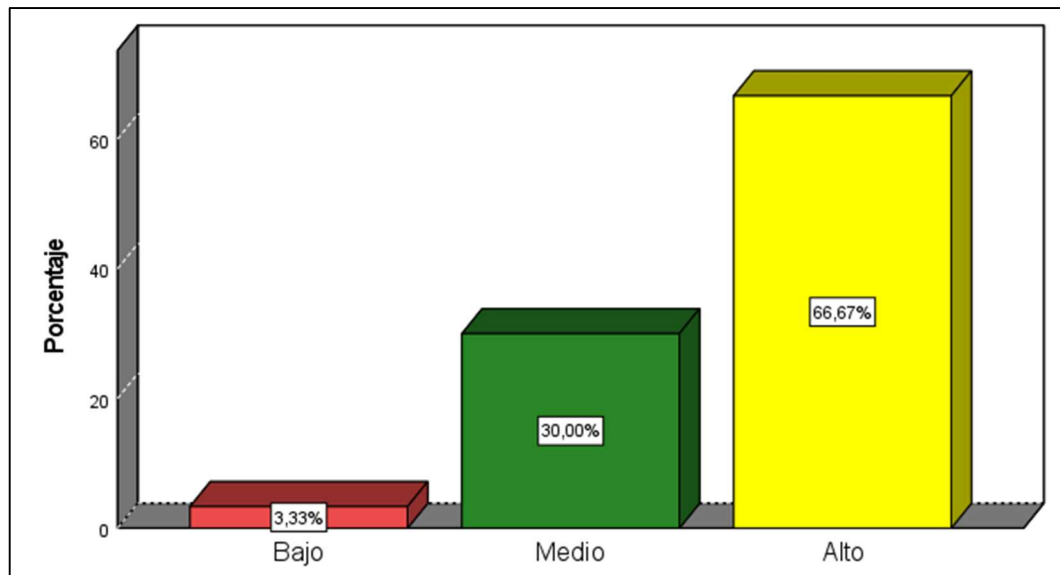
¿En qué medida considera que la revisión constante de los problemas que puedan afectar el avance del proyecto ayudaría a reducir demoras en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 30 y Figura 37 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°10 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 30*Resultado obtenido de la interrogante N°10*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,30	3,30	3,30
	Medio	9,00	30,00	30,00	33,30
	Alto	20,00	66,70	66,70	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°10 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 37*Resultado de la interrogante 10 del cuestionario aplicado*

Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°10. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 66,67% considera en un nivel Alto que la revisión constante de problemas que puedan afectar el avance del proyecto ayudaría a reducir demoras el 30,00% en un nivel Medio y el 3,33% en un nivel Bajo. Estos resultados respaldan la dimensión de Planificación Lookahead del Last Planner System, cuyo proceso de identificación y liberación anticipada de restricciones permite anticipar y resolver los problemas antes de que impacten el flujo de trabajo en obra.

d) Interrogante N°11

¿En qué medida considera que hacer un seguimiento semanal de las tareas programadas ayudaría a mejorar la eficiencia en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 31 y Figura 38 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°11 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 31

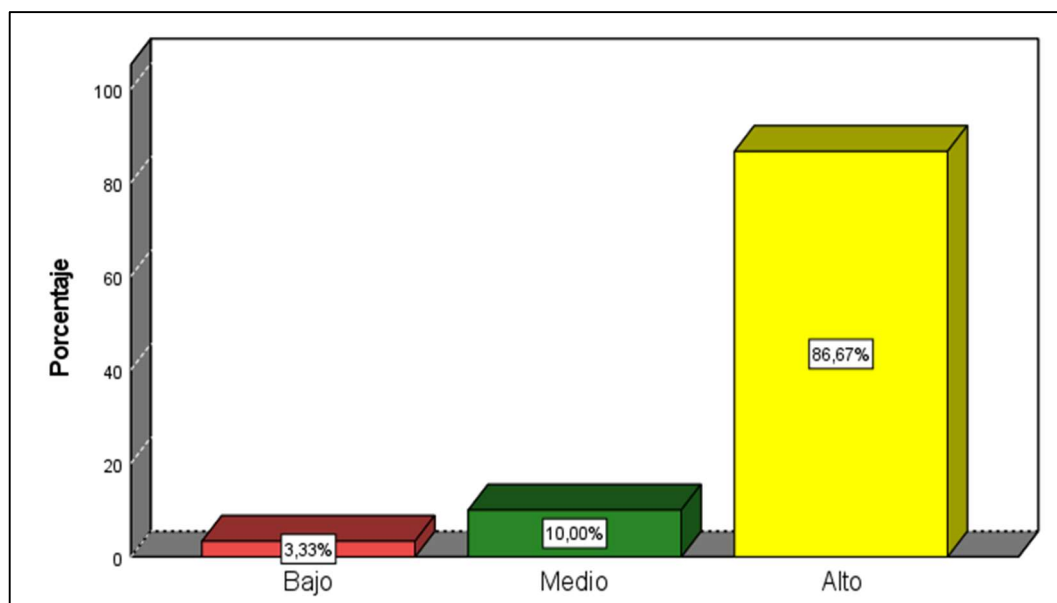
Resultado obtenido de la interrogante N°11

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	3,00	10,00	10,00	13,33
	Alto	26,00	86,67	86,67	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°11 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 38

Resultado de la interrogante 11 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°11. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 86,67% considera en un nivel Alto que el seguimiento semanal de tareas programadas ayudaría a mejorar la eficiencia en la ejecución de obras el 10,00% en un nivel Medio y solo el 3,33% en un nivel Bajo. Este resultado es el más elevado de todo el Bloque III, constituyendo el indicador de mayor consenso entre los encuestados y validando contundentemente la dimensión de Planificación Semanal del Last Planner System como el componente de mayor impacto percibido para la mejora de la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa.

e) Interrogante N°12

¿En qué medida considera que la identificación temprana de materiales, mano de obra y permisos antes de iniciar cada actividad reduciría interrupciones en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 32 y Figura 39 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°12 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 32

Resultado obtenido de la interrogante N°12

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	7,00	23,33	23,33	26,66
	Alto	22,00	73,33	73,33	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

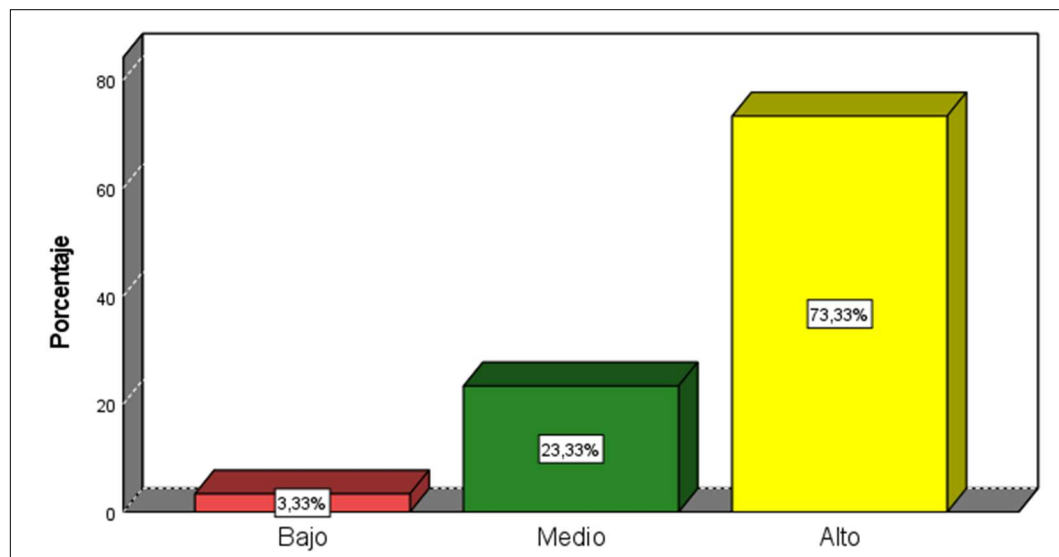
Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°12 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 73,33% considera en un nivel Alto que la identificación temprana de materiales, mano de obra y permisos reduciría interrupciones en obra el 23,33% en un nivel Medio y el 3,33% en un nivel Bajo. Estos resultados refuerzan la importancia del proceso de liberación de restricciones contemplado en la Planificación Lookahead del Last Planner System,

confirmando que la anticipación en la gestión de recursos es percibida como una estrategia efectiva para garantizar el flujo continuo de trabajo.

Figura 39

Resultado de la interrogante 12 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°12. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

f) Interrogante N°13

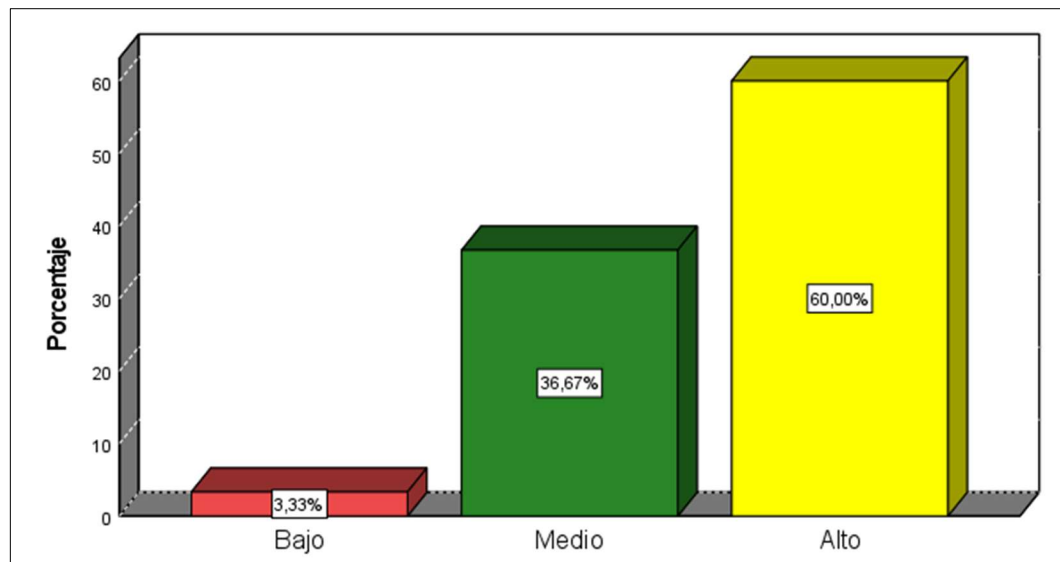
¿En qué medida considera que las reuniones cortas y frecuentes entre los responsables del proyecto mejorarían la coordinación y reducirían problemas en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 33 y Figura 40 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°13 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 33*Resultado obtenido de la interrogante N°13*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	11,00	36,67	36,67	40,00
	Alto	18,00	60,00	60,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°13 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 40*Resultado de la interrogante 13 del cuestionario aplicado*

Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°13. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 60,00% considera en un nivel Alto que las reuniones cortas y frecuentes mejorarían la coordinación y reducirían problemas en obra el 36,67% en un nivel Medio y el 3,33% en un nivel Bajo. Estos resultados validan la práctica de reuniones de planificación semanal contemplada en el Last Planner System como mecanismo de coordinación entre los responsables del proyecto, confirmando su pertinencia para el contexto de obras de infraestructura educativa por administración directa.

g) Interrogante N°14

¿En qué medida considera que el registro y análisis de los errores cometidos en la obra ayudaría a evitar que se repitan en futuras obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 34 y Figura 41 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°14 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 34

Resultado obtenido de la interrogante N°14

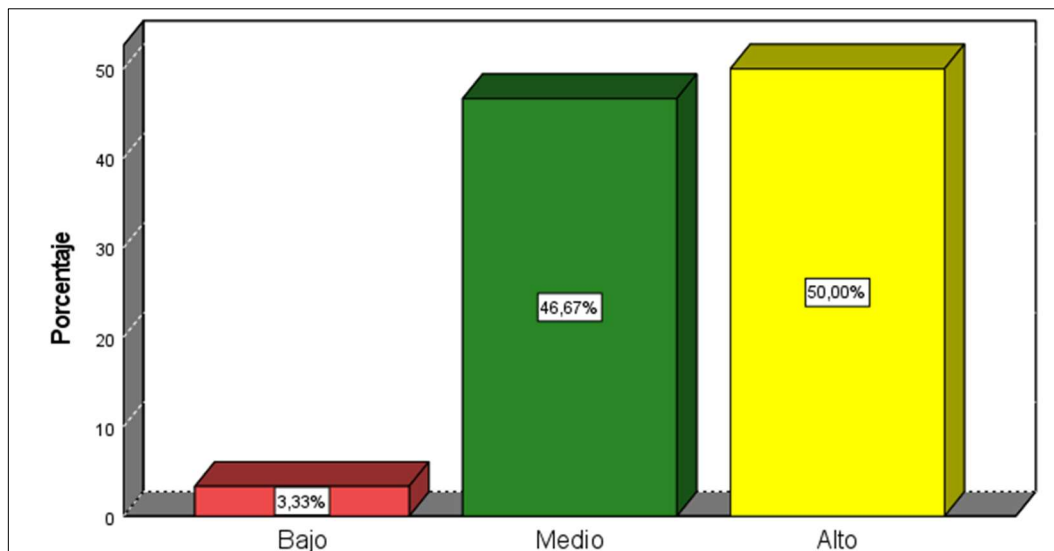
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	14,00	46,67	46,67	50,00
	Alto	15,00	50,00	50,00	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°14 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 50,00% considera en un nivel Alto que el registro y análisis de errores ayudaría a evitar su repetición en futuras obras el 46,67% en un nivel Medio y el 3,33% en un nivel Bajo. La distribución equilibrada entre los niveles Alto y Medio evidencia que, si bien existe consenso respecto a la utilidad del registro de lecciones aprendidas, su implementación no es aún una práctica consolidada en el sector, lo que justifica su incorporación como dimensión de Aprendizaje y Mejora Continua dentro del modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto.

Figura 41

Resultado de la interrogante 14 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°14. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

h) Interrogante N°15

¿En qué medida considera que el uso de gráficos y herramientas visuales ayudaría a mejorar la planificación y el control en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 35 y Figura 42 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°15 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 35

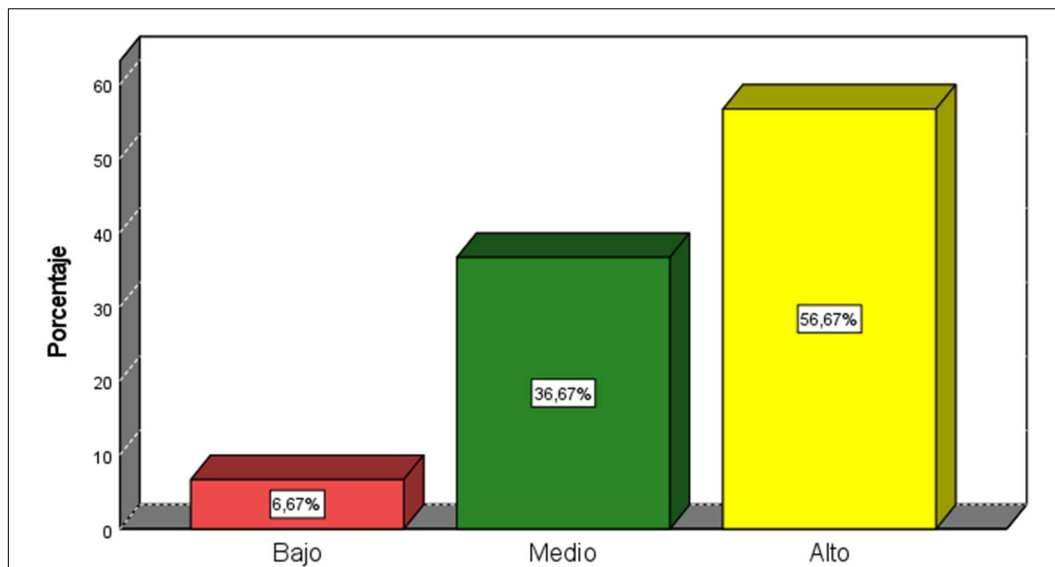
Resultado obtenido de la interrogante N°15

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	2,00	6,67	6,67	63,33
	Medio	11,00	36,67	36,67	100,00
	Alto	17,00	56,67	56,67	56,67
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°15 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 42

Resultado de la interrogante 15 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°15. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 56,67% considera en un nivel Alto que el uso de gráficos y herramientas visuales ayudaría a mejorar la planificación y control en obras el 36,67% en un nivel Medio y el 6,67% en un nivel Bajo. Estos resultados respaldan la incorporación de tableros visuales y formatos de control propios del Last Planner System como herramientas de apoyo a la planificación, confirmando que los profesionales encuestados reconocen el valor de la gestión visual para el seguimiento y control de obras de infraestructura educativa por administración directa.

i) Interrogante N°16

¿En qué medida considera que hacer una revisión de lo planificado versus lo ejecutado cada semana ayudaría a mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 36 y Figura 43 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°16 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 36

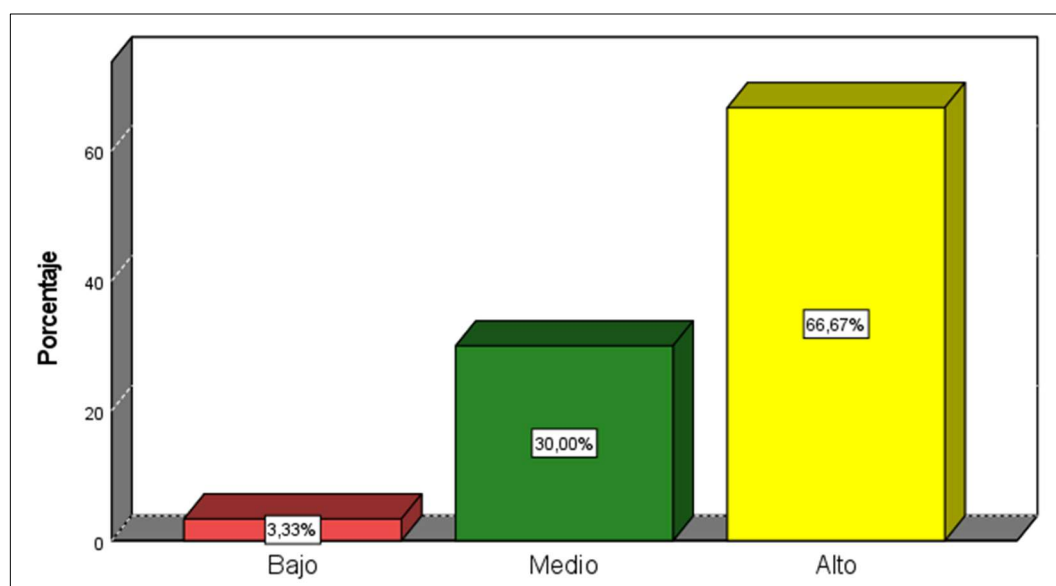
Resultado obtenido de la interrogante N°16

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	1,00	3,33	3,33	3,33
	Medio	9,00	30,00	30,00	33,33
	Alto	20,00	66,67	66,67	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°16 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Figura 43

Resultado de la interrogante 16 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°16. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 66,67% considera en un nivel Alto que la revisión semanal de lo planificado versus lo ejecutado ayudaría a mejorar la productividad el 30,00% en un nivel Medio y el 3,33% en un nivel Bajo.

Estos resultados validan el cálculo del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) como indicador central de la Planificación Semanal del Last Planner System, confirmando que la medición sistemática del cumplimiento de lo programado es percibida como una herramienta efectiva de mejora continua de la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa.

j) Interrogante N°17

¿En qué medida considera que una organización y planificación de los tiempos de trabajo reduciría la cantidad de actividades pendientes y retrasos en obras de infraestructura educativa por administración directa?

En la Tabla 37 y Figura 44 se presentan los resultados de frecuencia y distribución porcentual obtenidos para la Interrogante N°17 del Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra de estudio.

Tabla 37

Resultado obtenido de la interrogante N°17

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Medio	10,00	33,33	33,33	33,33
	Alto	20,00	66,67	66,67	100,00
	Total	30,00	100,00	100,00	

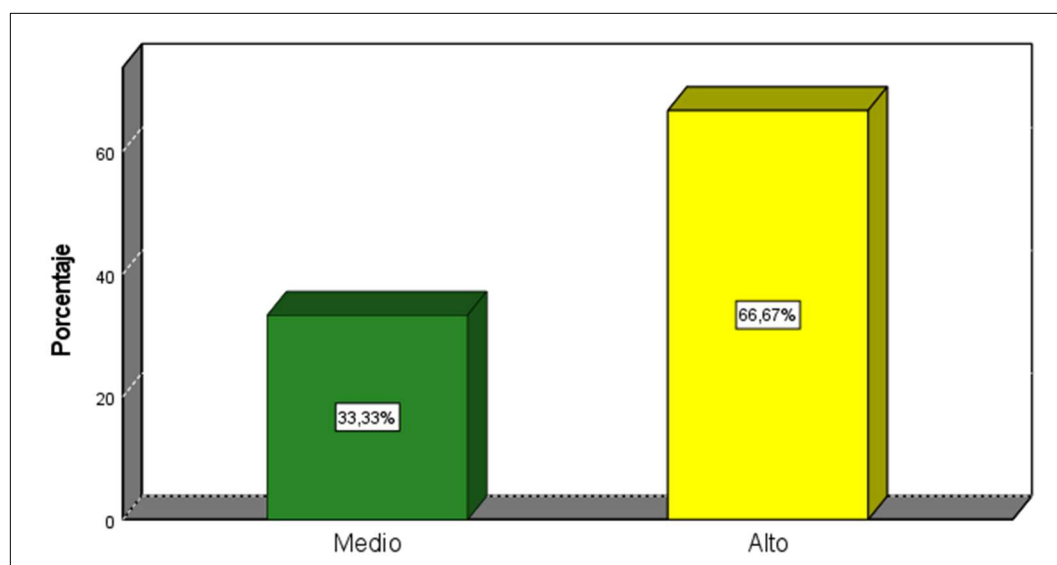
Nota. Resultados obtenidos del procesamiento de respuestas de la Interrogante N°17 del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Fuente: SPSS v.27.

Del 100% de los ingenieros civiles encuestados el 66,67% considera en un nivel Alto que una organización y planificación de los tiempos de trabajo reduciría actividades pendientes y retrasos en obra el 33,33% en un nivel Medio y no se registró ninguna respuesta en el nivel Bajo. La ausencia total de respuestas en el nivel Bajo cierra el Bloque III con un resultado contundente, confirmando de forma unánime que la planificación estructurada del tiempo de trabajo es reconocida por la totalidad de los encuestados como una estrategia efectiva para reducir la improductividad en obras de infraestructura educativa ejecutadas por

administración directa del Gobierno Regional de Tacna, validando en su conjunto el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto.

Figura 44

Resultado de la interrogante 17 del cuestionario aplicado



Nota. Distribución porcentual de respuestas obtenidas para la Interrogante N°17. Fuente: Elaboración propia mediante SPSS v.27.

4.1.2.3 Análisis estadístico inferencial

4.1.2.3.1 Media y desviación estándar global

Una vez procesadas las respuestas obtenidas de los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio, se calcularon los estadísticos descriptivos correspondientes al puntaje total de los 17 ítems del Cuestionario 2. Como resultado, se obtuvo una media de 43,40 puntos y una desviación estándar de 5,763 puntos, conforme se presenta en la Tabla 38.

Tabla 38*Media y desviación estándar global del diagnóstico*

Variable descriptiva	Media	Desviación estándar
Puntaje total del Cuestionario 2	43,40	5,763

Nota. Los estadísticos corresponden al puntaje acumulado de los 17 ítems del Cuestionario 2 aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes. Debido a que el instrumento comprende bloques con finalidades analíticas diferenciadas, el puntaje total no se interpreta como una medida única del nivel de problemática de productividad. Fuente: SPSS v.27.

El valor medio global de 43,40 puntos constituye únicamente una descripción del puntaje acumulado obtenido en el conjunto de los 17 ítems. Su interpretación debe realizarse con cautela, debido a que el Cuestionario 2 integra tres bloques conceptualmente diferenciados: los ítems 1 y 2 corresponden a la experiencia y capacidad profesional percibida; los ítems 3 al 7 están orientados al diagnóstico de las condiciones relacionadas con la planificación y productividad; y los ítems 8 al 17 recogen la percepción profesional respecto de los componentes considerados en la propuesta de gestión. En consecuencia, la media global no fue utilizada para determinar por sí sola la intensidad de la problemática ni para validar el modelo propuesto, realizándose la interpretación sustantiva de los resultados por ítem y por bloque de análisis.

4.1.2.3.2 Media aritmética y desviación estándar por ítem del cuestionario 2

En la Tabla 39 se presentan los valores de media aritmética y desviación estándar obtenidos para cada una de las 17 interrogantes del Cuestionario 2, procesados mediante el software estadístico SPSS v.27, permitiendo identificar el comportamiento individual de cada ítem respecto a la problemática de productividad en obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Tabla 39*Media aritmética y desviación estándar de resultados*

Ítem	Pregunta	Media aritmética	Desviación estándar
Datos generales			
1	¿En qué medida considera que su profesión le ha permitido plantear soluciones objetivas y técnicas para los problemas en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?	1,83	0,531
2	¿En qué medida considera que su tiempo de experiencia profesional le ha permitido adoptar decisiones clave para solucionar problemas en la etapa de ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,03	0,718
Problemática			
3	¿En qué medida considera que en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa existen problemas de productividad relacionados con la organización y planificación de actividades diarias?	2,53	0,629
4	¿En qué medida considera que los retrasos en la asignación de tareas afectan la continuidad del trabajo y la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,60	0,498
5	¿En qué medida considera que existen problemas de productividad debido a la falta de coordinación entre los diferentes actores involucrados en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,57	0,568
6	¿En qué medida considera que los retrasos en la entrega de materiales o equipos afectan la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,63	0,556
7	¿En qué medida considera que la falta de disponibilidad de recursos (mano de obra calificada, equipos, materiales) genera problemas de productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,70	0,466
Percepción de la propuesta			
8	¿En qué medida considera que una mejor planificación desde el inicio del proyecto ayudaría a reducir retrasos y mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,73	0,521
9	¿En qué medida considera que organizar las actividades en etapas claras y con responsables definidos mejoraría la ejecución en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,77	0,504
10	¿En qué medida considera que la revisión constante de los problemas que puedan afectar el avance del proyecto ayudaría a reducir demoras en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,63	0,556
11	¿En qué medida considera que hacer un seguimiento semanal de las tareas programadas ayudaría a mejorar la eficiencia en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,83	0,461
12	¿En qué medida considera que la identificación temprana de materiales, mano de obra y permisos antes de iniciar cada	2,70	0,535

Ítem	Pregunta	Media aritmética	Desviación estándar
13	actividad reduciría interrupciones en obras de infraestructura educativa por administración directa? ¿En qué medida considera que las reuniones cortas y frecuentes entre los responsables del proyecto mejorarían la coordinación y reducirían problemas en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,57	0,568
14	¿En qué medida considera que el registro y análisis de los errores cometidos en la obra ayudaría a evitar que se repitan en futuras obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,47	0,571
15	¿En qué medida considera que el uso de gráficos y herramientas visuales ayudaría a mejorar la planificación y el control en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,50	0,630
16	¿En qué medida considera que hacer una revisión de lo planificado versus lo ejecutado cada semana ayudaría a mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,63	0,556
17	¿En qué medida considera que una organización y planificación de los tiempos de trabajo reduciría la cantidad de actividades pendientes y retrasos en obras de infraestructura educativa por administración directa?	2,67	0,479

Nota. Datos obtenidos del procesamiento de respuestas de cada una de las interrogantes del cuestionario aplicado a los 30 ingenieros civiles colegiados de la muestra. Escala de valoración: Alto (3), Medio (2), Bajo (1). Fuente: SPSS v.27.

Los valores de media aritmética obtenidos oscilan entre 1,83 (Ítem 1) y 2,83 (Ítem 11), evidenciando que los ítems del bloque de Percepción de la Propuesta concentran los valores más altos, siendo el Ítem 11 referido al seguimiento semanal de tareas el de mayor media aritmética ($\bar{X} = 2,83$), seguido del Ítem 9 sobre organización por etapas ($\bar{X} = 2,77$) y el Ítem 8 sobre planificación inicial ($\bar{X} = 2,73$). Por su parte, los ítems del bloque de Datos Generales presentan los valores más bajos, con medias de 1,83 y 2,03 respectivamente, reflejando la percepción moderada de los encuestados respecto a sus capacidades individuales. Los valores de desviación estándar se mantienen en un rango de 0,461 a 0,718 indicando una dispersión baja y homogénea en las respuestas, lo que refuerza la consistencia de los resultados obtenidos.

4.1.2.3.3 Escala de valoración del diagnóstico

Para la interpretación integral de los resultados obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario 2 a los 30 ingenieros civiles participantes, se estableció una escala de valoración del diagnóstico general, considerando la totalidad de los 17 ítems que conforman el instrumento. Este diagnóstico integra la percepción de los participantes respecto de su experiencia y capacidad profesional, las condiciones problemáticas relacionadas con la planificación y productividad, y la valoración de los componentes considerados en la propuesta de gestión basada en el Last Planner System. El Cuestionario 2 estuvo conformado por 17 ítems, evaluados mediante una escala ordinal de tres categorías: Alto (3), Medio (2) y Bajo (1). En consecuencia, el puntaje total posible para cada participante estuvo comprendido entre 17 y 51 puntos. Los valores teóricos del instrumento se determinaron de la siguiente manera:

- Puntaje mínimo posible: $17 \times 1 = 17$ puntos
- Puntaje máximo posible: $17 \times 3 = 51$ puntos
- Punto de corte: $17 \times 2 = 34$ puntos

Con la finalidad de interpretar descriptivamente el puntaje total del diagnóstico general, el rango teórico del instrumento se distribuyó en tres niveles de valoración: Bajo, Medio y Alto. Para ello, se consideraron intervalos de amplitud equivalente dentro del rango posible de puntuaciones.

Tabla 40

Escala de valoración del diagnóstico global

Nivel	Rango de puntaje	Interpretación
Bajo	17–28 puntos	Predominio de valoraciones bajas en el diagnóstico general
Medio	29–39 puntos	Predominio de valoraciones intermedias en el diagnóstico general
Alto	40–51 puntos	Predominio de valoraciones altas en el diagnóstico general

Nota. La escala corresponde al puntaje acumulado de los 17 ítems del Cuestionario 2 y se utiliza únicamente como una referencia descriptiva del comportamiento global de las respuestas. Debido a que el instrumento comprende tres bloques con finalidades analíticas diferenciadas, esta

clasificación no debe interpretarse por sí sola como una medida específica de la intensidad de la problemática de productividad. Fuente: Elaboración propia.

La media global obtenida mediante la aplicación del Cuestionario 2 fue de 43,40 puntos sobre un máximo teórico de 51 puntos, ubicándose dentro del nivel Alto de la escala de valoración del diagnóstico general. Este resultado representa el 85,10 % del puntaje máximo posible del instrumento, determinado mediante la siguiente expresión: $\text{Porcentaje del diagnóstico general} = (43,40 / 51) \times 100$, $\text{Porcentaje del diagnóstico general} = 85,10 \%$.

En términos descriptivos, este resultado evidencia un predominio de valoraciones altas en el diagnóstico general realizado a los 30 profesionales participantes. Dicho resultado debe interpretarse de manera integral, debido a que comprende simultáneamente la percepción sobre la experiencia y capacidad profesional de los participantes, el reconocimiento de dificultades relacionadas con la planificación y productividad y la valoración de los componentes considerados en la propuesta de gestión.

El análisis individual y por bloques realizado previamente permite precisar el significado de este resultado global: mientras los ítems 1 y 2 presentaron valoraciones relativamente moderadas, los ítems 3 al 7 evidenciaron una elevada percepción de las dificultades relacionadas con planificación y productividad, y los ítems 8 al 17 mostraron una percepción predominantemente favorable respecto de los componentes considerados en la propuesta. En consecuencia, el valor global de 43,40 puntos sintetiza el comportamiento conjunto de las 17 respuestas, sin sustituir la interpretación específica realizada para cada bloque.

4.1.2.3.4 Criterio de interpretación del diagnóstico general

Para la interpretación consolidada de los resultados obtenidos mediante el Cuestionario 2 se consideró la escala de valoración del diagnóstico general establecida en el apartado anterior. Esta escala comprende la totalidad de los 17 ítems del instrumento y permite efectuar una clasificación descriptiva del puntaje acumulado obtenido por los participantes. El Cuestionario 2 presenta un puntaje

teórico mínimo de 17 puntos y un máximo de 51 puntos, distribuidos en tres niveles de valoración: Bajo (17–28 puntos), Medio (29–39 puntos) y Alto (40–51 puntos). Estos intervalos fueron utilizados como referencia descriptiva para interpretar el comportamiento global de las respuestas proporcionadas por los 30 ingenieros civiles participantes.

La media del puntaje total obtenida en la muestra fue de 43,40 puntos, valor que se encuentra dentro del intervalo correspondiente al nivel Alto de la escala establecida. Asimismo, dicho resultado representa el 85,10 % del puntaje máximo teórico del instrumento, determinado mediante la siguiente relación: Porcentaje respecto del puntaje máximo = $(43,40 / 51) \times 100$; Porcentaje respecto del puntaje máximo = 85,10 %.

En términos descriptivos, el resultado evidencia un predominio de valoraciones altas en el diagnóstico general realizado a los 30 profesionales participantes. Esta interpretación comprende conjuntamente los tres bloques del instrumento: experiencia y capacidad profesional percibida, problemática de planificación y productividad, y percepción de los componentes de la propuesta de gestión.

Debe precisarse que el puntaje global constituye una síntesis descriptiva del conjunto de las 17 respuestas y no representa exclusivamente la intensidad de la problemática de productividad. Por esta razón, su interpretación se complementa con el análisis individual y por bloques desarrollado previamente.

Asimismo, debido a que los participantes fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, los resultados obtenidos se interpretan en función de la muestra analizada y no como una estimación probabilística generalizable a la totalidad de los ingenieros civiles de la región de Tacna.

4.1.2.3.5 Síntesis descriptiva del diagnóstico general

A partir del análisis consolidado de los resultados obtenidos mediante el Cuestionario 2, se efectuó una síntesis descriptiva del diagnóstico general

correspondiente a los 30 ingenieros civiles participantes. El instrumento estuvo conformado por 17 ítems organizados en tres bloques analíticos: experiencia y capacidad profesional percibida, problemática de planificación y productividad, y percepción de los componentes considerados en la propuesta de gestión.

El puntaje medio total obtenido fue de 43,40 puntos, con una desviación estándar de 5,763 puntos, sobre un máximo teórico posible de 51 puntos. De acuerdo con la escala descriptiva establecida previamente, este resultado se ubica dentro del nivel Alto, representando el 85,10 % del puntaje máximo posible del Cuestionario 2. Porcentaje respecto del puntaje máximo = $(43,40 / 51) \times 100 = 85,10 \%$.

En términos descriptivos, el resultado evidencia un predominio de valoraciones altas en el diagnóstico general realizado a los profesionales participantes. No obstante, debido a que el instrumento comprende tres bloques con finalidades analíticas diferenciadas, este resultado global no debe interpretarse exclusivamente como una medida de la intensidad de la problemática de productividad.

El análisis por bloques permite precisar el significado del diagnóstico general. En los ítems correspondientes a experiencia y capacidad profesional percibida (I1–I2) se registraron valoraciones comparativamente más moderadas. En el bloque de problemática de planificación y productividad (I3–I7) se observaron valoraciones predominantemente altas respecto de las dificultades consideradas, destacando la falta de disponibilidad de recursos y los retrasos en la entrega de materiales y equipos. Por su parte, en el bloque de percepción de la propuesta (I8–I17) se registró una tendencia favorable hacia los mecanismos de planificación, seguimiento, coordinación y gestión considerados en el modelo propuesto.

En consecuencia, los resultados obtenidos permiten caracterizar de manera integral la percepción de los 30 profesionales participantes respecto de las condiciones analizadas en la investigación. Debido a que la muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico intencional, estos resultados se circunscriben a los participantes estudiados y no constituyen una estimación

probabilística generalizable a la totalidad de los ingenieros civiles colegiados de la región de Tacna.

4.1.2.3.6 Decisión descriptiva del diagnóstico general

A partir de los resultados obtenidos mediante el análisis descriptivo del Cuestionario 2, se determinó que el puntaje medio total alcanzado por los 30 ingenieros civiles participantes fue de 43,40 puntos, con una desviación estándar de 5,763 puntos, sobre un máximo teórico posible de 51 puntos.

De acuerdo con la escala de valoración establecida para el diagnóstico general, el valor de 43,40 puntos se encuentra dentro del intervalo correspondiente al nivel Alto (40–51 puntos). Asimismo, dicho resultado representa el 85,10 % del puntaje máximo posible del instrumento, evidenciando un predominio de valoraciones altas en el conjunto de las 17 respuestas consideradas.

En consecuencia, se determina descriptivamente que el diagnóstico general de los participantes presenta un nivel Alto, resultado que integra las valoraciones correspondientes a los tres bloques del Cuestionario 2: experiencia y capacidad profesional percibida, problemática de planificación y productividad, y percepción de los componentes considerados en la propuesta de gestión.

Esta decisión debe interpretarse en función de la muestra analizada y no como una estimación probabilística de toda la población de ingenieros civiles de la región de Tacna, debido a que los 30 participantes fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional. Asimismo, el nivel Alto obtenido en el diagnóstico general no representa exclusivamente la intensidad de la problemática de productividad, sino el comportamiento conjunto de las valoraciones registradas en los 17 ítems del instrumento.

4.1.2.3.7 Conclusión descriptiva del diagnóstico general

Concluido el análisis descriptivo de los resultados obtenidos mediante el Cuestionario 2, se determinó que el diagnóstico general de los 30 ingenieros civiles participantes alcanzó una media de 43,40 puntos, con una desviación estándar de 5,763 puntos, sobre un máximo teórico posible de 51 puntos. De acuerdo con la escala de valoración establecida, este resultado se ubica en el nivel Alto y representa el 85,10 % del puntaje máximo posible del instrumento, evidenciando un predominio de valoraciones altas en el conjunto de las 17 respuestas analizadas.

La interpretación del diagnóstico general se complementó mediante el análisis de los tres bloques que conforman el Cuestionario 2. En el bloque de experiencia y capacidad profesional percibida, los participantes presentaron valoraciones comparativamente más moderadas. En el bloque de problemática de planificación y productividad, se observaron valoraciones predominantemente altas respecto de las dificultades consideradas, destacando la falta de disponibilidad de recursos como mano de obra calificada, equipos y materiales (Ítem 7; $\bar{X} = 2,70$) y los retrasos en la entrega de materiales o equipos (Ítem 6; $\bar{X} = 2,63$). Estos resultados permiten identificar, dentro de la muestra analizada, aspectos relevantes relacionados con la gestión de recursos, abastecimiento, coordinación, organización y planificación durante la ejecución de obras por administración directa.

Por su parte, el bloque de percepción de la propuesta presentó una tendencia predominantemente favorable respecto de los mecanismos de gestión considerados en el modelo basado en el Last Planner System. Las mayores valoraciones correspondieron al seguimiento semanal de las tareas programadas (Ítem 11; $\bar{X} = 2,83$) y a la organización de las actividades en etapas claras y con responsables definidos (Ítem 9; $\bar{X} = 2,77$), seguidas de otros componentes relacionados con la planificación anticipada, gestión de restricciones, coordinación y control del trabajo.

En consecuencia, el análisis de los 17 ítems permitió obtener un diagnóstico general integral de nivel Alto respecto de las condiciones evaluadas en la investigación. Los resultados evidencian, en los profesionales participantes, el reconocimiento de dificultades relacionadas con la planificación y productividad y, simultáneamente, una percepción favorable respecto de los componentes de gestión considerados en la propuesta. Estos hallazgos proporcionan sustento descriptivo para la pertinencia de desarrollar el modelo de gestión basado en el Last Planner System como alternativa orientada a contribuir al fortalecimiento de la planificación y gestión de la productividad en obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa.

No obstante, debido a que la muestra estuvo conformada por 30 ingenieros civiles seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, los resultados corresponden a las percepciones de los participantes estudiados y no constituyen una estimación probabilística generalizable a la totalidad de los ingenieros civiles de la región de Tacna. Asimismo, la valoración favorable de la propuesta no demuestra por sí misma su efectividad sobre la productividad, debido a que el modelo no fue implementado experimentalmente en las obras analizadas. Con esta síntesis se concluye el diagnóstico general y se continúa con el análisis de los cambios relevantes proyectados asociados a la propuesta.

4.2 CAMBIOS RELEVANTES DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

Los resultados obtenidos mediante el Cuestionario 2 permitieron desarrollar un diagnóstico general de las condiciones analizadas en la investigación. La media global obtenida fue de 43,40 puntos sobre un máximo teórico de 51 puntos, equivalente al 85,10 % del puntaje máximo posible, resultado que se ubicó en el nivel Alto de la escala descriptiva establecida. La interpretación por bloques permitió identificar, entre los profesionales participantes, dificultades percibidas relacionadas con la organización y planificación de actividades, asignación de tareas, coordinación entre actores, abastecimiento y disponibilidad de recursos;

asimismo, se registró una percepción favorable respecto de diversos mecanismos de planificación y seguimiento considerados en la propuesta basada en el Last Planner System.

A partir de estos resultados se estableció la correspondencia entre las condiciones identificadas y las cinco etapas que conforman el modelo de gestión propuesto. Debido a que el modelo no fue implementado experimentalmente en las obras analizadas, los cambios descritos en esta sección corresponden a cambios proyectados para una eventual aplicación y no a efectos empíricamente comprobados. En consecuencia, se plantea que la aplicación del modelo podría contribuir a fortalecer la planificación, la gestión anticipada de restricciones, la confiabilidad de los compromisos y el aprendizaje continuo durante la ejecución de las obras.

En la Tabla 41 se presenta la correspondencia entre la evidencia obtenida mediante el Cuestionario 2, la condición de gestión asociada y el cambio proyectado con cada una de las etapas del modelo de gestión basado en el Last Planner System.

Tabla 41

Cambios relevantes proyectados con la aplicación del modelo de gestión LPS

Etapas LPS	Problema identificado en el diagnóstico	Situación actual SIN LPS	Cambio relevante CON LPS
Etapa 1: Plan Maestro (Debemos)	I3: 60% Alto; problemas de organización y planificación de actividades diarias ($\bar{X}=2,53$)	Ausencia de una planificación general estructurada desde el inicio de la obra; las actividades se programan de forma reactiva sin una línea base definida.	Elaboración del cronograma maestro, línea base del proyecto, EDT y matriz de hitos desde el inicio, estableciendo compromisos generales del equipo con visión integral de la obra.
Etapa 2: Plan de Fases (Podemos)	I4: 60% Alto; retrasos en asignación de tareas afectan la continuidad del trabajo ($\bar{X}=2,60$)	Asignación de tareas improvisada sin secuenciación lógica entre actividades; las fases se traslapan generando interferencias y tiempos muertos	Programación colaborativa de fases con flujo lógico y secuencia clara de tareas, identificando transferencias entre actividades y estableciendo responsables por fase.

Etapa LPS	Problema identificado en el diagnóstico	Situación actual SIN LPS	Cambio relevante CON LPS
Etapa 3: Plan Make Ready (Haremos)	I5: 57% Alto; falta de coordinación entre actores ($\bar{X}=2,57$) I6: 63% Alto; retrasos en entrega de materiales y equipos ($\bar{X}=2,63$)	Las restricciones de materiales, equipos y permisos no se identifican con anticipación; los recursos llegan cuando la actividad ya debió iniciarse generando paralizaciones.	Identificación y registro anticipado de restricciones (Anexo 07 y 08), con compromisos formales para su eliminación antes de iniciar cada actividad, garantizando que solo se programen tareas con recursos disponibles.
Etapa 4: Plan Semanal (Hicimos)	I7: 70% Alto; falta de disponibilidad de recursos genera problemas de productividad ($\bar{X}=2,70$) I11: 86,67% Alto; seguimiento semanal mejora la eficiencia ($\bar{X}=2,83$).	Sin mecanismo de seguimiento semanal estructurado; el avance se verifica al final del periodo sin capacidad de corrección oportuna.	Programación semanal de tareas confiables (Anexo 10 y 11), con reuniones de coordinación, verificación del PPC (Porcentaje del Plan Cumplido) y tablero de control visual del avance.
Etapa 5: Aprendizajes (Aprendemos)	I14: 50% Alto; registro y análisis de errores evita su repetición ($\bar{X}=2,47$) I16: 67% Alto; revisión semanal planificado vs ejecutado mejora productividad ($\bar{X}=2,63$).	Los errores y lecciones de obra no se registran ni analizan sistemáticamente; la experiencia acumulada no se transfiere entre proyectos.	Registro sistemático de lecciones aprendidas, indicadores PPC (Anexo 13), PCR (Anexo 14) y TMR (Anexo 15), con coordinación diaria (Anexo 12) que permite retroalimentación continua y mejora progresiva.

Nota. Los porcentajes y medias corresponden a los resultados obtenidos mediante el Cuestionario 2 aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes. Las columnas correspondientes a los cambios con LPS describen efectos proyectados de una eventual aplicación del modelo y no resultados medidos mediante una intervención experimental en obra. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentados en la Tabla 41 muestran una correspondencia técnica entre las condiciones identificadas mediante el diagnóstico y los procesos incorporados en el modelo de gestión propuesto. La Etapa 1, Plan Maestro, se orienta a fortalecer la estructuración general de la planificación; la Etapa 2, Plan de Fases, incorpora mecanismos de secuenciación y coordinación colaborativa; la Etapa 3, Plan Make Ready, se centra en la identificación y liberación anticipada de restricciones; la Etapa 4, Plan Semanal, establece compromisos de corto plazo y mecanismos periódicos de seguimiento; y la Etapa 5, Aprendizajes, incorpora procesos de retroalimentación y mejora continua.

Esta correspondencia no implica que las etapas del modelo hayan eliminado o resuelto efectivamente las dificultades identificadas, debido a que la propuesta no fue implementada experimentalmente durante la investigación. Los resultados permiten sostener, más bien, que las herramientas seleccionadas presentan coherencia funcional con las condiciones reconocidas por los profesionales participantes y constituyen mecanismos técnicamente orientados a atenderlas.

La literatura especializada proporciona respaldo conceptual para esta relación. Ballard (2000) plantea que el Last Planner System busca incrementar la confiabilidad de la planificación y reporta antecedentes de mejoras de productividad asociadas al aumento de dicha confiabilidad; sin embargo, no se atribuye en la presente investigación un porcentaje fijo de mejora de productividad al modelo propuesto, debido a que dicho efecto dependería de las condiciones específicas de su implementación.

Asimismo, Botero y Álvarez (2003), al presentar antecedentes de mediciones realizadas durante cinco años en más de 40 proyectos de construcción en Chile, reportaron que aproximadamente 53 % del tiempo laborado correspondía a actividades no productivas, identificando la planificación inadecuada como una de las fuentes relevantes de improductividad. En el caso colombiano analizado por los mismos autores, las esperas representaron la causa de mayor frecuencia dentro del trabajo no contributivo, con 49 %, evidenciando la importancia de identificar anticipadamente las causas que interrumpen el flujo productivo.

En este sentido, las etapas Plan Make Ready y Plan Semanal del modelo propuesto incorporan mecanismos específicamente orientados a la identificación anticipada de restricciones, preparación del trabajo ejecutable, generación de compromisos confiables y seguimiento periódico. En consecuencia, la evidencia bibliográfica y los resultados del diagnóstico proporcionan sustento técnico para considerar que una eventual aplicación del modelo presenta potencial para contribuir a reducir interrupciones, mejorar la confiabilidad de la planificación y fortalecer la gestión de la productividad. La magnitud de estos beneficios corresponde a una proyección y deberá ser verificada mediante una futura

aplicación en campo; los supuestos económicos y beneficios proyectados se desarrollan específicamente en la sección 6.5.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación planteó como hipótesis general que el modelo de gestión propuesto, empleando Last Planner System, presenta condiciones técnicas y metodológicas pertinentes para contribuir a la mejora de la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.

La verificación de esta hipótesis se realizó considerando la naturaleza aplicada, no experimental, transversal y descriptivo-propositiva de la investigación. En consecuencia, no se buscó demostrar un efecto causal del modelo sobre la productividad mediante una intervención experimental en obra, sino determinar si la evidencia obtenida mediante el diagnóstico, la valoración de contenido por juicio de expertos y la correspondencia técnica entre las condiciones identificadas y los componentes del modelo proporcionaban sustento suficiente para establecer su pertinencia como propuesta de gestión.

Para ello se consideraron tres componentes complementarios: el diagnóstico general obtenido mediante el Cuestionario 2 aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes, la validez de contenido del modelo determinado mediante el coeficiente V de Aiken y la correspondencia técnica entre las condiciones identificadas y las cinco etapas del modelo basado en el Last Planner System. La consistencia interna del Cuestionario 2, evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, fue considerada como evidencia de calidad interna de las respuestas analizadas y no como prueba directa de la hipótesis general.

4.3.1 Verificación de la hipótesis general

La hipótesis general de la investigación quedó focalizada en la siguiente afirmación: "El modelo de gestión empleando Last Planner System mejora la productividad

durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024."

4.3.1.1 Desde el diagnóstico general

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario 2 a los 30 ingenieros civiles participantes permitieron caracterizar de manera integral las condiciones consideradas en la investigación. El puntaje medio total alcanzado fue de 43,40 puntos sobre un máximo teórico de 51 puntos, con una desviación estándar de 5,763 puntos. Este resultado representa el 85,10 % del puntaje máximo posible y se ubica dentro del nivel Alto de la escala descriptiva establecida para el diagnóstico general.

El resultado global fue complementado mediante el análisis de los tres bloques del instrumento. En el bloque de experiencia y capacidad profesional percibida, los ítems 1 y 2 registraron valoraciones comparativamente más moderadas. En el bloque de problemática de planificación y productividad, las mayores medias correspondieron a la falta de disponibilidad de recursos —mano de obra calificada, equipos y materiales (Ítem 7; $\bar{X} = 2,70$) y a los retrasos en la entrega de materiales o equipos (Ítem 6; $\bar{X} = 2,63$). Por su parte, en el bloque de percepción de la propuesta, destacaron favorablemente el seguimiento semanal de las tareas programadas (Ítem 11; $\bar{X} = 2,83$) y la organización de las actividades en etapas claras y con responsables definidos (Ítem 9; $\bar{X} = 2,77$).

En términos descriptivos, estos resultados evidencian que los profesionales participantes reconocieron dificultades relevantes relacionadas con la planificación, coordinación, abastecimiento y disponibilidad de recursos y, simultáneamente, presentaron una percepción favorable respecto de diversos mecanismos de planificación y control incorporados posteriormente en el modelo propuesto.

Debe precisarse que, debido al empleo de un muestreo no probabilístico intencional, estos resultados corresponden a los 30 profesionales participantes y no

constituyen una estimación probabilística generalizable a la totalidad de ingenieros civiles de la región de Tacna.

4.3.1.2 Desde la validez del modelo de gestión propuesto

Los resultados del juicio de expertos desarrollados en la sección 4.1.1.2, mediante el coeficiente V de Aiken aplicado a las evaluaciones de los cinco expertos seleccionados, arrojaron un valor global de $V = 0,86$, superando el umbral mínimo de validez establecido de $V = 0,70$ en la totalidad de las cinco dimensiones del modelo de gestión propuesto, tal como se detalla en la Tabla 42.

Tabla 42

Resultados del coeficiente V de Aiken por dimensión del modelo de gestión LPS

Dimensión del modelo	Etapas LPS	V de Aiken	Nivel de validez
D1 — Plan Maestro	Etapas 1 (Debemos)	0,90	Alta
D2 — Plan de Fases	Etapas 2 (Podemos)	0,80	Alta
D3 — Plan Make Ready	Etapas 3 (Haremos)	0,90	Alta
D4 — Plan Semanal	Etapas 4 (Hicimos)	0,90	Alta
D5 — Aprendizajes	Etapas 5 (Aprendemos)	0,80	Alta
V Global		0,86	Alta

Nota. Los valores V de Aiken fueron calculados mediante la fórmula $V = (\bar{X} - l) / k$, con escala de valoración $l = 1$, $k = 2$ y cinco expertos evaluadores. El umbral mínimo de validez es $V \geq 0,70$ según Aiken (1985). Fuente: Elaboración propia.

Este resultado supera el criterio operativo de aceptación adoptado en la investigación ($V \geq 0,70$), mientras que ninguna de las cinco dimensiones presentó valores inferiores a dicho criterio. En consecuencia, se determinó que las cinco dimensiones y el modelo en su conjunto cumplen con el criterio establecido de validez de contenido, de acuerdo con las valoraciones emitidas por los jueces expertos. Complementariamente, el Cuestionario 2 obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha = 0,896$, clasificado como bueno según la escala de interpretación adoptada. Este resultado evidencia una consistencia interna favorable del conjunto de respuestas analizadas; sin embargo, el alfa de Cronbach no constituye por sí mismo evidencia de efectividad del modelo ni de validez de contenido de la propuesta.

4.3.1.3 Consolidación de la verificación

En la Tabla 43 se presenta el resumen consolidado de los indicadores estadísticos que sustentan integralmente la verificación de la hipótesis general de la investigación desde ambas perspectivas complementarias.

Tabla 43

Resumen consolidado de indicadores estadísticos para la verificación de la hipótesis general

Componente	Evidencia	Resultado	Interpretación	Alcance
Diagnóstico general	Media total del Cuestionario 2	43,40 / 51	Nivel descriptivo Alto	Caracteriza las respuestas de los 30 participantes
Diagnóstico general	Porcentaje respecto del máximo	85,10 %	Predominio global de valoraciones altas	No representa exclusivamente problemática
Problemática	Ítem 7 – disponibilidad de recursos	$\bar{X} = 2,70$	Valoración predominantemente alta	Dificultad percibida
Problemática	Ítem 6 – entrega de materiales/equipos	$\bar{X} = 2,63$	Valoración predominantemente alta	Dificultad percibida
Percepción de la propuesta	Ítem 11 – seguimiento semanal	$\bar{X} = 2,83$	Percepción favorable	No demuestra efectividad
Consistencia interna	Alfa de Cronbach del Cuestionario 2	$\alpha = 0,896$	Consistencia interna buena	Evidencia del instrumento en la muestra
Validez de contenido	V de Aiken global del modelo	$V = 0,86$	Cumple $V \geq 0,70$	Validez de contenido del modelo
Validez por dimensiones	V de Aiken individual	0,80–0,90	Las cinco dimensiones cumplen el criterio	Juicio de cinco expertos
Correspondencia técnica	Diagnóstico ↔ etapas del modelo LPS	5 etapas estructuradas	Correspondencia funcional con las condiciones identificadas	Cambio proyectado, no efecto observado
Diagnóstico general	Media total del Cuestionario 2	43,40 / 51	Nivel descriptivo Alto	Caracteriza las respuestas de los 30 participantes

Nota. Los resultados corresponden al diagnóstico realizado mediante el Cuestionario 2, a la consistencia interna de sus respuestas, a la valoración de contenido del modelo mediante juicio de expertos y al análisis de correspondencia técnica desarrollado en la investigación. Los resultados no constituyen evidencia experimental de efectos causales del modelo sobre la productividad. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados consolidados muestran, en primer lugar, que el diagnóstico general de los participantes presentó un predominio de valoraciones altas, identificándose específicamente dificultades relacionadas con la planificación, coordinación, abastecimiento y disponibilidad de recursos. En segundo lugar, los profesionales presentaron una percepción favorable respecto de diferentes mecanismos de planificación y seguimiento incorporados en el modelo propuesto. En tercer lugar, la valoración efectuada por los cinco jueces expertos permitió determinar que las cinco dimensiones del modelo cumplen con el criterio de validez de contenido adoptado, obteniéndose un V de Aiken global de 0,86.

Asimismo, el análisis desarrollado en la sección 4.2 permitió establecer una correspondencia funcional entre las condiciones identificadas y las cinco etapas del modelo: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizajes (Aprendemos). Esta correspondencia indica que las herramientas incorporadas en la propuesta se encuentran técnicamente orientadas a atender los aspectos reconocidos durante el diagnóstico.

En consecuencia, dentro del alcance del diseño no experimental y descriptivo-propositivo, la evidencia obtenida respalda la hipótesis general reformulada, al determinarse que el modelo de gestión basado en el Last Planner System presenta condiciones técnicas y metodológicas pertinentes para contribuir a la mejora de la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Esta conclusión debe entenderse en términos de pertinencia y potencial de aplicación, y no como demostración causal de una mejora efectiva de la productividad, debido a que el modelo no fue implementado experimentalmente en las obras estudiadas. La magnitud real de sus efectos deberá verificarse mediante futuras aplicaciones en campo y mediante la medición comparativa de indicadores antes y después de su implementación.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten contrastar el diagnóstico realizado y la estructura del modelo de gestión propuesto con los principales antecedentes nacionales relacionados con la aplicación del Last Planner System en proyectos de construcción. El Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes, alcanzó una media global de 43,40 puntos sobre un máximo teórico de 51 puntos, equivalente al 85,10 % del puntaje máximo posible, ubicándose en el nivel Alto de la escala descriptiva establecida para el diagnóstico general. Este resultado debe interpretarse de manera integral, debido a que los 17 ítems comprendieron tres bloques diferenciados: experiencia y capacidad profesional percibida, problemática de planificación y productividad, y percepción de los componentes considerados en la propuesta. Asimismo, el Cuestionario 2 obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha = 0,896$, evidenciando una consistencia interna buena de las respuestas analizadas, mientras que el modelo de gestión propuesto alcanzó un coeficiente V de Aiken global de 0,86 mediante el juicio de cinco expertos, cumpliendo con el criterio de validez de contenido adoptado en la investigación. En consecuencia, ambos resultados cumplen funciones metodológicas diferentes: el alfa de Cronbach aporta evidencia sobre la consistencia interna del instrumento aplicado a los participantes y la V de Aiken sustenta la validez de contenido del modelo propuesto.

Estos resultados guardan coherencia con lo reportado por Cumpa et al., (2024) quienes, en su investigación sobre la implementación del Last Planner System en el proyecto de infraestructura educativa N°50718, en Cusco, concluyeron que esta metodología constituye una herramienta eficaz para la planificación y el control de proyectos ejecutados por administración directa. En dicho estudio se evidenció un incremento del 25 % en el cumplimiento de plazos, una reducción del 20 % en los retrasos y costos adicionales, y una mejora del 15 % en la eficiencia de la planificación. La similitud entre el contexto institucional de

esa investigación y el correspondiente al Gobierno Regional de Tacna fortalece la validez externa del diagnóstico desarrollado en la presente investigación, al mostrar que la problemática de productividad identificada estadísticamente no responde a un caso aislado, sino a una condición recurrente en obras públicas ejecutadas bajo la modalidad de administración directa en el contexto peruano. En consecuencia, la evidencia disponible permite sostener que el Last Planner System no solo resulta pertinente para el caso analizado, sino que también ha demostrado capacidad de generar mejoras concretas en condiciones institucionales comparables.

Asimismo, los hallazgos obtenidos guardan coherencia con lo reportado por Torres et al., (2021) quienes, en su análisis de la variabilidad de la programación semanal mediante el Last Planner System en el proyecto del parque Amarilis, en Huánuco, demostraron que la implementación de indicadores complementarios al PPC generó una mejora del 30 % en la identificación de restricciones y del 20 % en la precisión de la programación semanal. Este antecedente adquiere especial relevancia al contrastarse con el resultado de mayor consenso del instrumento aplicado en la presente investigación, donde el 86,67% de los ingenieros encuestados reconoció en nivel alto la necesidad de implementar mecanismos estructurados de seguimiento semanal mediante indicadores verificables (Ítem 11, $\bar{X} = 2,83$). En ese sentido, dicho resultado respalda de manera consistente la pertinencia de la Etapa 4, Plan Semanal, como uno de los componentes de mayor impacto dentro del modelo propuesto, en correspondencia directa con los indicadores PPC, PCR y TMR incorporados en los Anexos 13, 14 y 15, orientados al seguimiento, control y mejora continua del desempeño productivo en obra.

Finalmente, los resultados obtenidos guardan coherencia con lo documentado por Calua (2020), quien, en su investigación sobre la implementación del Last Planner System en la I.E. Primaria N°82675 Tacamache, en Hualgayoc, reportó que el porcentaje de actividades ejecutadas conforme a lo programado se incrementó del 50 % al 75 % tras la adopción de la metodología, lo que representa una mejora de 25 puntos porcentuales en el PPC respecto a la gestión convencional. Este resultado empírico sustenta de manera directa la meta de $PPC \geq 75 \%$

establecida en el modelo propuesto y resulta consistente con el diagnóstico de la presente investigación, donde entre el 57 % y el 70 % de los ingenieros encuestados reconoció en nivel alto la existencia de restricciones no liberadas oportunamente y retrasos en la disponibilidad de recursos, correspondientes a los Ítems 5, 6 y 7. Estas condiciones son abordadas de manera sistemática por el proceso Make Ready de la Etapa 3 del modelo, mediante los Anexos 07, 08 y 09, orientados a identificar, registrar y eliminar restricciones antes de la ejecución de las actividades. En consecuencia, la evidencia comparada permite sostener que el modelo propuesto presenta capacidad técnica para proyectar mejoras de magnitud similar en un contexto institucional comparable.

El contraste conjunto de los resultados permite observar una correspondencia entre las condiciones identificadas mediante el diagnóstico y los mecanismos incorporados en las cinco etapas del modelo propuesto. El Plan Maestro (Debemos) se orienta a fortalecer la estructuración general del proyecto y la definición de hitos; el Plan de Fases (Podemos) incorpora la planificación colaborativa y la secuenciación de actividades; el Plan Make Ready (Haremos) se orienta a identificar y gestionar anticipadamente las restricciones; el Plan Semanal (Hicimos) establece compromisos de corto plazo y mecanismos periódicos de seguimiento; y Aprendizajes (Aprendemos) incorpora el análisis de resultados y la retroalimentación continua mediante indicadores y lecciones aprendidas. Esta correspondencia funcional entre diagnóstico, antecedentes y propuesta constituye uno de los principales aportes de la investigación, debido a que el modelo no reproduce de manera directa una implementación previa del LPS, sino que adapta sus principios y herramientas a las características organizacionales, técnicas y administrativas propias de las obras de infraestructura educativa ejecutadas mediante administración directa.

Los resultados del juicio de expertos complementan esta discusión. Las cinco dimensiones del modelo obtuvieron valores de V de Aiken comprendidos entre 0,80 y 0,90, alcanzándose un coeficiente global de $V = 0,86$. Este resultado evidencia que las dimensiones del modelo cumplieron con el criterio de validez de

contenido establecido en la investigación, según las valoraciones emitidas por los cinco jueces expertos. Sin embargo, esta valoración debe diferenciarse de la efectividad práctica del modelo: la V de Aiken permite sustentar la pertinencia del contenido propuesto, pero no demuestra que su implementación produzca por sí misma una determinada reducción de plazos, costos o actividades no productivas. La magnitud real de estos efectos deberá ser comprobada mediante futuras aplicaciones en campo que permitan comparar indicadores de productividad antes y después de la implementación.

Finalmente, los resultados deben interpretarse considerando las limitaciones metodológicas de la investigación. La muestra estuvo conformada por 30 ingenieros civiles seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, por lo que los resultados describen las percepciones de los profesionales participantes y no pueden generalizarse probabilísticamente a la totalidad de ingenieros civiles de la región de Tacna. Asimismo, el diseño fue no experimental y transversal, por lo que el modelo no fue implementado ni sometido a una evaluación antes-después en una obra específica. La validación mediante cinco jueces expertos corresponde a una valoración de contenido y los beneficios económicos desarrollados posteriormente constituyen proyecciones sustentadas en supuestos establecidos en la propuesta. Estas limitaciones no invalidan el aporte de la investigación, pero delimitan el alcance de sus conclusiones: los resultados permiten sostener la pertinencia técnica y metodológica del modelo y su potencial para contribuir a la mejora de la productividad, mientras que la comprobación de su efectividad real requiere una futura aplicación piloto y la medición objetiva de indicadores como PPC, PCR, TMR, avance físico, plazos y costos

CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

6.1 Descripción del problema focalizado

6.1.1 Presentación del nudo crítico

El nudo crítico identificado en la presente investigación se relaciona con las limitaciones existentes en los procesos de planificación operativa, coordinación, gestión anticipada de restricciones, disponibilidad de recursos y seguimiento del cumplimiento de las actividades durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa. Estas condiciones pueden afectar la continuidad del flujo de trabajo y la confiabilidad de la programación, generando una gestión predominantemente reactiva frente a las desviaciones producidas durante la ejecución.

En las obras públicas ejecutadas mediante administración directa, la entidad asume directamente la organización y utilización de los recursos necesarios para la ejecución, lo que exige una adecuada articulación entre la planificación técnica, disponibilidad de materiales y equipos, personal, procesos administrativos y mecanismos de seguimiento. Para el periodo analizado, el marco específico aplicable a esta modalidad comprende la Directiva N.º 017-2023-CG/GMPL, “Ejecución de Obras Públicas por Administración Directa”, aprobada mediante Resolución de Contraloría N.º 432-2023-CG. Su vigencia fue establecida a partir del 1 de junio de 2024, y regula funciones, requisitos, plazos y responsabilidades para la ejecución de este tipo de obras.

En este contexto, el modelo de gestión basado en el Last Planner System se plantea como una herramienta técnica complementaria a los mecanismos normativos y administrativos existentes, orientada a fortalecer la planificación colaborativa, la identificación y liberación anticipada de restricciones, la generación de compromisos confiables, el seguimiento periódico del cumplimiento y el aprendizaje continuo durante la ejecución. La propuesta no sustituye los

procedimientos establecidos por la normativa aplicable, sino que incorpora instrumentos operativos destinados a mejorar la organización del proceso productivo de la obra.

El diagnóstico general realizado mediante el Cuestionario 2, aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes, alcanzó una media global de 43,40 puntos sobre un máximo teórico de 51 puntos, con una desviación estándar de 5,763 puntos. Este resultado representa el 85,10 % del puntaje máximo posible del instrumento y se ubica dentro del nivel Alto de la escala descriptiva establecida para el diagnóstico general. Debido a que el cuestionario estuvo compuesto por 17 ítems organizados en tres bloques con finalidades diferenciadas, este resultado global debe entenderse como una síntesis integral de las respuestas y no exclusivamente como una medida de la intensidad de la problemática.

El análisis específico del bloque de problemática de planificación y productividad, conformado por los ítems 3 al 7, permitió identificar las condiciones que recibieron las mayores valoraciones entre los participantes. Destacó la falta de disponibilidad de recursos, mano de obra calificada, equipos y materiales, correspondiente al Ítem 7, con una media de $\bar{X} = 2,70$, seguida de los retrasos en la entrega de materiales o equipos, correspondientes al Ítem 6, con $\bar{X} = 2,63$. Asimismo, se identificaron valoraciones relevantes respecto de la asignación de tareas, coordinación entre actores y organización de las actividades, evidenciando la necesidad de fortalecer los mecanismos de planificación y gestión anticipada durante la ejecución.

Por otra parte, los ítems 8 al 17 permitieron conocer la percepción profesional respecto de los componentes considerados en la propuesta. Dentro de este bloque destacaron favorablemente el seguimiento semanal de las tareas programadas, Ítem 11 ($\bar{X} = 2,83$), y la organización de las actividades en etapas claras y con responsables definidos, Ítem 9 ($\bar{X} = 2,77$). Estos resultados no representan deficiencias diagnosticadas, sino una valoración favorable de los participantes respecto de mecanismos de gestión que posteriormente fueron incorporados en la estructura del modelo propuesto.

Con la finalidad de responder al nudo crítico identificado, durante la investigación se desarrollaron dos procesos metodológicos diferenciados. Por una parte, el Cuestionario 2, conformado por 17 ítems distribuidos en tres bloques, fue aplicado a los 30 ingenieros civiles participantes para desarrollar el diagnóstico general, y sus respuestas presentaron un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha = 0,896$, correspondiente a una consistencia interna buena según la escala adoptada en la investigación. Por otra parte, el modelo de gestión propuesto fue sometido a valoración de contenido mediante el Cuestionario 1, aplicado a cinco jueces expertos, obteniéndose un coeficiente V de Aiken global de 0,86, con valores individuales entre 0,80 y 0,90 para las cinco etapas del modelo.

A partir del diagnóstico realizado, de los fundamentos técnicos del Last Planner System y de la valoración de contenido efectuada por los jueces expertos, se estructuró el modelo de gestión en cinco etapas: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizajes (Aprendemos). Estas etapas fueron operacionalizadas mediante cinco formatos principales y quince anexos orientados a facilitar una eventual implementación del modelo en obras de infraestructura educativa ejecutadas por administración directa.

Las Figuras 45, 46, 47, 48 y 49 presentan evidencia documental del procedimiento desarrollado durante la investigación: elaboración y aplicación del cuestionario diagnóstico, remisión del instrumento a los participantes, registro del proceso de envío, convocatoria formal a los jueces expertos y llenado del instrumento de valoración del modelo. En conjunto, estas evidencias permiten documentar la trazabilidad del proceso de recolección de información y valoración de contenido de la propuesta, sin que ello implique que el modelo haya sido implementado experimentalmente en una obra durante la presente investigación.

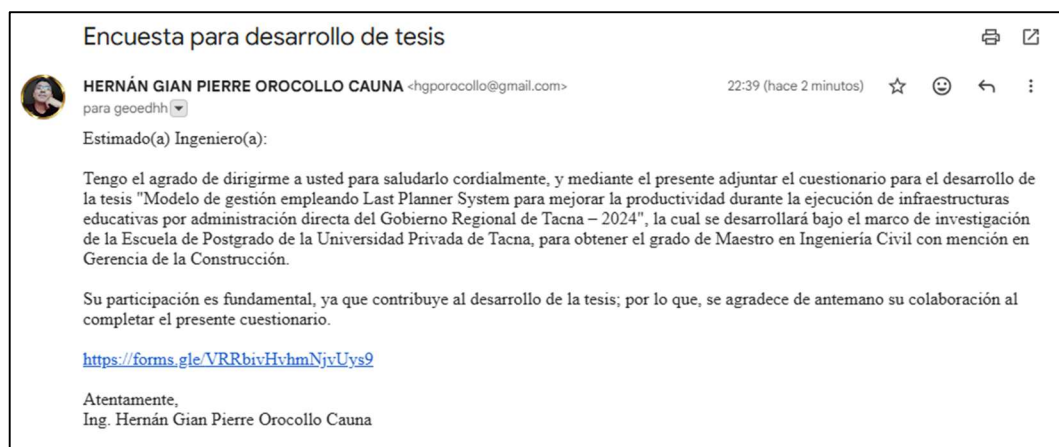
Figura 45

Cuestionario diagnóstico aplicado a la muestra de estudio

Nota. Se puede apreciar el cuestionario diagnóstico diseñado para la presente investigación, compuesto por 17 ítems efectivos distribuidos en cuatro secciones, aplicado a 30 ingenieros civiles colegiados del Capítulo de Ingeniería Civil del CIP – Consejo Departamental Tacna durante el periodo agosto de 2025. Fuente: Formulario Google.

Figura 46

Envío del cuestionario diagnóstico por medio de correo electrónico



Nota. Se puede apreciar en la Figura 46 el correo electrónico remitido a los ingenieros civiles de la muestra de estudio, adjuntando el enlace al cuestionario diagnóstico para su cumplimentación. Fuente: Cuenta Gmail.

Figura 47

Registro de envío del cuestionario a la muestra de estudio

☐	☆	Para: geoedhh	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:39
☐	☆	Para: rasec.apl.19	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:38
☐	☆	Para: moralesmari.	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:38
☐	☆	Para: denis97q.f	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:38
☐	☆	Para: cr7ingeniero	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:37
☐	☆	Para: joneduardo12	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:37
☐	☆	Para: Anton_hch	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:36
☐	☆	Para: Marianh.col.	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:36
☐	☆	Para: kanahuah	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:35
☐	☆	Para: andreasotom.	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:35
☐	☆	Para: renatoberri.	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:34
☐	☆	Para: yenifma15	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:33
☐	☆	Para: bruno_alt21	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:31
☐	☆	Para: dimaz.flore.	Encuesta para desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de dirigir...	22:30
☐	☆	Para: r62354406	Encuesta para el desarrollo de tesis - Estimado(a) Ingeniero(a): Tengo el agrado de diri...	22:29

Nota. Se puede apreciar en la Figura 47 el registro de envío del cuestionario diagnóstico por correo electrónico a los 30 ingenieros civiles que conformaron la muestra de estudio durante el periodo de recolección de datos. Fuente: Cuenta Gmail.

Figura 48

Entrega de carta a profesionales solicitando su participación como juez experto

Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 30 de junio del 2025

Señor:
Ing. Inocencio Escobar Mamani
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: **"MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"**, para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

En la presente, se adjunta el formato de **"Informe de Opinión de Expertos"** estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,

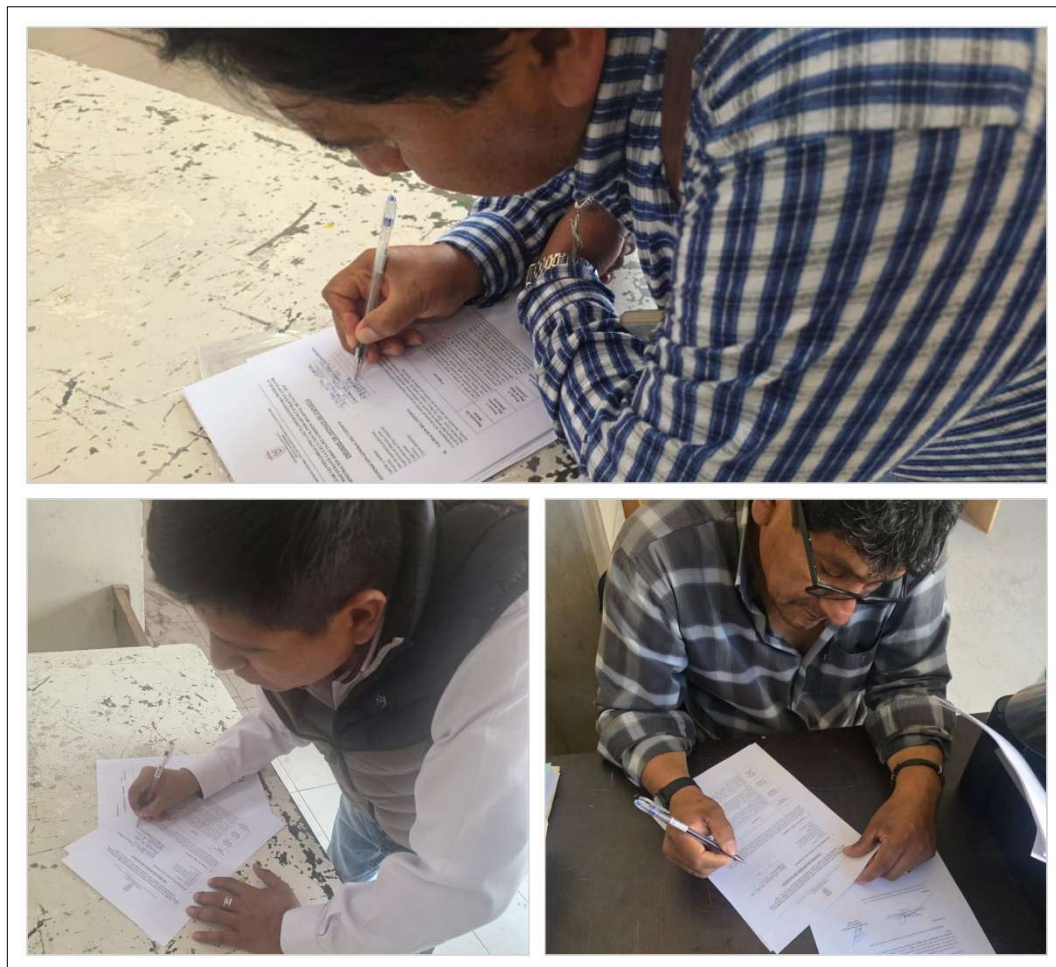

 Ing. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna
 Macstrante


 INOCENCIO ESCOBAR MAMANI
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 89583
RECIBIDO 30/06/25

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Nota. Se puede apreciar en la Figura 48 la carta remitida el día 30/06/2025 y 02/07/2025 a los profesionales seleccionados como jueces expertos, solicitando su participación en la revisión y validación del modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto en la presente investigación. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 49*Llenado del formato de opinión de expertos*

Nota. En la Figura 49 se aprecia a tres de los cinco profesionales que participaron en la revisión y validación del modelo de gestión basado en el Last Planner System, durante el llenado del formato de opinión de expertos estructurado para la evaluación de las cinco dimensiones del modelo. Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Características relevantes del caso

La presente investigación se orienta al desarrollo de un modelo de gestión basado en el Last Planner System, adaptado al contexto de la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna. Esta modalidad presenta particularidades técnicas, administrativas, presupuestales y logísticas debido a que la entidad pública asume directamente la organización de los recursos humanos, materiales y equipos requeridos para la ejecución, así como

la coordinación de los procesos administrativos vinculados con el desarrollo de la obra. En este contexto, la continuidad del flujo de trabajo depende de la capacidad del equipo técnico para planificar anticipadamente, coordinar a los diferentes actores, gestionar restricciones, disponer oportunamente de recursos y efectuar un seguimiento sistemático de las actividades.

Los resultados obtenidos mediante el Cuestionario 2 permitieron identificar cinco características relevantes para la estructuración de la propuesta. Estas características no deben interpretarse como afirmaciones absolutas sobre la inexistencia de determinados procedimientos en todas las obras del Gobierno Regional de Tacna, sino como condiciones y necesidades de gestión reconocidas por los profesionales participantes y utilizadas como referencia para adaptar las herramientas del Last Planner System al contexto estudiado.

La primera característica corresponde a la necesidad de fortalecer la planificación estructurada desde los niveles generales hasta la programación operativa de las actividades. En el Ítem 3, referido a la existencia de problemas de productividad relacionados con la organización y planificación de las actividades diarias, se obtuvo una media de $\bar{X} = 2,53$, con predominio de valoraciones altas. Asimismo, dentro del bloque de percepción de la propuesta, los participantes mostraron una valoración favorable respecto de una mejor planificación desde el inicio del proyecto. Estos resultados sustentan la incorporación de la Etapa 1: Plan Maestro (Debemos), estructurada mediante los Anexos 01 al 04: Cronograma Maestro, Línea Base del Proyecto, EDT del Proyecto e Identificación de Hitos. Dichos instrumentos permiten establecer una estructura general de alcance, tiempo, componentes, hitos y responsabilidades como referencia para los niveles posteriores de planificación.

La segunda característica se relaciona con la necesidad de fortalecer la asignación, secuenciación y coordinación de las actividades entre los participantes de la obra. El Ítem 4 alcanzó una media de $\bar{X} = 2,60$, evidenciando que los retrasos en la asignación de tareas fueron percibidos como una condición que afecta la continuidad del trabajo y la productividad. Complementariamente, los participantes

valoraron favorablemente la organización de las actividades en etapas claras y con responsables definidos, correspondiente al Ítem 9 ($\bar{X} = 2,77$). Esta combinación entre la dificultad identificada y la valoración de mecanismos organizativos sustenta la Etapa 2: Plan de Fases (Podemos), desarrollada mediante los Anexos 05 y 06: Plan de Trabajo Colaborativo y Programa de Flujo, orientados a organizar secuencias, responsables, recursos, dependencias y compromisos entre los participantes.

La tercera característica corresponde a la relevancia de una gestión anticipada de restricciones y disponibilidad de recursos. En el bloque de problemática, el Ítem 5 alcanzó una media de $\bar{X} = 2,57$, relacionada con dificultades de coordinación entre los actores involucrados; el Ítem 6 obtuvo $\bar{X} = 2,63$, respecto del efecto de los retrasos en la entrega de materiales o equipos; y el Ítem 7 alcanzó la mayor media del bloque, con $\bar{X} = 2,70$, referida a la falta de disponibilidad de mano de obra calificada, equipos y materiales. Estos resultados constituyen el sustento diagnóstico para incorporar la Etapa 3: Plan Make Ready (Haremos), conformada por los Anexos 07 al 09: Registro de Restricciones, Compromisos para Eliminar Restricciones y Diseño de Operaciones. Su función proyectada consiste en identificar anticipadamente impedimentos, asignar responsables y verificar las condiciones necesarias antes de incorporar las actividades al plan semanal.

La cuarta característica corresponde a la valoración favorable de un sistema estructurado de seguimiento semanal y generación de compromisos confiables. El Ítem 11 obtuvo la mayor media del conjunto de preguntas relacionadas con la percepción de la propuesta, con $\bar{X} = 2,83$, evidenciando una alta valoración respecto de la utilidad del seguimiento semanal de las tareas programadas para mejorar la eficiencia durante la ejecución. Este resultado no demuestra que actualmente exista ausencia de indicadores como PPC, PCR o TMR, sino que sustenta la pertinencia percibida de incorporar mecanismos periódicos de planificación, medición y control. En respuesta a esta característica se estructuró la Etapa 4: Plan Semanal (Hicimos), mediante los Anexos 10 y 11: Plan Semanal de Trabajo y Promesas

Confiables, complementados posteriormente con indicadores de seguimiento y aprendizaje.

La quinta característica corresponde a la importancia atribuida al aprendizaje sistemático, análisis de resultados y retroalimentación continua. El Ítem 14 alcanzó una media de $\bar{X} = 2,47$, reflejando una percepción favorable respecto de la utilidad del registro y análisis de errores para evitar su repetición en obras futuras; asimismo, el Ítem 16 alcanzó una media de $\bar{X} = 2,63$, relacionada con la utilidad de revisar periódicamente lo planificado frente a lo ejecutado. Estos resultados respaldan la incorporación de la Etapa 5: Aprendizajes (Aprendemos), conformada por los Anexos 12 al 15: Coordinación Diaria, Indicadores PPC, PCR y TMR, orientados a proporcionar información para el análisis del cumplimiento, las restricciones y las causas que afectan la confiabilidad de la planificación.

En conjunto, las cinco características identificadas permiten establecer una correspondencia funcional entre los resultados del diagnóstico y la arquitectura del modelo propuesto. La planificación estructurada se vincula con el Plan Maestro; la organización y secuenciación de las actividades, con el Plan de Fases; la gestión anticipada de restricciones y recursos, con el Plan Make Ready; el seguimiento y los compromisos de corto plazo, con el Plan Semanal; y el análisis de resultados y retroalimentación, con la etapa de Aprendizajes. Esta correspondencia constituye el sustento técnico utilizado para organizar los cinco formatos principales y los quince anexos operativos de la propuesta, sin implicar que sus efectos sobre la productividad hayan sido comprobados experimentalmente durante la presente investigación.

6.2 Descripción de la propuesta

El modelo de gestión empleando Last Planner System desarrollado en la presente investigación constituye una propuesta técnica estructurada para fortalecer los procesos de planificación, coordinación, gestión de restricciones, seguimiento y aprendizaje durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración

directa del Gobierno Regional de Tacna. Su estructura toma como referencia los fundamentos del Last Planner System desarrollados por Ballard (2000) y los adapta a las características técnicas, organizacionales, administrativas y logísticas propias de esta modalidad de ejecución.

El Last Planner System constituye un sistema de planificación y control de la producción basado en una lógica progresiva y colaborativa que articula diferentes horizontes temporales de planificación. Bajo esta concepción, el proceso evoluciona desde aquello que debe ejecutarse, hacia aquello que puede ejecutarse, posteriormente hacia los compromisos de lo que se hará, la verificación de lo que efectivamente se hizo y, finalmente, el aprendizaje obtenido a partir de los resultados y desviaciones registradas. Esta lógica proporciona el fundamento metodológico utilizado para estructurar las cinco etapas del modelo propuesto.

En la presente investigación, dicha secuencia se operacionalizó mediante las siguientes etapas: Etapa 1: Plan Maestro (Debemos); Etapa 2: Plan de Fases (Podemos); Etapa 3: Plan Make Ready (Haremos); Etapa 4: Plan Semanal (Hicimos); y Etapa 5: Aprendizajes (Aprendemos). Cada etapa incorpora procesos, responsables, formatos e instrumentos destinados a facilitar una eventual aplicación sistemática del modelo durante la ejecución de las obras.

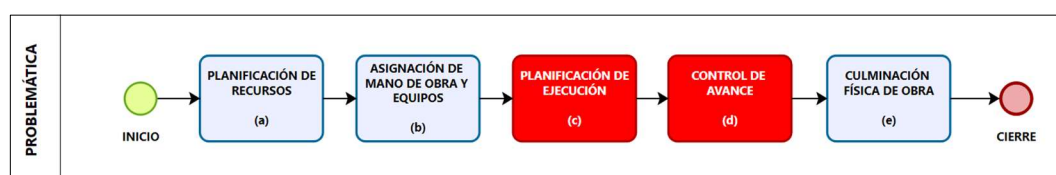
La Figura 50, según la numeración actual de tu documento, presenta una representación esquemática del proceso de gestión de una obra ejecutada mediante administración directa, identificándose cinco componentes generales: planificación de recursos, asignación de mano de obra y equipos, planificación de la ejecución, control del avance y culminación física de la obra. Dentro del esquema se resaltan particularmente los procesos de planificación de la ejecución y control del avance, debido a su relación funcional con las principales condiciones identificadas durante el diagnóstico, especialmente aquellas vinculadas con organización de actividades, asignación de tareas, coordinación, disponibilidad de recursos y necesidad de mecanismos sistemáticos de seguimiento.

En este sentido, la representación gráfica no pretende demostrar que la totalidad de las dificultades identificadas se origine exclusivamente en dichos

procesos, sino focalizar los puntos de gestión sobre los cuales el modelo LPS propuesto incorpora sus principales mecanismos de intervención técnica. La propuesta busca fortalecer estos procesos mediante planificación colaborativa, gestión anticipada de restricciones, generación de compromisos confiables y seguimiento periódico del desempeño.

Figura 50

Flujograma de la problemática en la ejecución de obra por administración directa



Nota. El flujograma representa de manera esquemática los principales procesos relacionados con la ejecución de obras por administración directa y destaca los componentes de planificación de la ejecución y control del avance como ámbitos prioritarios para la incorporación de las herramientas del modelo propuesto. Elaborado mediante Bizagi Modeler. Fuente: Elaboración propia.

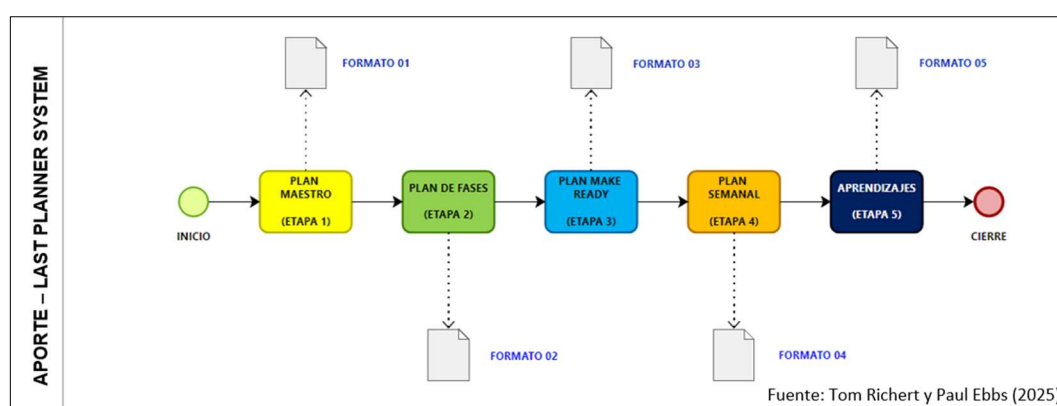
A partir de los procesos focalizados, la Figura 51 presenta el aporte estructural del Last Planner System mediante las cinco etapas que conforman el modelo de gestión propuesto. La secuencia permite vincular progresivamente la planificación general del proyecto con la planificación por fases, preparación anticipada del trabajo, programación semanal y retroalimentación continua.

La Etapa 1: Plan Maestro (Debemos) establece el marco general de planificación mediante el Cronograma Maestro, Línea Base, Estructura de Desglose del Trabajo e Identificación de Hitos. La Etapa 2: Plan de Fases (Podemos) desarrolla la planificación colaborativa y la secuenciación de actividades mediante el Plan de Trabajo Colaborativo y el Programa de Flujo. La Etapa 3: Plan Make Ready (Haremos) incorpora la identificación, asignación de responsables, seguimiento y liberación anticipada de restricciones, complementada mediante el Diseño de Operaciones. La Etapa 4: Plan Semanal (Hicimos) transforma las actividades liberadas en compromisos de corto plazo mediante el Plan Semanal de

Trabajo y las Promesas Confiables. Finalmente, la Etapa 5: Aprendizajes (Aprendemos) incorpora mecanismos de coordinación diaria, análisis de causas de incumplimiento e indicadores PPC, PCR y TMR para facilitar la retroalimentación y mejora continua del proceso.

Figura 51

Aporte Last Planner System



Nota. La figura representa la estructura secuencial del modelo de gestión propuesto mediante cinco etapas interrelacionadas del Last Planner System: Plan Maestro, Plan de Fases, Plan Make Ready, Plan Semanal y Aprendizajes. Cada etapa se encuentra vinculada con los formatos y anexos operativos desarrollados en la investigación para facilitar su eventual aplicación en obras de infraestructura educativa por administración directa. Fuente: Elaboración propia a partir de los fundamentos del Last Planner System.

El valor agregado de la propuesta radica en que las cinco etapas no se presentan únicamente como principios conceptuales del Last Planner System, sino que fueron transformadas en una estructura operativa compuesta por cinco formatos principales y quince anexos articulados entre sí. De esta manera, la información generada en una etapa constituye un insumo para la siguiente: los hitos y paquetes de trabajo alimentan la planificación por fases; las restricciones identificadas se trasladan al proceso Make Ready; las actividades liberadas ingresan al Plan Semanal; y los resultados obtenidos son posteriormente analizados mediante indicadores y mecanismos de aprendizaje.

En consecuencia, el modelo constituye una propuesta de gestión técnicamente estructurada para facilitar la transición desde una planificación predominantemente convencional hacia un sistema de planificación colaborativa y progresiva. Debido al diseño no experimental de la investigación, las mejoras asociadas con su aplicación deben entenderse como resultados esperados o potenciales, cuya magnitud deberá ser verificada mediante futuras aplicaciones en campo. El procedimiento propuesto para efectuar dicha transición se desarrolla en el apartado 6.3 Proceso de migración hacia la solución propuesta.

6.3 Proceso de migración hacia la solución propuesta

El proceso de migración hacia la solución propuesta establece una ruta operativa para la incorporación progresiva del modelo de gestión basado en el Last Planner System dentro de la dinámica de ejecución de las obras de infraestructura educativa por administración directa. La propuesta no plantea sustituir de manera abrupta los procedimientos técnicos y administrativos utilizados por la entidad ejecutora, sino incorporar las cinco etapas del modelo de forma articulada con los procesos existentes, procurando mantener compatibilidad con la estructura organizacional, las responsabilidades del equipo técnico y las condiciones propias de la ejecución mediante administración directa.

La Figura 52 presenta el proceso de migración estructurado en tres niveles complementarios: Anexos, Migración y Formatos. El nivel de Migración representa la secuencia operativa principal; el nivel de Anexos identifica los instrumentos específicos que proporcionan información y evidencia para cada etapa; y el nivel de Formatos agrupa dichos instrumentos en cinco unidades operativas que permiten organizar y controlar progresivamente la aplicación del modelo.

La ruta propuesta integra los procesos convencionales de planificación de recursos, asignación de mano de obra y equipos, planificación de la ejecución, control del avance y culminación física de la obra con las cinco etapas del Last Planner System: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make

Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizajes (Aprendemos). De esta manera, el modelo no funciona como un sistema independiente de la gestión existente, sino como una estructura complementaria destinada a fortalecer la planificación, preparación del trabajo, confiabilidad de los compromisos y retroalimentación durante la ejecución.

El proceso comprende once actividades secuenciales y cinco puntos de decisión, asociados con la verificación de los cinco formatos principales. Cada punto de decisión permite comprobar si el formato correspondiente ha sido desarrollado antes de continuar hacia la siguiente etapa. Cuando la información requerida se encuentra incompleta, el flujo retorna al proceso de complementación del formato respectivo; una vez verificado su contenido, la ruta continúa hacia la siguiente etapa. Esta lógica constituye un mecanismo de control de completitud y trazabilidad documental, orientado a reducir el riesgo de aplicar parcialmente o de manera desarticulada las herramientas del modelo.

En la Etapa 1: Plan Maestro, la implementación se sustenta mediante el Formato 01, que integra el Cronograma Maestro, Línea Base del Proyecto, EDT del Proyecto e Identificación de Hitos. Estos instrumentos permiten establecer el marco general de planificación que sirve de referencia para las etapas posteriores. La conexión existente entre estos instrumentos puede observarse, por ejemplo, en la EDT, donde los paquetes de trabajo de nivel 3 constituyen unidades susceptibles de ser trasladadas posteriormente al Plan Semanal.

La Etapa 2: Plan de Fases se desarrolla mediante el Formato 02, integrado por el Plan de Trabajo Colaborativo y el Programa de Flujo. Ambos instrumentos permiten organizar la secuencia de las actividades, establecer responsables, identificar dependencias y reconocer restricciones que posteriormente deberán ser gestionadas en la etapa Make Ready.

En la Etapa 3: Plan Make Ready, el Formato 03 articula el Registro de Restricciones, los Compromisos para Eliminar Restricciones y el Diseño de Operaciones. La lógica de esta etapa consiste en identificar anticipadamente los impedimentos que pueden afectar la ejecución, asignar responsables para su

liberación y verificar las condiciones técnicas, logísticas y operativas necesarias antes de incorporar una actividad al Plan Semanal.

La Etapa 4: Plan Semanal se desarrolla mediante el Formato 04, integrado por el Plan Semanal de Trabajo y las Promesas Confiables. En esta etapa, las actividades previamente preparadas y con restricciones liberadas se transforman en compromisos de corto plazo, definiéndose responsables, metrados, fechas, condiciones de cumplimiento y mecanismos para registrar las Causas de No Cumplimiento cuando corresponda.

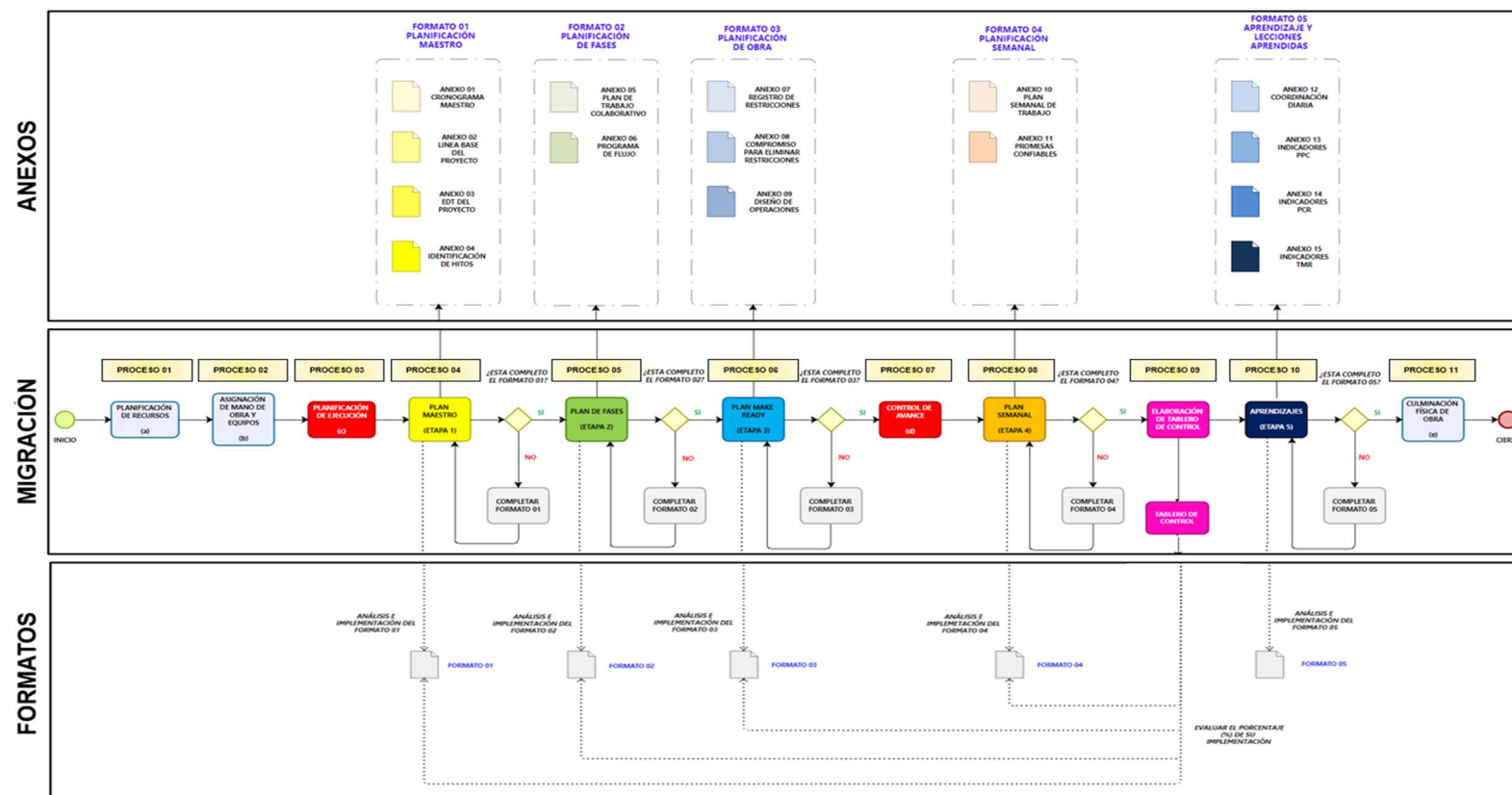
Finalmente, la Etapa 5: Aprendizajes se estructura mediante el Formato 05, conformado por la Coordinación Diaria y los indicadores PPC, PCR y TMR. Estos instrumentos permiten organizar la retroalimentación del modelo, analizar el cumplimiento de la planificación, revisar la liberación de restricciones e identificar oportunidades de mejora para los ciclos posteriores. De esta manera, el cierre de una secuencia de planificación genera información que puede retroalimentar nuevamente las decisiones del equipo técnico.

Adicionalmente, la ruta incorpora un tablero de control visual después de la planificación semanal, concebido como un mecanismo integrador para visualizar el estado de los compromisos, restricciones e indicadores generados durante la aplicación. Su incorporación permite concentrar información relevante para el seguimiento del modelo y facilitar la toma de decisiones del equipo técnico.

En conjunto, la migración propuesta establece una secuencia organizada para una eventual implementación del modelo, en la cual cada etapa genera información que alimenta la siguiente y cada formato funciona como un punto de control antes de continuar con el proceso. Esta estructura favorece la trazabilidad, la articulación entre instrumentos y la aplicación progresiva del Last Planner System, reduciendo el riesgo de utilizar sus herramientas de forma aislada. Debido a que la propuesta no fue implementada experimentalmente durante la presente investigación, la efectividad de esta ruta deberá ser evaluada posteriormente mediante una aplicación piloto en obra y el seguimiento de los indicadores definidos en el propio modelo.

Figura 52

Proceso de migración hacia la solución propuesta



Nota. Se puede apreciar en la Figura 52 el flujograma del proceso de migración hacia el modelo de gestión empleando Last Planner System, estructurado en tres niveles: Anexos, Migración y Formatos, con once procesos secuenciales, cinco puntos de decisión, un tablero de control visual y cinco formatos operativos de implementación que agrupan los quince anexos del modelo. Fuente: Elaboración propia mediante Bizagi Modeler.

6.4 Costo de implementación

El costo de implementación del modelo de gestión basado en el Last Planner System fue estimado considerando los recursos necesarios para desarrollar progresivamente las cinco etapas que conforman la propuesta. Para su estructuración se diferenciaron dos componentes principales: los honorarios correspondientes al acompañamiento profesional especializado requerido para conducir y coordinar la implementación del modelo, y los recursos operativos, tecnológicos, logísticos y materiales asociados con cada una de sus cinco etapas.

Debido a que la presente investigación corresponde a un diseño descriptivo-propositivo y el modelo no fue implementado experimentalmente en una obra específica, los montos presentados constituyen una estimación referencial para un escenario de implementación y no un presupuesto contractual aprobado ni una cotización comercial definitiva. En consecuencia, para una futura aplicación en obra, los precios deberán actualizarse de acuerdo con las condiciones del mercado, disponibilidad de recursos de la entidad, modalidad de adquisición y características específicas del proyecto.

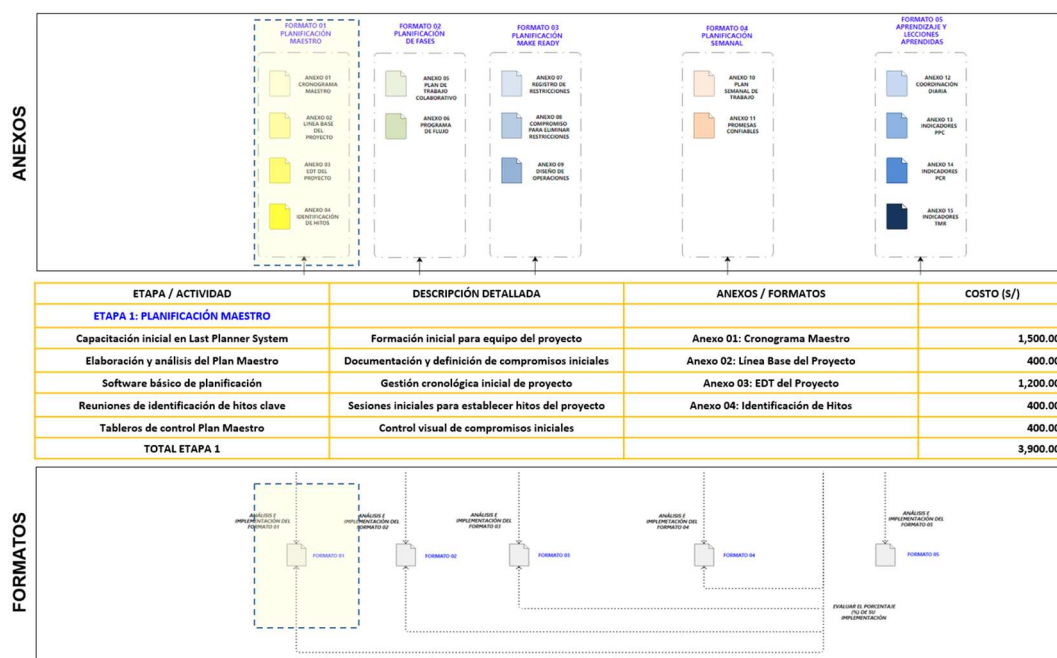
La estimación se desarrolló inicialmente para cada una de las cinco etapas del modelo, identificando los recursos vinculados con sus respectivos formatos y anexos operativos. Posteriormente, dichos costos fueron consolidados e integrados con el componente de personal especializado para determinar el costo total referencial de implementación. Los honorarios del especialista y del coordinador se contabilizaron independientemente de los costos operativos de cada etapa, con la finalidad de evitar duplicidades dentro de la estructura económica de la propuesta.

La Figura 53, etapa 1: plan maestro (Debemos) constituye el punto inicial del modelo y requiere recursos destinados a establecer las condiciones generales de planificación, capacitación inicial, estructuración de la línea base, organización de la EDT, identificación de hitos y utilización de herramientas de apoyo para el seguimiento.

La etapa presenta un costo referencial de S/ 3 900,00, distribuido entre los recursos asociados con la capacitación inicial en LPS (S/ 1 500,00), elaboración y análisis del Plan Maestro (S/ 400,00), herramienta de software de planificación (S/ 1 200,00), identificación de hitos (S/ 400,00) y tablero de control (S/ 400,00). Estos componentes guardan correspondencia con los Anexos 01 al 04: Cronograma Maestro, Línea Base del Proyecto, EDT del Proyecto e Identificación de Hitos.

Figura 53

Costo de implementación de la etapa 1: Planificación maestra



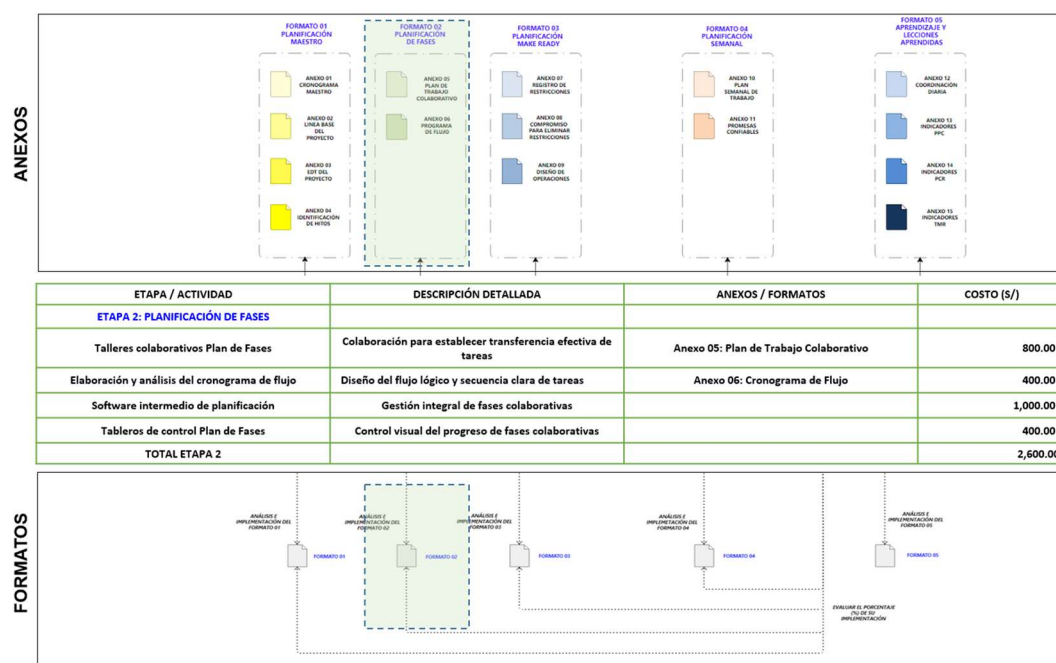
Nota. Se puede apreciar el detalle de actividades, descripción, anexos y costos correspondientes a la Etapa 1 - Plan Maestro del modelo de gestión empleando Last Planner System, con un costo total de S/. 3 900,00. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 54, la etapa 2: Plan de Fases (Podemos) presenta el menor costo referencial de las cinco etapas, debido a que su implementación se sustenta principalmente en mecanismos de planificación colaborativa, organización de tareas y programación del flujo de trabajo, requiriendo comparativamente menor inversión en recursos tecnológicos.

Su costo referencial asciende a S/ 2 600,00, distribuido entre talleres colaborativos del Plan de Fases (S/ 800,00), elaboración y análisis del Programa de Flujo (S/ 400,00), herramienta de software de planificación (S/ 1 000,00) y tableros de control (S/ 400,00). Estos componentes se encuentran vinculados con el Anexo 05: Plan de Trabajo Colaborativo y el Anexo 06: Programa de Flujo.

Figura 54

Costo de implementación de la etapa 2: Planificación de fases



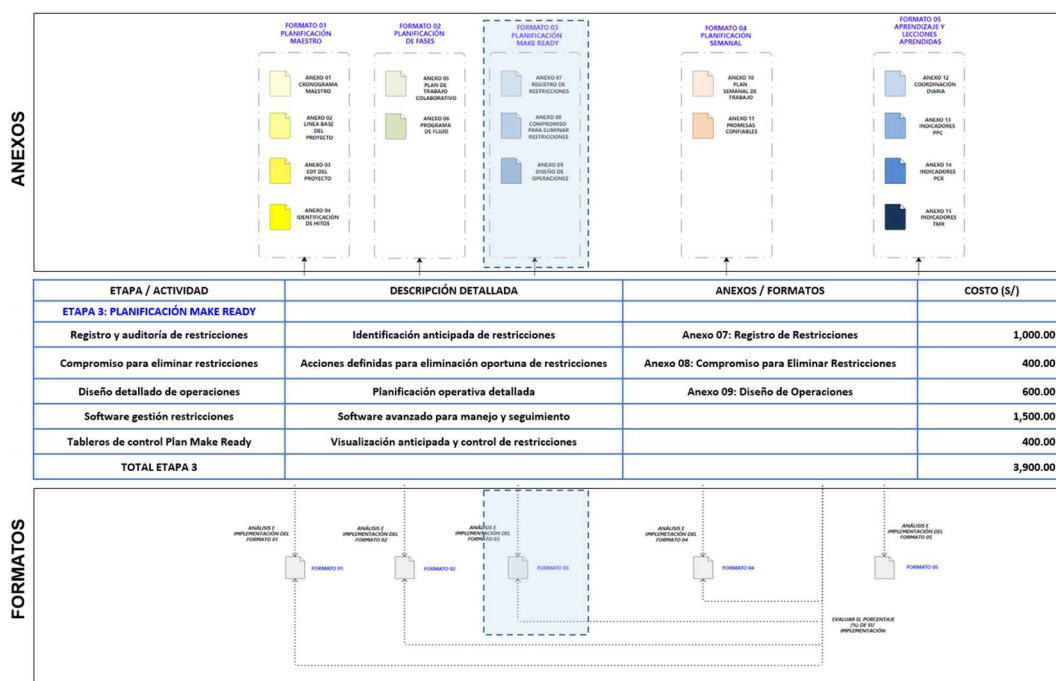
Nota. Se puede apreciar el detalle de actividades, descripción, anexos y costos correspondientes a la Etapa 2 - Plan de Fases del modelo de gestión empleando Last Planner System, con un costo total de S/. 2 600.00. Fuente: Elaboración propia

La Figura 55, la etapa 3: plan make ready (Haremos) presenta un costo referencial de S/ 3 900,00 y concentra recursos destinados principalmente a la identificación, seguimiento y liberación anticipada de restricciones, así como al diseño operativo de las actividades que posteriormente podrán incorporarse al Plan Semanal.

La estimación comprende los recursos asociados con el registro y seguimiento de restricciones (S/ 1 000,00), compromisos para su eliminación (S/ 400,00), diseño de operaciones (S/ 600,00), herramienta tecnológica para la gestión de restricciones (S/ 1 500,00) y tablero de control (S/ 400,00). Estos componentes se encuentran articulados con los Anexos 07, 08 y 09 del modelo.

Figura 55

Costo de implementación de la etapa 3: Planificación make ready



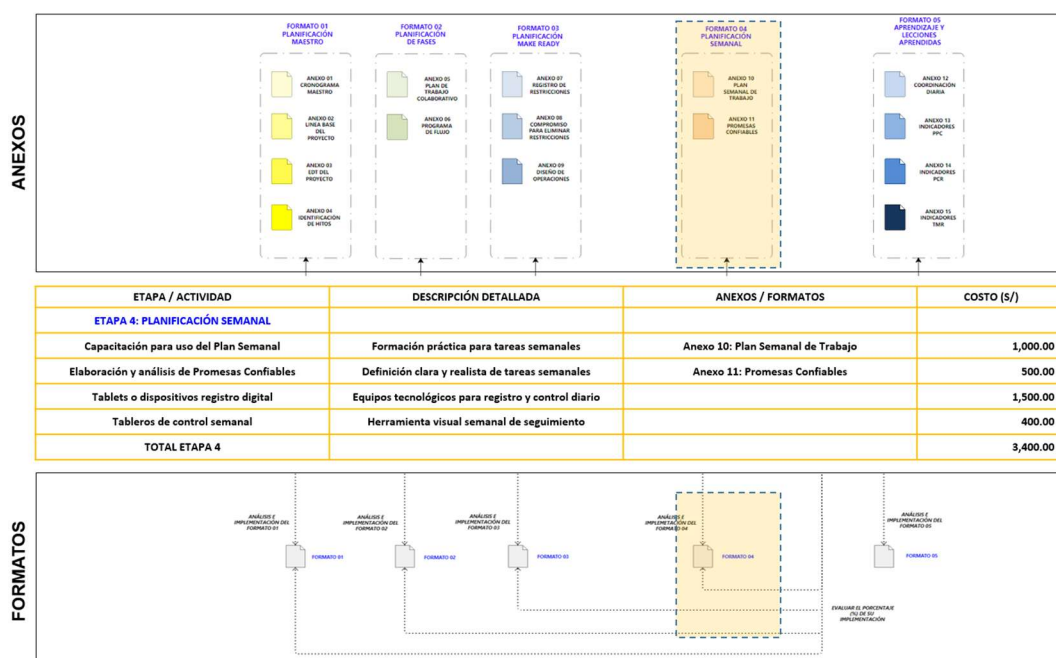
Nota. Se puede apreciar el detalle de actividades, descripción, anexos y costos correspondientes a la Etapa 3 - Plan Make Ready del modelo de gestión empleando Last Planner System, con un costo total de S/. 3 900.00. Fuente: Elaboración propia.

Figura 56, la etapa 4: plan semanal (hicimos) constituye el componente operativo de corto plazo del modelo, donde las actividades preparadas en Make Ready son transformadas en compromisos semanales verificables. Para ello se consideran recursos destinados a la planificación semanal, registro de compromisos, seguimiento del avance y control visual.

El costo referencial de esta etapa asciende a S/ 3 400,00, distribuido entre los recursos asociados con el Plan Semanal de Trabajo (S/ 1 000,00), Promesas Confiables (S/ 500,00), dispositivos de registro digital (S/ 1 500,00) y tablero de control semanal (S/ 400,00). Estos recursos guardan correspondencia con los Anexos 10 y 11.

Figura 56

Costo de implementación de la etapa 4: Planificación semanal



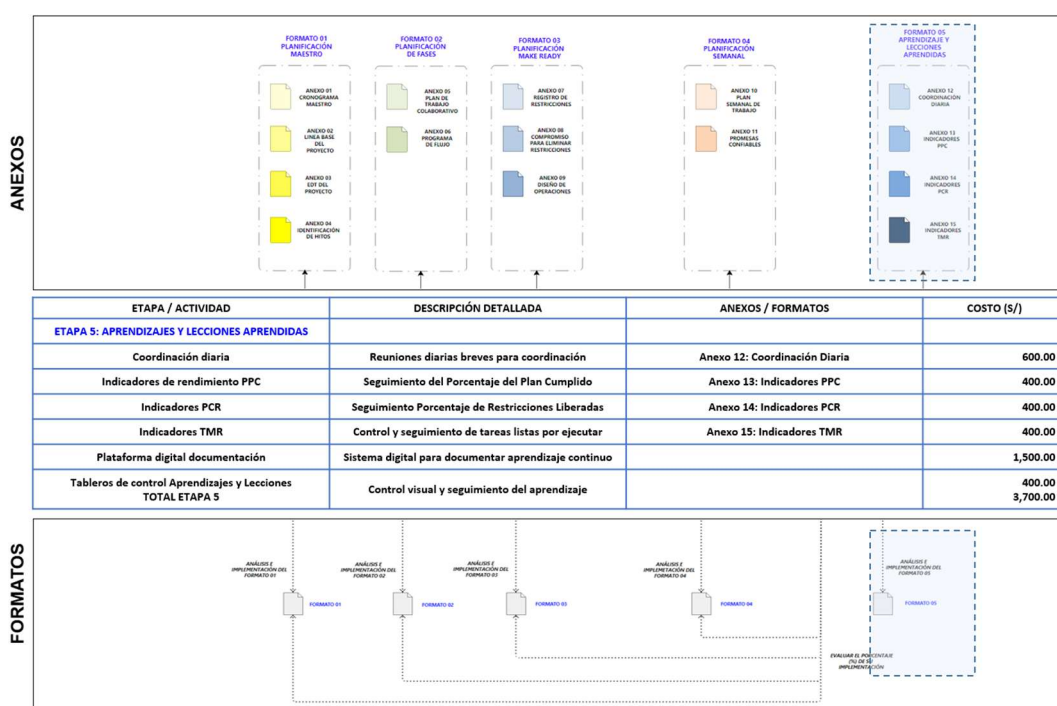
Nota. Se puede apreciar el detalle de actividades, descripción, anexos y costos correspondientes a la Etapa 4 - Plan Semanal del modelo de gestión empleando Last Planner System, con un costo total de S/. 3 400.00. Fuente: Elaboración propia.

Figura 57, la etapa 5: aprendizajes (aprendemos) cierra y retroalimenta el ciclo de planificación mediante mecanismos orientados al registro de resultados, análisis de causas de incumplimiento, gestión de restricciones y seguimiento de indicadores. Su finalidad es proporcionar información que facilite el aprendizaje continuo y la toma de decisiones en los ciclos posteriores del modelo.

Su costo referencial asciende a S/ 3 700,00, distribuido entre coordinación diaria (S/ 600,00), seguimiento mediante PPC (S/ 400,00), PCR (S/ 400,00), TMR (S/ 400,00), plataforma digital de documentación (S/ 1 500,00) y tablero de control de aprendizajes (S/ 400,00).

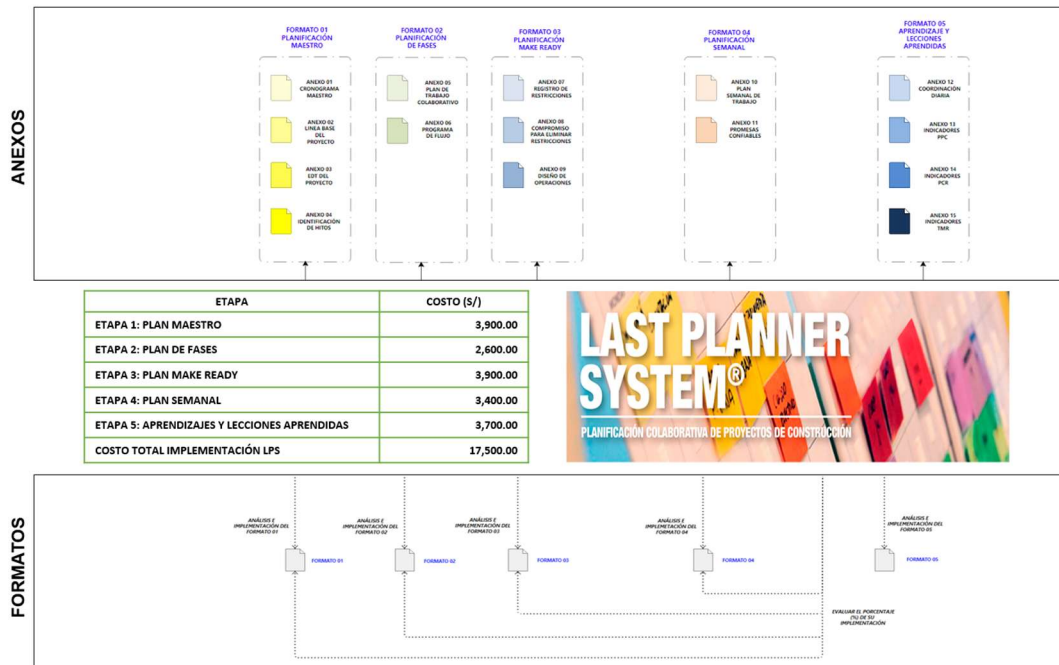
Figura 57

Costo de implementación de la etapa 5: Aprendizaje y lecciones aprendidas



Nota. Se puede apreciar el detalle de actividades, descripción, anexos y costos correspondientes a la Etapa 5 - Aprendizajes y Lecciones Aprendidas del modelo de gestión empleando Last Planner System, con un costo total de S/. 3 700,00. Fuente: Elaboración propia.

Una vez detallados los costos de implementación de cada una de las cinco etapas del modelo, la Figura 58 presenta el resumen consolidado del costo total de implementación, permitiendo visualizar de forma comparativa la distribución del presupuesto entre las cinco etapas y apreciar con claridad cuál de ellas concentra la mayor y la menor inversión requerida.

Figura 58*Costo de implementación*

Nota. Se puede apreciar el consolidado del costo de implementación de las cinco etapas del modelo de gestión empleando Last Planner System, con un subtotal de S/. 17 500,00 correspondiente a la implementación por etapas. Fuente: Elaboración propia.

Complementando la Figura 58, la Tabla 44 presenta el costo total de implementación de la propuesta incorporando el componente de personal especializado, lo que permite obtener el costo integral del modelo considerando tanto los recursos humanos externos requeridos como los costos operativos de cada etapa.

Tabla 44*Costo de implementación de la propuesta*

Ítem	Descripción	Und.	Cant.	C.U. (S/.)	Sub Total (S/.)
1. Personal especializado					
1.1	Especialista en Last Planner System (consultor externo - incluye capacitación, talleres, formatos y materiales)	sesión	5	1 000,00	5 000,00
1.2	Coordinador de implementación (ingeniero senior en gerencia de la construcción)	glb	1	2 500,00	2 500,00
Subtotal personal					7 500,00
2. Implementación por etapas					
2.1	Etapas 1 - Plan Maestro (Formato 01: Cronograma Maestro, Línea Base, EDT, Identificación de Hitos - Anexos 01–04)	glb	1	3 900,00	3 900,00
2.2	Etapas 2 - Plan de Fases (Formato 02: Plan de Trabajo Colaborativo, Programa de Flujo - Anexos 05–06)	glb	1	2 600,00	2 600,00
2.3	Etapas 3 - Plan Make Ready (Formato 03: Registro de Restricciones, Compromiso Eliminación, Diseño de Operaciones - Anexos 07–09)	glb	1	3 900,00	3 900,00
2.4	Etapas 4 - Plan Semanal (Formato 04: Plan Semanal de Trabajo, Promesas Confiables - Anexos 10–11)	glb	1	3 400,00	3 400,00
2.5	Etapas 5 - Aprendizajes y Lecciones Aprendidas (Formato 05: Coordinación Diaria, Indicadores PPC, PCR, TMR - Anexos 12–15)	glb	1	3 700,00	3 700,00
Subtotal etapas					17 500,00
Costo total implementación LPS					25 000,00

Nota. La estimación de costos fue elaborada considerando precios de mercado vigentes en la región Tacna al año 2026. El componente de personal especializado comprende la capacitación inicial, asistencia técnica, desarrollo de talleres, provisión de formatos y materiales necesarios para la implementación progresiva del modelo en sus cinco etapas. Fuente: Elaboración propia.

6.5 Beneficios que aporta la propuesta

Los beneficios asociados con el modelo de gestión basado en el Last Planner System fueron analizados desde una perspectiva prospectiva y referencial, debido a que la propuesta desarrollada en la presente investigación no fue implementada experimentalmente en una obra específica. En consecuencia, los resultados presentados en esta sección corresponden a beneficios proyectados bajo

determinados supuestos de simulación y no a reducciones de costos, plazos o incrementos de productividad efectivamente medidos en las obras del Gobierno Regional de Tacna.

Para estructurar el análisis se consideraron tres componentes principales de beneficio: B1, reducción proyectada de retrasos; B2, recuperación proyectada de actividades improductivas asociadas con la mano de obra; y B3, mejora de la confiabilidad de la planificación mediante el PPC y su potencial asociación con una reducción del plazo de ejecución. Los parámetros empleados se establecieron tomando como referencia los antecedentes incorporados en la investigación y adoptando supuestos de simulación para representar escenarios potenciales de una futura implementación.

De esta manera, el análisis desarrollado no pretende demostrar la efectividad económica real del modelo, sino estimar preliminarmente su potencial de beneficio y factibilidad económica frente al costo referencial de implementación de S/ 25 000,00 determinado en el apartado 6.4.

6.5.1 Beneficio 1: reducción proyectada de retrasos

La Figura 59 muestra el primer beneficio corresponde al ahorro potencial asociado con una reducción de los efectos económicos generados por los retrasos durante la ejecución. Según el antecedente de Cumpa et al. (2024) consignado en la investigación, la aplicación del Last Planner System en un proyecto de infraestructura educativa ejecutado mediante administración directa estuvo asociada con resultados favorables respecto de los retrasos y la planificación. Para efectos exclusivamente de la simulación económica se adoptó una reducción referencial del 20 % aplicada sobre los Gastos Generales Variables (GGV).

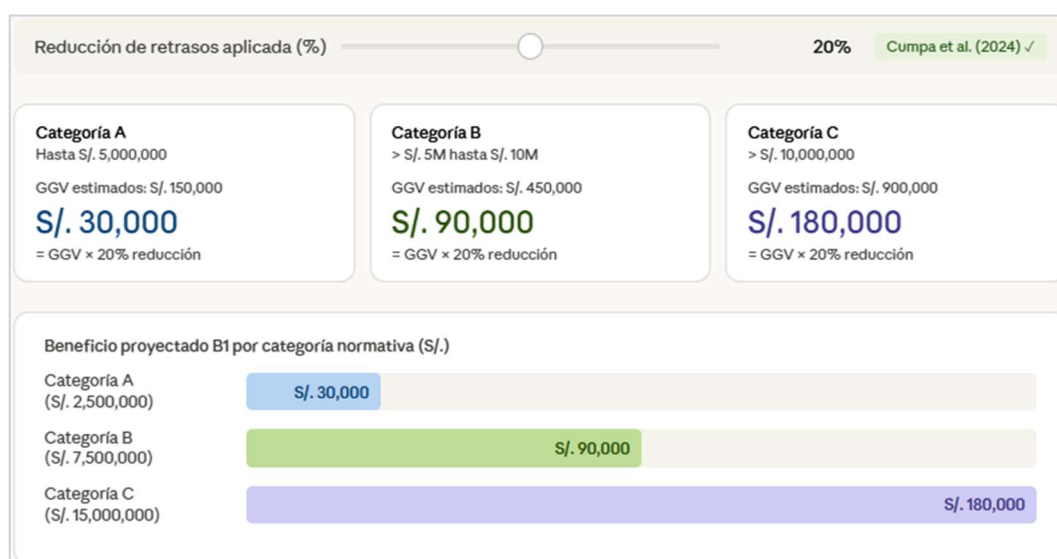
Para estimar el GGV se consideró, como supuesto de modelación, que los gastos generales representan aproximadamente el 10 % del presupuesto y que el 60 % de estos corresponde a componentes variables, obteniéndose un GGV equivalente al 6 % del presupuesto representativo de la obra. Estos porcentajes

deben entenderse como parámetros referenciales que deberán ser reemplazados por la estructura presupuestal real cuando el modelo sea aplicado a un proyecto específico.

Bajo estos supuestos, el beneficio proyectado B1 asciende a S/ 30 000,00 para la Categoría A, S/ 90 000,00 para la Categoría B y S/ 180 000,00 para la Categoría C. Con la finalidad de mostrar gráficamente la variación del beneficio conforme aumenta la magnitud presupuestal del proyecto, la Figura 61 presenta la proyección de la reducción de retrasos para las tres categorías consideradas en la simulación.

Figura 59

Beneficio 1 proyectado: reducción de retrasos según categoría normativa de obra



Nota. La figura presenta una simulación referencial del Beneficio 1 (B1), calculado mediante la aplicación de una reducción del 20 % sobre los Gastos Generales Variables estimados para cada presupuesto representativo. Los resultados corresponden a beneficios proyectados y no a ahorros medidos durante una implementación experimental del modelo. Fuente: Elaboración propia a partir de los supuestos establecidos en la investigación.

Los resultados representados permiten apreciar que el beneficio monetario potencial se incrementa conforme aumenta el presupuesto de la obra, debido a que los Gastos Generales Variables considerados en la simulación también adquieren

mayor magnitud. Sin embargo, estos valores no deben interpretarse como ahorros garantizados, sino como una aproximación económica para evaluar preliminarmente la conveniencia de una eventual implementación.

6.5.2 Beneficio 2: reducción proyectada de actividades no productivas

La Figura 60 muestra el segundo beneficio corresponde a la recuperación potencial de recursos económicos asociados con actividades no productivas de la mano de obra. Los antecedentes consignados en la investigación reportan una participación importante de tiempos no contributivos dentro de los procesos convencionales de construcción. A partir de dicha evidencia, para la presente simulación se adoptó una recuperación conservadora de 10 puntos porcentuales sobre el componente estimado de mano de obra.

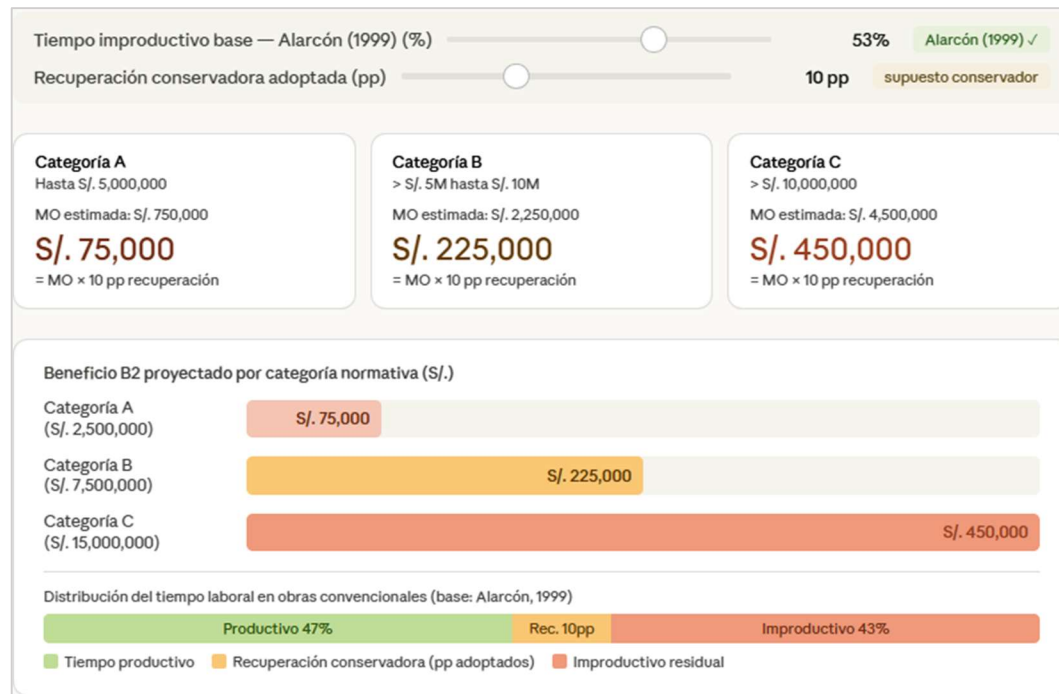
Para efectos de la modelación se consideró que la mano de obra representa referencialmente el 30 % del presupuesto total de la obra. Este porcentaje constituye un supuesto utilizado únicamente para estimar el escenario económico y deberá sustituirse por la incidencia real de mano de obra proveniente del presupuesto analítico del proyecto cuando el modelo sea aplicado en campo.

La incorporación de este beneficio guarda correspondencia con las dificultades identificadas en el diagnóstico respecto de la coordinación entre actores, los retrasos relacionados con materiales y equipos y la disponibilidad de recursos. Estas condiciones son abordadas funcionalmente por la Etapa 3: Plan Make Ready (Haremos) mediante el Registro de Restricciones, los Compromisos para Eliminar Restricciones y el Diseño de Operaciones.

Bajo los parámetros adoptados, el Beneficio 2 se estima en S/ 75 000,00 para la Categoría A, S/ 225 000,00 para la Categoría B y S/ 450 000,00 para la Categoría C. Para visualizar comparativamente estos resultados, la Figura 62 presenta la reducción proyectada de actividades no productivas según los tres presupuestos representativos considerados en la simulación.

Figura 60

Beneficio 2 proyectado: reducción de actividades no productivas según categoría normativa de obra



Nota. Los valores presentados corresponden a proyecciones estimadas a partir de Alarcón (1999) y Botero y Álvarez (2003). La recuperación adoptada de 10 pp representa el 19% del potencial total de mejora identificado (53% base). MO = Mano de Obra estimada al 30% del presupuesto. No constituyen resultados medidos en campo. Fuente: Elaboración propia.

La representación permite observar que la recuperación económica proyectada aumenta conforme se incrementa la magnitud de la inversión. No obstante, el porcentaje efectivo de actividades improductivas y la incidencia real de la mano de obra deberán determinarse directamente para cada proyecto antes de utilizar estos valores como referencia para una decisión de implementación.

6.5.3 Beneficio 3: incremento del PPC y potencial reducción del plazo

La Figura 61 muestra el tercer beneficio se relaciona con la mejora esperada de la confiabilidad de la planificación semanal, medida mediante el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), y con el potencial efecto que una mayor estabilidad del flujo de trabajo podría producir sobre el plazo de ejecución. Según el antecedente de Calua (2020) consignado en esta investigación, la aplicación del Last Planner System

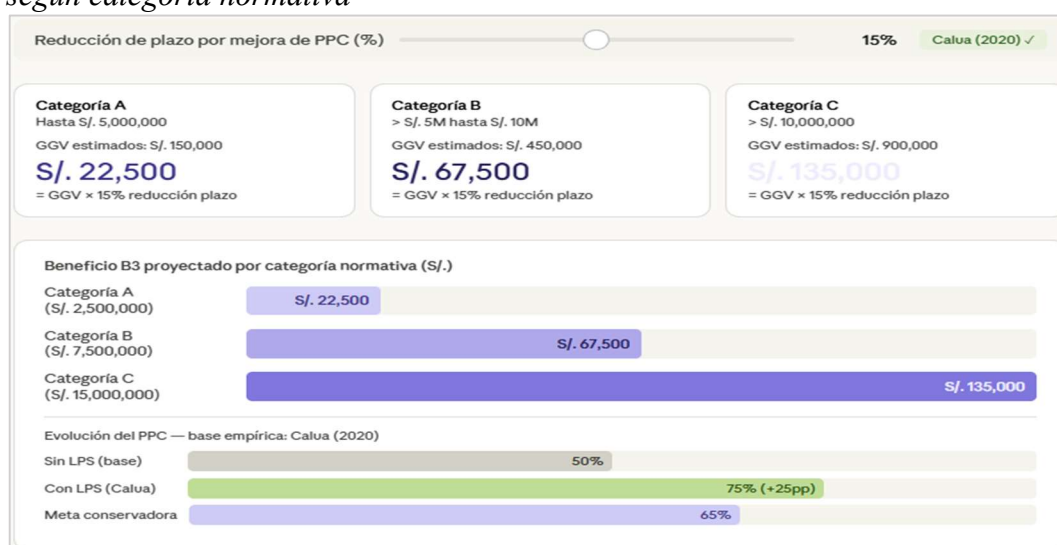
estuvo asociada con un incremento del cumplimiento de las actividades programadas, alcanzándose un PPC del 75 % frente a valores inferiores registrados mediante el esquema utilizado previamente.

Este antecedente proporciona sustento para considerar al PPC como uno de los indicadores centrales de seguimiento del modelo; sin embargo, no implica que un incremento del PPC produzca automáticamente una determinada reducción porcentual del plazo. Por ello, para trasladar este beneficio operativo a la simulación económica se adoptó independientemente un supuesto referencial de reducción del 15 % sobre los Gastos Generales Variables, utilizado exclusivamente para representar un escenario potencial asociado con una eventual disminución del plazo.

Con estos parámetros, el Beneficio 3 alcanza valores estimados de S/ 22 500,00 para la Categoría A, S/ 67 500,00 para la Categoría B y S/ 135 000,00 para la Categoría C. Para mostrar la relación entre el incremento esperado de la confiabilidad de la planificación y el beneficio económico proyectado, la Figura 61 presenta los valores correspondientes a las tres categorías analizadas.

Figura 61

Beneficio 3 proyectado: incremento del PPC y reducción del plazo de ejecución según categoría normativa



Nota. Proyecciones estimadas a partir de Calua (2020) y Torres et al. (2021). Reducción de plazo adoptada: 15% (conservador). GGV = presupuesto * GG (10%) * componente variable (60%). No constituyen resultados medidos en campo. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados permiten dimensionar económicamente uno de los beneficios potenciales derivados de una mayor confiabilidad de la planificación. Su magnitud real deberá evaluarse posteriormente mediante la comparación de plazo contractual, plazo ejecutado, PPC semanal y comportamiento de los gastos generales durante una aplicación piloto.

6.5.4 Ratio del costo de implementación del modelo

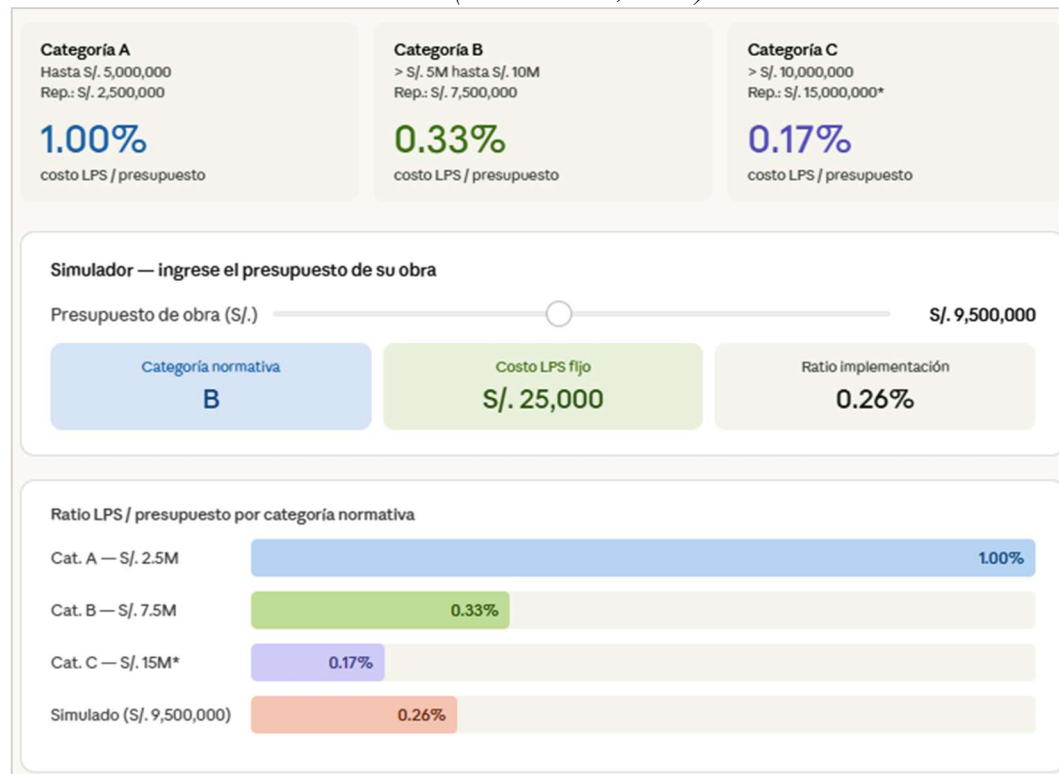
Además de estimar los beneficios potenciales, resulta necesario determinar la magnitud relativa del costo de implementación del modelo respecto del presupuesto de la obra. Para ello se consideró el costo referencial determinado en el apartado 6.4, equivalente a S/ 25 000,00, y se comparó con tres presupuestos representativos utilizados en el análisis.

Los presupuestos empleados fueron S/ 2 500 000,00 para la Categoría A, S/ 7 500 000,00 para la Categoría B y S/ 15 000 000,00 como valor referencial para la Categoría C. A partir de estos valores se obtuvieron ratios de implementación de 1,00 %, 0,33 % y 0,17 %, respectivamente.

Con la finalidad de visualizar cómo disminuye la incidencia relativa del costo fijo de implementación conforme aumenta la magnitud presupuestal del proyecto, la Figura 62 presenta gráficamente el ratio del costo del modelo para los tres escenarios considerados.

Figura 62

Ratio de implementación del modelo LPS según categoría normativa de obra - Directiva N°017-2023-CG/GMPL (Contraloría, 2023)



Nota. Ratio = S/. 25 000 / presupuesto de obra * 100. Categorías según Directiva N°017-2023-CG/GMPL, numeral 6.2 (Contraloría, 2023). Categoría C sin límite superior en la directiva; se adopta S/. 15'000 000 como valor representativo referencial. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el costo del modelo representa 1,00 % del presupuesto considerado para la Categoría A, 0,33 % para la Categoría B y 0,17 % para la Categoría C. Esto evidencia que, bajo los presupuestos representativos utilizados, la incidencia relativa del costo de implementación disminuye conforme aumenta el monto de inversión.

Para complementar la interpretación gráfica y presentar de manera consolidada los valores utilizados en el cálculo, la Tabla 45 resume el costo de implementación, el presupuesto representativo y el ratio obtenido para cada una de las categorías analizadas.

Tabla 45

Ratio de implementación del modelo LPS según categoría normativa - Directiva N°017-2023-CG/GMPL

Categoría	Rango normativo (S/.)	Valor representativo (S/.)	Costo LPS (S/.)	Ratio (%)
A	Hasta 5 000 000	2 500 000	25 000	1,00
B	Mayor a 5 000 000 hasta 10 000 000	7 500 000	25 000	0,33
C	Mayor a 10 000 000	15 000 000*	25 000	0,17

Nota. Los presupuestos empleados constituyen valores representativos utilizados para la simulación y no presupuestos de obras específicas analizadas experimentalmente. Fuente: Elaboración propia.

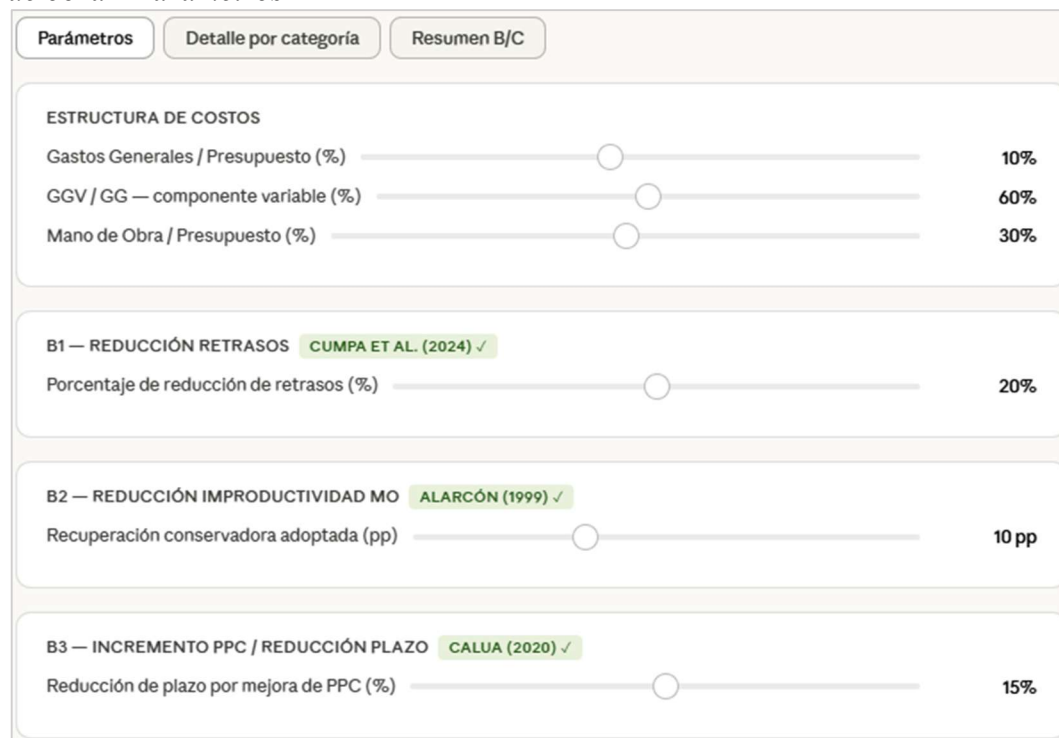
6.5.5 Análisis beneficio-costo proyectado

Una vez determinados los tres componentes de beneficio y el costo referencial de implementación, se desarrolló una simulación de la relación beneficio-costos (B/C) para estimar preliminarmente la conveniencia económica del modelo en los tres escenarios presupuestales considerados.

El análisis se estructuró utilizando como parámetros el presupuesto representativo de cada categoría, los Gastos Generales Variables estimados, la incidencia referencial de mano de obra, los beneficios B1, B2 y B3 y el costo fijo de implementación de S/ 25 000,00. Antes de presentar los resultados detallados, la Figura 63 muestra los parámetros y supuestos utilizados para construir la simulación beneficio-costos del modelo.

Figura 63

Simulación del análisis beneficio-costo del modelo LPS por categoría normativa de obra - Parámetros



Nota. La figura sintetiza los principales parámetros utilizados en la simulación económica: presupuesto representativo, Gastos Generales Variables, incidencia estimada de mano de obra, porcentajes de beneficio adoptados y costo referencial de implementación del modelo. Los parámetros corresponden a un escenario prospectivo y deberán actualizarse con datos reales en una futura aplicación. Fuente: Elaboración propia.

La simulación considera tres componentes monetizados. El B1 corresponde a una reducción referencial del 20 % de los GGV; el B2, a una recuperación de 10 puntos porcentuales sobre el componente estimado de mano de obra; y el B3, a una reducción referencial del 15 % de los GGV asociada con un escenario potencial de reducción del plazo.

Con la finalidad de mostrar de manera transparente la composición del beneficio total en cada escenario, la Figura 64 presenta el detalle por categoría, diferenciando los valores de B1, B2 y B3, así como el costo de implementación y el beneficio total estimado.

Figura 64
Simulación del análisis beneficio-costos del modelo LPS por categoría normativa de obra (Detalle por categoría)

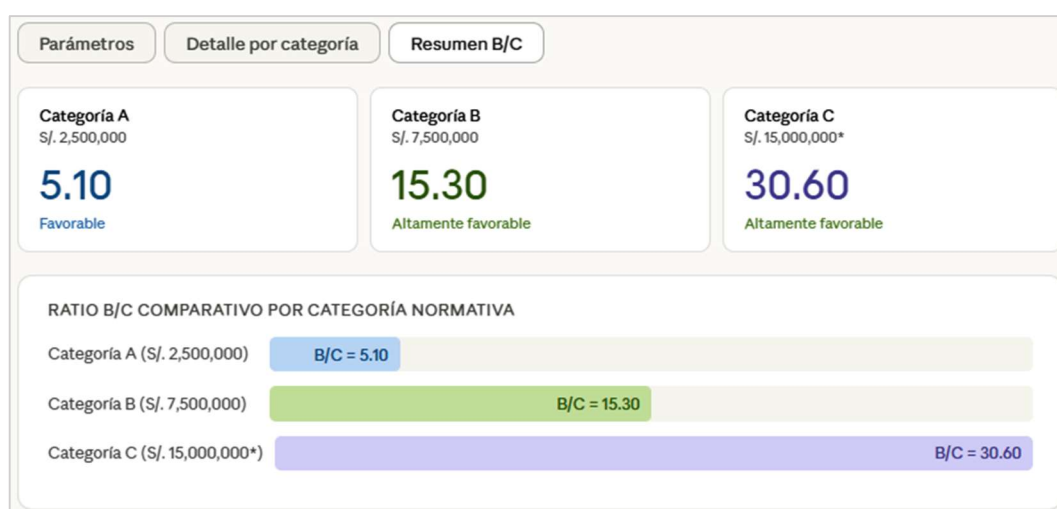


Nota. La figura 64 presenta la desagregación de los beneficios proyectados por reducción de retrasos (B1), recuperación de actividades improductivas de mano de obra (B2) y mejora de la confiabilidad de la planificación asociada con una potencial reducción del plazo (B3). Se considera un costo fijo referencial de implementación de S/ 25 000,00. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos fueron 5,10 para la Categoría A, 15,30 para la Categoría B y 30,60 para la Categoría C. Para facilitar la comparación entre los tres escenarios, la Figura 65 presenta gráficamente el resumen de los ratios B/C obtenidos.

Figura 65

Simulación del análisis beneficio-costos del modelo LPS por categoría normativa de obra – Resumen B/C



Nota. La Figura 65 presenta el resumen del ratio beneficio costo (B/C) del modelo LPS por categoría normativa, obteniéndose $B/C = 5,10$ para la categoría A, $B/C = 15,30$ para la categoría B y $B/C = 30,60$ para la categoría C, lo que evidencia una relación favorable entre los beneficios estimados y el costo fijo de implementación considerado. Proyecciones estimadas; no corresponden a mediciones directas en campo. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para presentar de manera integrada los parámetros, beneficios y resultados utilizados en el cálculo, la Tabla 46 consolida el análisis beneficio-costos proyectado para las tres categorías consideradas.

Tabla 46

Análisis de beneficio-costo proyectado del modelo LPS por categoría normativa - Directiva N°017-2023-CG/GMPL

Componente	Supuesto / Fuente	Cat. A S/.2,500,000	Cat. B S/.7,500,000	Cat. C S/.15,000,000
GGV estimados	GG 10% × 60% variable	S/. 150 000	S/. 450 000	S/. 900 000
MO estimada	30% presupuesto	S/. 750 000	S/.2 250 000	S/.4 500 000
B1 Reducción retrasos	GGV × 20% - Cumpa et al. (2024)	S/. 30 000	S/. 90 000	S/. 180 000
B2 Reducción improductividad	MO × 10 pp - Alarcón (1999)	S/. 75 000	S/. 225 000	S/. 450 000
B3 Incremento PPC/plazo	GGV × 15% - Calua (2020)	S/. 22 500	S/. 67 500	S/. 135 000
Beneficio total estimado		S/. 127 500	S/. 382 500	S/. 765 000
Costo de implementación LPS	Sección 6.4	S/. 25 000	S/. 25 000	S/. 25 000
Ratio B/C		5,10	15,30	30,60
Interpretación		Favorable	Muy favorable	Altamente favorable

Nota. Los valores corresponden a un escenario prospectivo de simulación y no a beneficios medidos mediante una implementación experimental. Los presupuestos, incidencias de gastos generales y mano de obra y porcentajes de beneficio constituyen parámetros referenciales adoptados para efectuar una evaluación preliminar. En la Categoría C, el valor correcto de B3 es S/ 135 000,00. La suma acumulativa de B1 y B3 supone que ambos representan efectos económicos diferenciados y no superpuestos; este supuesto deberá verificarse antes de trasladar el análisis a una aplicación real. Fuente: Elaboración propia a partir de los antecedentes y supuestos empleados en la investigación.

En síntesis, el análisis desarrollado permite estimar prospectivamente tres beneficios asociados con una eventual implementación del modelo: reducción de retrasos, recuperación de actividades improductivas e incremento de la confiabilidad de la planificación asociado con un potencial efecto sobre el plazo de ejecución. Los tres beneficios presentan correspondencia funcional con los mecanismos incorporados en las etapas Plan Maestro, Plan de Fases, Plan Make Ready, Plan Semanal y Aprendizajes.

Bajo el escenario ampliado considerado, los beneficios totales estimados ascienden a S/ 127 500,00; S/ 382 500,00 y S/ 765 000,00 para las categorías A, B y C, respectivamente. Frente a un costo referencial de implementación de S/ 25 000,00, se obtienen ratios B/C de 5,10; 15,30 y 30,60, respectivamente.

Estos valores muestran que, bajo los parámetros y supuestos adoptados, los beneficios monetizados proyectados resultan superiores al costo referencial de implementación. Sin embargo, debido a que la propuesta no fue implementada experimentalmente, los resultados deben interpretarse como una viabilidad económica proyectada y preliminar, y no como una rentabilidad efectivamente comprobada en obras del Gobierno Regional de Tacna.

Asimismo, debe considerarse que B1 y B3 monetizan efectos relacionados con el componente temporal de la ejecución y los Gastos Generales Variables. Por tanto, su incorporación acumulativa en el escenario ampliado presupone que ambos beneficios representan efectos diferenciados y no superpuestos. En una futura implementación, el análisis deberá recalcularse utilizando los datos reales de presupuesto, incidencia de mano de obra, gastos generales, plazo contractual, plazo ejecutado, PPC, PCR, TMR y restricciones de la obra seleccionada.

En consecuencia, el análisis desarrollado proporciona un sustento preliminar de factibilidad económica que complementa la pertinencia técnica del modelo propuesto, mientras que la determinación de su beneficio económico efectivo requerirá una futura aplicación piloto y la comparación objetiva de indicadores antes, durante y después de su implementación.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló un modelo de gestión basado en el Last Planner System, adaptado a las características de la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna, estructurado en cinco etapas secuenciales e interrelacionadas: Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizajes (Aprendemos). La propuesta fue operacionalizada mediante cinco formatos principales y quince anexos, articulados a través de un proceso de migración que integra planificación, gestión anticipada de restricciones, compromisos confiables, seguimiento y aprendizaje continuo. Asimismo, se estimó un costo referencial de implementación de S/ 25 000,00 y, bajo los supuestos del escenario prospectivo desarrollado, se obtuvieron relaciones beneficio-costo proyectadas de 5,10; 15,30 y 30,60 para los escenarios A, B y C, respectivamente. En consecuencia, el modelo presenta una estructura técnica y metodológica pertinente y una viabilidad económica proyectada favorable bajo los parámetros de simulación adoptados, constituyéndose en una propuesta con potencial para contribuir al fortalecimiento de la planificación y productividad de este tipo de obras.
- Mediante la revisión documental se identificaron obras de infraestructura educativa que durante el año 2024 se encontraron en ejecución o fueron recibidas bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna, permitiendo reconocer el contexto específico en el que se desarrolla este tipo de proyectos. La revisión evidenció la presencia de condiciones técnicas, administrativas y logísticas propias de la ejecución por administración directa, relacionadas con la planificación, disponibilidad de recursos, coordinación y seguimiento de las actividades, las cuales fueron

consideradas como elementos de referencia para la estructuración y adaptación del modelo de gestión basado en el Last Planner System.

- Se elaboró un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas de planificación colaborativa, gestión anticipada de restricciones, generación de compromisos confiables, seguimiento mediante indicadores y aprendizaje continuo. El flujograma fue estructurado en tres niveles interrelacionados: Anexos, Migración y Formatos, articulando once procesos secuenciales, cinco puntos de decisión, cinco formatos principales y quince anexos operativos. Los puntos de decisión permiten verificar la completitud de cada etapa antes de continuar con la siguiente, estableciendo una ruta organizada para una eventual incorporación progresiva del modelo en obra. En consecuencia, el flujograma presenta una estructura técnica y metodológicamente coherente con los principios del LPS y con las condiciones identificadas en el diagnóstico, constituyendo una herramienta operativa orientada a contribuir al fortalecimiento de la planificación, coordinación, gestión de restricciones y seguimiento durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa.
- Se determinó la validez de contenido del modelo de gestión basado en el Last Planner System mediante el juicio de cinco expertos, obteniéndose un coeficiente V de Aiken global de 0,86, superior al criterio operativo de aceptación establecido de $V \geq 0,70$. Por etapas, se obtuvieron valores de 0,90 para Plan Maestro; 0,80 para Plan de Fases; 0,90 para Plan Make Ready; 0,90 para Plan Semanal; y 0,80 para Aprendizajes, por lo que las cinco etapas cumplieron con el criterio de validez de contenido adoptado en la investigación. En consecuencia, las valoraciones emitidas por los jueces expertos proporcionan evidencia favorable respecto de la pertinencia del contenido y de la estructura técnica del modelo propuesto para su eventual aplicación en infraestructuras educativas ejecutadas por administración

directa del Gobierno Regional de Tacna. Complementariamente, el Cuestionario 2 obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha = 0,896$, correspondiente a una consistencia interna buena de las respuestas analizadas; este resultado se interpreta como evidencia de consistencia interna del instrumento diagnóstico y no como parte de la validez de contenido del modelo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Tacna desarrollar inicialmente una aplicación piloto del modelo de gestión basado en el Last Planner System en una obra de infraestructura educativa ejecutada por administración directa, implementando de manera articulada las cinco etapas, cinco formatos principales y quince anexos operativos desarrollados en la presente investigación. Durante la aplicación piloto deberá efectuarse el seguimiento sistemático de indicadores como PPC, PCR y TMR, complementándolos con el avance físico, cumplimiento de plazos, utilización de recursos y comportamiento de los costos, de manera que sea posible comparar las condiciones existentes antes, durante y después de la incorporación del modelo. Asimismo, el costo referencial de S/ 25 000,00 deberá ser actualizado con los precios y requerimientos reales de la obra seleccionada. A partir de los resultados obtenidos en campo podrá evaluarse técnicamente la conveniencia de realizar un escalamiento progresivo del modelo hacia otras obras, evitando establecer su implementación generalizada antes de disponer de evidencia empírica sobre su desempeño.
- Se recomienda a las unidades competentes del Gobierno Regional de Tacna mantener un registro documental sistemático, actualizado y verificable de las obras de infraestructura educativa ejecutadas mediante administración directa, integrando información sobre denominación del proyecto, CUI, modalidad de ejecución, presupuesto, plazo, avance físico y financiero, modificaciones, ampliaciones y estado de ejecución. Este registro facilitará la identificación y seguimiento de las obras desarrolladas bajo esta

modalidad y proporcionará información confiable para futuras evaluaciones y aplicaciones del modelo de gestión propuesto.

- Se recomienda que, durante la aplicación piloto del modelo, el flujograma de migración desarrollado en la investigación sea utilizado como ruta operativa para la incorporación progresiva del Last Planner System, respetando la secuencia establecida entre Plan Maestro (Debemos), Plan de Fases (Podemos), Plan Make Ready (Haremos), Plan Semanal (Hicimos) y Aprendizajes (Aprendemos). Para ello, el residente de obra, inspector o supervisor, especialista LPS y demás integrantes del equipo técnico deberán recibir una inducción previa sobre la finalidad y utilización de los cinco formatos y quince anexos, estableciendo responsables para su elaboración, revisión, aprobación y actualización. Asimismo, se recomienda conservar los puntos de decisión incorporados en el flujograma como mecanismos de control de completitud, de modo que cada etapa genere información trazable para la siguiente y que las dificultades detectadas durante la aplicación sean registradas como lecciones aprendidas para perfeccionar progresivamente el modelo.
- Se recomienda que, después de una primera aplicación piloto, el modelo de gestión sea sometido a una segunda etapa de evaluación y validación en campo, complementando la validez de contenido obtenida mediante el juicio de expertos (V de Aiken global = 0,86) con evidencia derivada de su funcionamiento en una obra real. Para ello, deberán analizarse los resultados de las cinco etapas mediante indicadores objetivos como PPC, PCR, TMR, cumplimiento de hitos, desviación de plazos, avance físico, rendimiento de recursos y comportamiento de costos, comparando los valores registrados antes y después de la implementación. Asimismo, cualquier modificación realizada a los procesos, formatos o anexos como consecuencia de la experiencia piloto deberá ser documentada y, cuando corresponda, sometida

nuevamente a valoración de especialistas, con la finalidad de fortalecer progresivamente la pertinencia, aplicabilidad y consistencia técnica del modelo antes de recomendar su extensión institucional.

REFERENCIAS

- Adebowale, O., & Agumba, J. (2023). A meta-analysis of factors affecting labour productivity of construction SMEs in developing countries. *Journal of Engineering. Design and Technology*, 5(21), 1441-1460. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JEDT-05-2021-0277>
- Agrawal, A., Zou, Y., & Gonzáles, V. (2024). Moving toward lean construction through automation of planning and control in last planner system: A systematic literature review. *Journal of Building Engineering*, 101-118.
- Aiken, L. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 1(45), 131-142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Alarcón, L., & Campero, M. (1999). *Administración de proyectos civiles*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Azis, A., Memon, A., Rahman, I., & Karim, A. (2013). Controlling cost overrun factors in construction projects in Malaysia. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 8(5), 2621–2629. <https://doi.org/https://doi.org/10.19026/rjaset.5.4390>
- Ballard. (2000). *The last planner system of production control*. Tesis doctoral - UBIRA ETheses. <https://doi.org/https://etheses.bham.ac.uk/4789/>
- Ballard, G., & Howell, G. (2021). The Importance of Identifying and Managing Constraints in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Ballard, G., & Howell, G. (2021). The Last Planner System of Production Control. *Lean Construction Journal*.

- Ballard, G., & Tommelein, I. (2021). 2020 Current Process Benchmark for the Last Planner® System of project planning and control. *Lean Construction Journal*, 53-155. <https://doi.org/https://escholarship.org/uc/item/5t90q8q9>
- Botero, L. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Universidad EAFIT*, 128(38), 9-22. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/215/21512802.pdf>
- Botero, L., & Álvarez, M. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 130(39), 65-78. <https://doi.org/https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/911>
- Calua, C. (2020). *Propuesta del Sistema Last Planner en la Construcción del Mejoramiento del Servicio Educativo en la I.E. Primaria N° 82675 Tacamache Distrito de Chugur – Hualgayoc*. Hualgayoc: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Chavez, E., & Rodríguez, L. (2018). Análisis de confiabilidad y validez de un cuestionario sobre entornos personales de aprendizaje (PLE). *Revista Ensayos Pedagógicos*, 1(13), 71-106. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/rep.13-1.4>
- Choy, J., Choy, W., & Torres, W. (2024). Implementación del Sistema Last Planner y su relación con los factores tiempo/beneficio en la construcción del Centro de Salud Saposo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 1-14.
- ComexPerú. (2024). *El 55.9% de los colegios en Perú están en riesgo de colapsar*. Sociedad de Comercio Exterior del Perú. <https://doi.org/https://www.comexperu.org.pe/articulo/el-559-de-los-colegios-en-peru-estan-en-riesgo-de-colapsar>
- Consejo Privado de Competitividad. (2025). *Seguimiento de inversiones públicas: indicadores de incumplimiento, variación de costo y retrasos al segundo trimestre de 2025*. Diario Gestión. <https://doi.org/https://www.compitem.pe>

- Contraloría General de la República. (2024). Informe ejecutivo de gestión 2023. *Contraloría general de la república del Perú*, 320.
- Cumpa, J., Huaman, K., & Vargas, E. (2024). *Implementación de Last Planner System dentro de la ejecución del proyecto de infraestructura educativa N.º 50718 - Ausaray - Ccatca - Quispicanchi - Cusco*. Repositorio Académico UPC. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10757/673466>
- Decreto Legislativo N° 1252. (2016). *Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones*. Diario Oficial El Peruano. <https://doi.org/https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/instrument/files/DL1252%20de%20Peru.pdf>
- Fontana, J. (2021). *Sistema del Último Planificador: estado del conocimiento y propuesta de flujo de trabajo*. Valencia: Universidad Politécnica de València.
- Ghio, V. A. (2001). *Productividad en obras de construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta*. PUCP. ISBN: 9972-42-417-0. <https://doi.org/https://repositorio.pucp.edu.pe/items/29c1b47c-3316-494b-a9bb-90829de4569e>
- Hamzeh, F., Ballard, G., & Tommelein, I. (2021). Constraint Management in Lean Construction. *Journal of Lean Construction*, 10-20.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación (7ma ed.)*. México: McGraw-Hill Education.
- Herrera, R., & Reyes, C. (2017). Los pros y contras al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación: un caso de estudio. *Ingenium*, 45(18), 91-104. <https://doi.org/https://doi.org/10.21500/01247492.3217>
- Howell, G. A. (1999). *What is lean construction? Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7)*. Berkeley, CA, EE.UU. <https://doi.org/https://www.iglc.net/Papers/Details/74>

- Hoyos, M., & Botero, L. (2021). Implementación del sistema del último planificador en el sector constructor colombiano: Caso de estudio. *Revista chilena de ingeniería Vol.29 N°4*, 601-621.
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015*. Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos. ISO. <https://doi.org/https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Kassab, O. (2020). *Implementation of the Last Planner® System in an Infrastructure Project*. Noruega: Norwegian University of Science and Technology.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction (Technical Report No. 72)*. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University. <https://doi.org/https://stacks.stanford.edu/file/druid:kh328xt3298/TR072.pdf>
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Tesis doctoral, Helsinki University of Technology. VTT Technical Research Centre of Finland. <https://doi.org/https://publications.vtt.fi/pdf/publications/2000/P408.pdf>
- MINEDU. (2017). *Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025 (PNIE)*. Resolución Ministerial N° 153-2017-MINEDU. <https://doi.org/https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/5952>
- MINEDU. (2022). *Norma Técnica "Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa"*. Resolución Viceministerial N° 010-2022-MINEDU. <https://doi.org/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1965917/Norma%20T%C3%A9cnica%20%E2%80%9CCriterios%20Generales%20de%20Dise%C3%B1o%20para%20Infraestructura%20Educativa%E2%80%9D.pdf>

- MINEDU. (2023). Diagnóstico de Brechas de Infraestructura o de Acceso a Servicios del Sector Educación para el PMI 2024-2026. *Plataforma del Estado Peruano*, 13.
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2018). *Instructivo del Formato N° 03: Seguimiento a la ejecución de inversiones*. Dirección General de Inversión Pública.
https://doi.org/https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Instructivo_BI/Instructivo_Formato_3_ejecucion.pdf
- Ministerio de Educación. (2018). *Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025 (PNIE)*. <https://doi.org/https://www.minedu.gob.pe>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press. ISBN: 0-915299-14-3.
<https://doi.org/https://www.worldcat.org/isbn/0915299143>
- Orihuela, P., & Ulloa, K. (2011). *La Planificación de las Obras y el Sistema Last Planner System*. Arequipa: Motiva S.A.
- PMI. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – Seventh Edition. *PMI*.
- Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa: Metodología del Last Planner® System*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
<https://doi.org/https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- Ramírez, G., Magaña, D., & Ojeda, R. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 20(7), 189-208.
<https://doi.org/https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Schimanski, C., Marcher, C., Monizza, G., & Matt, D. (2020). The Last Planner® System and Building Information Modeling in Construction Execution:

From an Integrative Review to a Conceptual Model for Integration. *Applied Sciences*, 821-844.

Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción (2a ed.)*. Alfaomega.

<https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=394428>

Torres, R., Cabrera, K., Gamarra, J., & Sarango, J. (2021). *Análisis de la variabilidad en la programación semanal usada en Last Planner® System, incorporando nuevos indicadores complementarios al PPC*. Huánuco: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

APÉNDICES

Anexo 1

Matriz de consistencia del informe final de tesis

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables/dimensiones e indicadores	Metodología
1. Interrogante principal ¿De qué manera el desarrollo de un modelo de gestión empleando Last Planner System permitirá mejorar la productividad durante la ejecución de Infraestructuras Educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024?	1. Objetivo general Desarrollar un modelo de gestión empleando Last Planner System para mejorar la productividad durante la ejecución de Infraestructuras Educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.	1. Hipótesis general El desarrollo de un modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto presenta condiciones técnicas y metodológicas para mejorar la productividad durante la ejecución de Infraestructuras Educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.	Variable (X) Last Planner System Dimensiones - Planificación de hitos (debemos) - Planificación por fases (Podemos) - Planificación lookahead (Haremos) - Planificación semanal (Hicimos) - Aprendizaje y mejora continua (Aprendemos) Indicadores - Cumplimiento de hitos - Secuencia de fases - Restricciones liberadas - Plan cumplido - Lecciones aprendidas Variable (Y) Productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas Dimensiones - Avance físico - Eficiencia de recursos - Cumplimiento de plazos - Control de costos - Calidad de ejecución Indicadores - Avance real - Rendimiento - Desviación temporal - Validación presupuestal - Conformidades de calidad	- Tipo de Investigación Aplicada - Diseño de la Investigación No experimental - Transversal - Descriptivo Propositivo - Ámbito de Estudio Región de Tacna - Población Ingenieros civiles colegiados – Departamento de Tacna - Muestra No probabilística e intencionada - Técnicas de Recolección de datos Encuesta, entrevista, análisis documental. - Instrumentos Cuestionario, bibliografía, fuentes gubernamentales, instrumentos del last planner system.
2. Interrogantes específicas a) ¿Qué obras de infraestructura educativa se encontraron en ejecución o fueron recibidas bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024? b) ¿De qué manera la elaboración de un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas y lecciones aprendidas, permite mejorar la productividad de obras de Infraestructuras Educativas ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024? c) ¿Cuál es el nivel de validez del modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto, mediante juicio de expertos, para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024?	2. Objetivos específicos a) Identificar las obras de infraestructura educativa que se encontraron en ejecución o fueron recibidas bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. b) Elaborar un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas y lecciones aprendidas, para mejorar la productividad de obras de Infraestructura Educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. c) Determinar el nivel de validez del modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto, mediante juicio de expertos, para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.	2. Hipótesis específicas a) La identificación de las obras de Infraestructura Educativa permite conocer las que se ejecutaron o recibieron bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. b) La elaboración de un flujograma de procesos alineado con el Last Planner System, incorporando buenas prácticas y lecciones aprendidas, mejora la productividad de obras de Infraestructura Educativa ejecutadas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. c) El modelo de gestión empleando Last Planner System propuesto presenta un nivel de validez alto según la evaluación mediante juicio de expertos, para su aplicación en la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024.		
Relevancia de la investigación Al logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS): Industria, innovación e infraestructura.				

Anexo 2

Cuestionario 1 – Instrumento de validación de la propuesta

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERTO

Apellido y nombres	:	_____
Profesión	:	_____
Años de experiencia profesional	:	_____
Experiencia profesional, como	:	_____
Experiencia en obras educativas	:	Sí – No
Cargo actual	:	_____
Teléfono	:	_____
Correo electrónico	:	_____

II. VALIDACIÓN DEL EXPERTO

A continuación, se le presenta el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. Por favor, otorgue el grado de validez que considera corresponde a cada proceso del modelo, marcando con una (X) en la columna que refleje su valoración.

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 1: Plan maestro (Debemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Maestro propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?			
Proceso 2: Plan de fases (Podemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan de Fases propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?			

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 3: Plan make ready (Haremos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Make Ready propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?			
Proceso 4: Plan semanal (Hicimos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Semanal propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?			
Proceso 5: Aprendizajes (Aprendemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Aprendizaje propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?			

III. RESULTADOS

Valoración realizada:

MODELO VÁLIDO :

MODELO NO VÁLIDO :

IV. OBSERVACIONES

Fecha:

Firma del Profesional

CIP N°: _____

Anexo 3

Cuestionario 2 - Instrumento

CUESTIONARIO PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS

El presente cuestionario se elaboró para obtener información vinculada a la situación actual de la Productividad en Obras de Infraestructura Educativa bajo la modalidad de administración directa en la Región de Tacna. El título de la tesis es "Modelo de gestión empleando Last Planner System para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024"; la cual se desarrollará bajo el marco de investigación de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, para obtener el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción.

Agradecemos su colaboración y le solicitamos responder las siguientes preguntas basada en su experiencia profesional y conocimiento sobre la productividad en proyectos.

INSTRUCCIONES:

Por favor, marque la opción que mejor refleje su opinión o experiencia, utilizando la siguiente escala:

BAJO

MEDIO

ALTO

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO:

Profesión :

Nombres :

Apellidos :

CIP :

Correo electrónico :

Años de experiencia :

Grado de conocimiento sobre planificación y gestión de proyectos de Infraestructura Educativa por administración directa.

BAJO

MEDIO

ALTO

I. DATOS GENERALES

1. ¿En qué medida considera que su profesión le ha permitido plantear soluciones objetivas y técnicas para los problemas en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

2. ¿En qué medida considera que su tiempo de experiencia profesional le ha permitido adoptar decisiones clave para solucionar problemas en la etapa de ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

II. PROBLEMÁTICA

3. ¿En qué medida considera que en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa existen problemas de productividad relacionados con la organización y planificación de actividades diarias?

BAJO

MEDIO

ALTO

4. ¿En qué medida considera que los retrasos en la asignación de tareas afectan la continuidad del trabajo y la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

5. ¿En qué medida considera que existen problemas de productividad debido a la falta de coordinación entre los diferentes actores involucrados en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

6. ¿En qué medida considera que los retrasos en la entrega de materiales o equipos afectan la productividad en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

7. ¿En qué medida considera que la falta de disponibilidad de recursos (mano de obra calificada, equipos, materiales) genera problemas de productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

II. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

8. ¿En qué medida considera que una mejor planificación desde el inicio del proyecto ayudaría a reducir retrasos y mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

9. ¿En qué medida considera que organizar las actividades en etapas claras y con responsables definidos mejoraría la ejecución en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

10. ¿En qué medida considera que la revisión constante de los problemas que puedan afectar el avance del proyecto ayudaría a reducir demoras en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

11. ¿En qué medida considera que hacer un seguimiento semanal de las tareas programadas ayudaría a mejorar la eficiencia en la ejecución de obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

12. ¿En qué medida considera que la identificación temprana de materiales, mano de obra y permisos antes de iniciar cada actividad reduciría interrupciones en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

13. ¿En qué medida considera que las reuniones cortas y frecuentes entre los responsables del proyecto mejorarían la coordinación y reducirían problemas en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

14. ¿En qué medida considera que el registro y análisis de los errores cometidos en la obra ayudaría a evitar que se repitan en futuras obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

15. ¿En qué medida considera que el uso de gráficos y herramientas visuales ayudaría a mejorar la planificación y el control en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

16. ¿En qué medida considera que hacer una revisión de lo planificado versus lo ejecutado cada semana ayudaría a mejorar la productividad en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

17. ¿En qué medida considera que una organización y planificación de los tiempos de trabajo reduciría la cantidad de actividades pendientes y retrasos en obras de infraestructura educativa por administración directa?

BAJO

MEDIO

ALTO

Link del formulario Google forms : <https://forms.gle/BTZyYkrYbZPq3fFf9>

Anexo 4

Carta para evaluación por juicio de expertos

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 30 de junio del 2025

Señor:
Ing:
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: **"MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"**, para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

En la presente, se adjunta el formato de **"Informe de Opinión de Expertos"** estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,

Ing. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna
Maestrante

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Anexo 5

Recepción de cartas dirigidas a los profesionales para su participación como juez experto

Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 30 de junio del 2025

Señor:
Ing. Josue W. Condori Coaquira
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

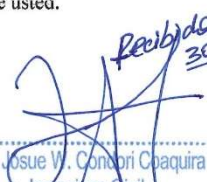
Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: "**MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024**", para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

En la presente, se adjunta el formato de "**Informe de Opinión de Expertos**" estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,


Ing. Hernán Gian Piero Orocollo Cauna
Maestrante


Ing. Josue W. Condori Coaquira
Ingeniero Civil
CIP 101549

Recibido 30/06/2025

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 30 de junio del 2025

Señor:
Ing. Inocencio Escobar Mamani
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: "**MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024**", para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

En la presente, se adjunta el formato de "**Informe de Opinión de Expertos**" estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,


Ing. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna
Maestrante


INOCENCIO ESCOBAR MAMANI
Ingeniero Civil
CIP N° 70583

RECIBIDO 30/06/25

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 02 de julio del 2025

Señor:
Ing. Roberto Esteban Nina Garcia
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: **"MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"**, para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

En la presente, se adjunta el formato de **"Informe de Opinión de Expertos"** estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,


Ing. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna
Maestrante


ING. ROBERTO ESTEBAN NINA GARCIA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 139696

RECIBIDO: 02/07/2025

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 02 de julio del 2025

Señor:
Ing. Gilberto Perez Machaca
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: **"MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"**, para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

En la presente, se adjunta el formato de **"Informe de Opinión de Expertos"** estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,


Ing. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna
Maestrante


ING. GILBERTO PEREZ MACHACA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179437

Recibido
02/07/2025

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Tacna, 02 de julio del 2025

Señor:
Ing. Rene Chura Huisa
Presente.-

ASUNTO: Solicito su participación como juez experto

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo(a) cordialmente, y a la vez manifestarle que, conocedor(a) de su destacada trayectoria académica y profesional en el campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción, solicitarle se sirva participar como **JUEZ EXPERTO**, para la revisión y validación de la propuesta del **Modelo de Gestión empleando Last Planner System (LPS)**, el cual tiene la finalidad de mejorar la productividad durante la ejecución de obras de infraestructura educativa bajo la modalidad de administración directa del Gobierno Regional de Tacna.

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se solicita su valiosa participación, dando a conocer su evaluación en el desarrollo de la tesis titulada: **"MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"**, para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, por la Escuela de Postgrado de la **Universidad Privada de Tacna**.

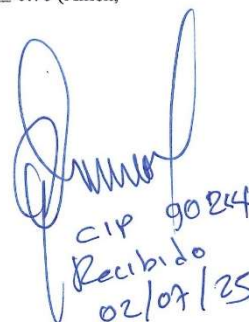
En la presente, se adjunta el formato de **"Informe de Opinión de Expertos"** estructurado de la siguiente manera: información general del experto, validación del experto (Cuestionario 1 - 2), resultados y observaciones; por lo que, agradeceré pueda calificar cada una de las dimensiones de evaluación del modelo propuesto, según los criterios señalados. La validación se realizará mediante el **Coefficiente V de Aiken**, considerándose válido el modelo cuando $V \geq 0.70$ (Aiken, 1985).

Agradeciéndole la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,



Ing. Hernán Gian Pierre Orocollo Cauna
Maestrante



CIP 9024
Recibido
02/07/25

Adjunto:

- Formato de Informe de Opinión de Expertos (Cuestionario 1 - 2)
- Propuesta del Modelo de Gestión empleando Last Planner System

Anexo 6

Informe de opinión de expertos validando la propuesta de modelo de gestión – Cuestionario 1



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tesis: “MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024”

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERTO

Apellido y nombres : NINA GARCIA ROBERTO ESTEBAN
Profesión : INGENIERO CIVIL
Años de experiencia profesional : 12
Experiencia profesional, como : RESIDENTE DE OBRA
Experiencia en obras educativas : SI (X) NO ()
Cargo actual : SUPERVISOR DE OBRA
Teléfono : 983229675
Correo electrónico : ROBERTN25@HOTMAIL.COM

II. VALIDACIÓN DEL EXPERTO

A continuación, se le presenta el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. Por favor, otorgue el grado de validez que considera corresponde a cada proceso del modelo, marcando con una (X) en la columna que refleje su valoración.

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 1: Plan maestro (Debemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Maestro propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 2: Plan de fases (Podemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan de Fases propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 3: Plan make ready (Haremos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Make Ready propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?		X	

ING. ROBERTO ESTEBAN NINA GARCIA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 133696



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 4: Plan semanal (Hicimos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Semanal propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 5: Aprendizajes (Aprendemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Aprendizaje propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		

III. RESULTADOS

Valoración realizada:

MODELO VÁLIDO :

MODELO NO VÁLIDO :

X

IV. OBSERVACIONES

Fecha : 02/07/2025

ING. ROBERTO ESTEBAN NINA GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 139696
 Firma del Profesional
 CIP N°: 139696



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tesis: "MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERTO

Apellido y nombres : Jesús Wilfredo Condori Coaquira
Profesión : Ingeniero Civil
Años de experiencia profesional : 18 años
Experiencia profesional, como : Residente, Inspector y R.T.
Experiencia en obras educativas : SI (X) NO ()
Cargo actual : Residente de Obra
Teléfono : 993 072368
Correo electrónico : Jwcondori@hotmail.com

II. VALIDACIÓN DEL EXPERTO

A continuación, se le presenta el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. Por favor, otorgue el grado de validez que considera corresponde a cada proceso del modelo, marcando con una (X) en la columna que refleje su valoración.

Ing. Jesús Wilfredo Condori Coaquira
Ingeniero Civil
CIP 1911419

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 1: Plan maestro (Debemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Maestro propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 2: Plan de fases (Podemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan de Fases propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?		X	
Proceso 3: Plan make ready (Haremos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Make Ready propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 4: Plan semanal (Hicimos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Semanal propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 5: Aprendizajes (Aprendemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Aprendizaje propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		

III. RESULTADOS

Valoración realizada:

MODELO VÁLIDO :

MODELO NO VÁLIDO :

X

IV. OBSERVACIONES

Fecha :

30/06/2025

Ing. José W. Concha Coaquira
Ingeniero Civil

Firma del Profesional
CIP N°: 101549



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tesis: "MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERTO

Apellido y nombres : CHUZA HUISA RENE
 Profesión : INGENIERO CIVIL
 Años de experiencia profesional : 20 años
 Experiencia profesional, como : RESIDENTE / SUPERVISOR / INSPECTOR
 Experiencia en obras educativas : SI (X) NO ()
 Cargo actual : RESIDENTE
 Teléfono : 939 574394
 Correo electrónico : rene.chuza@gmail.com

II. VALIDACIÓN DEL EXPERTO

A continuación, se le presenta el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. Por favor, otorgue el grado de validez que considera corresponde a cada proceso del modelo, marcando con una (X) en la columna que refleje su valoración.

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 1: Plan maestro (Debemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Maestro propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	☒	☐	☐
Proceso 2: Plan de fases (Podemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan de Fases propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	☐	☒	☐
Proceso 3: Plan make ready (Haremos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Make Ready propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	☒	☐	☐

CIP 9024



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 4: Plan semanal (Hicimos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Semanal propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 5: Aprendizajes (Aprendemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Aprendizaje propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?		X	

III. RESULTADOS

Valoración realizada:

MODELO VÁLIDO :

MODELO NO VÁLIDO :

X

IV. OBSERVACIONES

Fecha : 02/07/25

Firma del Profesional
CIP N°: 90214



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tesis: "MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024"

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERTO

Apellido y nombres : Pérez Machaca Gilberto
 Profesión : Ingeniero Civil
 Años de experiencia profesional : 10 años
 Experiencia profesional, como : Residente, Inspector
 Experiencia en obras educativas : SI (X) NO ()
 Cargo actual : Inspector de obra
 Teléfono : 944411017
 Correo electrónico : Jutcon_20@hotmail.com

II. VALIDACIÓN DEL EXPERTO

A continuación, se le presenta el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. Por favor, otorgue el grado de validez que considera corresponde a cada proceso del modelo, marcando con una (X) en la columna que refleje su valoración.

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 1: Plan maestro (Debemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Maestro propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?		X	
Proceso 2: Plan de fases (Podemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan de Fases propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 3: Plan make ready (Haremos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Make Ready propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		

ING. GILBERTO PÉREZ MACHACA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179437



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 4: Plan semanal (Hicimos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Semanal propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 5: Aprendizajes (Aprendemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Aprendizaje propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?		X	

III. RESULTADOS

Valoración realizada:

MODELO VÁLIDO :

MODELO NO VÁLIDO :

X

IV. OBSERVACIONES

Fecha :

02/07/2025

ING. GILBERTO PEREZ MACHACA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179437
Firma del Profesional
CIP N°: 179437

Tesis: “MODELO DE GESTIÓN EMPLEANDO LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA – 2024”

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERTO

Apellido y nombres

Profesión

Años de experiencia profesional

Experiencia profesional, como

Experiencia en obras educativas

Cargo actual

Teléfono

Correo electrónico

:

:

:

:

:

:

:

:

ESCOBAR HAMANI INOCENCIO

ING. CIVIL

26 AÑOS

RESIDENTE, INSPECTOR, SUPERVISOR

SI (X) NO ()

INSPECTOR DE OBRA

952 902 323

ESCOBAR.H@hotmail.com



INOCENCIO ESCOBAR MAMANI
Ingeniero Civil
CIP N° 5958

II. VALIDACIÓN DEL EXPERTO

A continuación, se le presenta el modelo de gestión basado en el Last Planner System propuesto para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna – 2024. Por favor, otorgue el grado de validez que considera corresponde a cada proceso del modelo, marcando con una (X) en la columna que refleje su valoración.

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 1: Plan maestro (Debemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Maestro propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 2: Plan de fases (Podemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan de Fases propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		
Proceso 3: Plan make ready (Haremos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Make Ready propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dimensión del Modelo	Preguntas	Grado de Validez		
		Alta 3	Media 2	Baja 1
Proceso 4: Plan semanal (Hicimos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Plan Semanal propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?		X	
Proceso 5: Aprendizajes (Aprendemos)	¿Qué grado de validez le otorga al proceso de Aprendizaje propuesto en el modelo de gestión empleando Last Planner System, para mejorar la productividad durante la ejecución de infraestructuras educativas por administración directa del Gobierno Regional de Tacna?	X		

III. RESULTADOS

Valoración realizada:

MODELO VÁLIDO :

MODELO NO VÁLIDO :

X

IV. OBSERVACIONES

Fecha :

30/06/2025

INOCENCIO ESCOBAR MAMANI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 59583
 Firma del Profesional
 CIP N°: 59583

Anexo 7
Formato 01: Planificación Maestro (contiene: Anexo 01 Cronograma Maestro, Anexo 02 Línea Base, Anexo 03 EDT, Anexo 04 Identificación de Hitos).



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER
SYSTEM

Formato 01: Planificación Maestro | Anexo 01:
Cronograma Maestro

Código: F-01/A-01

Año:2025

Etapla 1 — Plan Maestro

Obra:

CUI:

Modalidad:
Administración
Directa

Semana N°:

Fecha:

1. DATOS GENERALES DE LA OBRA

Residente de Obra:

Inspector / Supervisor:

Especialista LPS:

Fecha inicio contractual:

Fecha término contractual:

Plazo total (días calendario):

Categoría Dir. N°017-2023-CG:
A / B / C

Presupuesto aprobado (S/.):

Costo directo (S/.):

Gastos generales (S/.):

% Avance físico acumulado:
%

2. CRONOGRAMA MAESTRO — HITOS Y FASES PRINCIPALES

N.º	Hito / Fase principal	Sem. inicio	Sem. fin	Duración (días)	% costo dir.	Fecha inicio prog.	Fecha fin prog.	Fecha fin real	Desvío (días)	Estado
1	Inicio de obra / movilización	1								
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9	Pruebas / puesta en marcha									
10	Recepción de obra									

3. INDICADORES DE CONTROL DEL PLAN MAESTRO

PPC meta semanal:
≥ 75%

Frecuencia de revisión:
Semanal

Herramienta de programación:

Sistema de registro de avance:
INFOBRAS / Cuaderno de obra

4. OBSERVACIONES Y ACUERDOS DE LA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN

Elaborado por
Especialista LPS
CIP N°

Revisado por
Residente de Obra
CIP N°

Aprobado por
Inspector / Supervisor
CIP N°

Nota. El cronograma maestro constituye la línea base de planificación de la Etapa 1 del modelo LPS

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 01: Planificación Maestro Anexo 02: Línea Base del Proyecto	Código: F-01/A-02 Año 2025 Etapa 1 — Plan Maestro
Obra: _____	CUI: _____	Modalidad: Administración Directa Fecha: ____/____/____

1. LÍNEA BASE DE ALCANCE

Descripción del objeto de la obra	Componentes principales del expediente técnico

2. LÍNEA BASE DE TIEMPO

Fecha inicio contractual	Fecha término contractual	Plazo total (días cal.)	Días transcurridos a la fecha
____/____/____	____/____/____	_____	_____

3. LÍNEA BASE DE COSTO

Componente presupuestal	Monto aprobado (S/.)	% del total	Observaciones
Costo directo			
Gastos generales			
Personal especializado LPS			
Otros (especificar)			
TOTAL PRESUPUESTO APROBADO		100%	

4. VARIACIONES RESPECTO A LA LÍNEA BASE

Nº ampliaciones de plazo	Días adicionales acumulados	Adicionales aprobados (S/.)	% de variación de costo
_____	_____	_____	_____ %

Elaborado por Especialista LPS CIP N° _____	Revisado por Residente de Obra CIP N° _____	Aprobado por Inspector / Supervisor CIP N° _____
--	--	---

Nota. La línea base del proyecto es invariable salvo modificación aprobada mediante resolución.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 01: Planificación Maestro Anexo 03: EDT del Proyecto		Código: F-01/A-03 Año 2025 Etapa 1 — Plan Maestro	
	Obra: _____	CUI: _____	Modalidad: Administración Directa	Fecha elaboración: ____/____/____

1. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT)

Código EDT	Entregable / paquete de trabajo	Nivel	Responsable	% C.D.	Días	Observaciones
1.0	OBRA TOTAL	1		100%		
1.1		2				
1.1.1		3				
1.1.2		3				
1.1.3		3				
1.2		2				
1.2.1		3				
1.2.2		3				
1.2.3		3				
1.3		2				
1.3.1		3				
1.3.2		3				
1.3.3		3				
1.4		2				
1.4.1		3				
1.4.2		3				

2. LEYENDA DE NIVELES EDT

Nivel 1 — Proyecto completo	Nivel 2 — Especialidades / componentes	Nivel 3 — Paquetes de trabajo
Representa la obra en su totalidad. % siempre = 100%.	Agrupar partidas por especialidad. Suma 100% del costo directo.	Unidad ejecutable asignable al Plan Semanal (Anexo 10). Mínimo 3 por nivel 2.

Elaborado por
Especialista LPS
CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
CIP N° _____

Nota. La EDT debe elaborarse con participación del equipo de obra en la sesión inicial de planificación colaborativa. Cada paquete de trabajo de nivel 3 constituye una unidad de asignación en el Plan Semanal (Anexo 10).

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 01: Planificación Maestro Anexo 04: Identificación de Hitos	Código: F-01/A-04 Año 2025 Etapa 1 — Plan Maestro
Obra: _____	CUI: _____	Total, hitos identificados: _____
		Fecha elaboración: ____/____/____

1. REGISTRO DE HITOS DEL PROYECTO

PLANIFICACIÓN DE HITOS				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
HITO	DESCRIPCIÓN DEL HITO	FECHA	TIPO	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Entrega de terreno		Inicio	◆																							
2	Aprobación ET actualizado		Control			◆																					
3			Control																								
4			Control																								
5			Control																								
6			Entrega																								
7			Entrega																								
8			Entrega																								
9	Pruebas / puesta en marcha		Entrega																								
10	Entrega de la obra final		Cierre																								◆

2. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE HITO

Inicio	Control	Entrega	Cierre
Acta de inicio y entrega del terreno.	Hito de avance físico verificable durante la ejecución.	Entrega de componente o especialidad terminada.	Recepción de obra y acta de terminación.

3. REUNIONES DE REVISIÓN DE HITOS

Frecuencia de reunión	Participantes obligatorios	Registro de acuerdos
Mensual o al alcanzar el hito programado	Residente de obra, inspector, jefe de cuadrilla y especialista LPS	Cuaderno de Obra + INFOBRAS conforme Dir. N°017-2023-CG/GMPL

Elaborado por Especialista LPS CIP N° _____	Revisado por Residente de Obra CIP N° _____	Aprobado por Inspector / Supervisor CIP N° _____
--	--	---

Nota. Los hitos identificados alimentan el Cronograma Maestro (Anexo 01) y la Línea Base (Anexo 02). Todo desvío genera una CNC documentada en el Anexo 13.

Anexo 8

Formato 02: Planificación de Fases (contiene: Anexo 05 Plan de Trabajo Colaborativo, Anexo 06 Programa de Flujo)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 02: Planificación de Fases Anexo 05: Plan de Trabajo Colaborativo		Código: F-02/A-05 Año 2025 Etapa 2 — Plan de Fases
	Obra: _____	CUI: _____	Fase N°: _____

1. DATOS DE LA FASE PLANIFICADA

Nombre de la fase	Fecha inicio de fase	Fecha fin de fase	Duración (días cal.)
	____/____/____	____/____/____	_____

2. PARTICIPANTES DEL TALLER PULL PLANNING

Nombre y apellidos	Cargo / función	Especialidad	Firma

3. PLAN DE TRABAJO COLABORATIVO — TAREAS ACORDADAS

Nº	Actividad / tarea acordada	Responsable	Recursos necesarios	Fecha inicio	Fecha fin	Días	Dependencias	Estado
1		Residente						
2		Residente						
3		Jefe cuadrilla						
4		Jefe cuadrilla						
5		Residente						
6		Jefe cuadrilla						
7		Residente						
8		Jefe cuadrilla						
9		Especialista LPS						
10		Residente						
11		Inspector						
12		Inspector						

4. ACUERDOS Y COMPROMISOS DEL TALLER

Acuerdos adoptados en el taller	Restricciones identificadas para Etapa 3 (Make Ready)

Elaborado por
Especialista LPS
CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
CIP N° _____

Nota. El Plan de Trabajo Colaborativo se elabora en taller Pull Planning con participación de todos los actores del proyecto. Las tareas acordadas alimentan el Programa de Flujo (Anexo 06) y el Lookahead Planning.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 02: Planificación de Fases Anexo 06: Programa de flujo	Código: F-02/A-06 Año 2025 Etapa 2 — Plan de Fases
Obra: _____	CUI: _____	Fase N°: _____
Fecha de plan de flujo: ____/____/____		

1. PROGRAMA DE FLUJO

ACTIVIDADES / TRENES DE TRABAJO						PROGRAMA DE FLUJO SEMANAL											
Nº	Actividad / tren de trabajo	Especialidad	Cuadrilla	Und.	Metrado	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
TOTAL ACUMULADO POR SEMANA																	
PPC META SEMANAL (≥ 75%)						≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%	≥ 75%

2. RESTRICCIONES DETECTADAS – DERIVAR AL ANEXO 07

Nº	Actividad afectada	Tipo restricción	Semana impacto	Responsable	Fecha compromiso	Descripción / acción requerida
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

Elaborado por Especialista LPS CIP N° _____	Revisado por Residente de Obra CIP N° _____	Aprobado por Inspector / Supervisor CIP N° _____
--	--	---

Nota. El Programa de Flujo representa la secuencia lógica de trenes de trabajo por semana. Las actividades sin restricciones liberadas no deben ingresar al flujo. Las restricciones identificadas se registran en el Anexo 07.

Anexo 9

Formato 03: Planificación de Obra — Make Ready (contiene: Anexo 07 Registro de Restricciones, Anexo 08 Compromiso para Eliminar Restricciones, Anexo 09 Diseño de Operaciones)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 03: Planificación de make ready Anexo 07: Registro de restricciones			Código: F-03/A-07 Año 2025 Etapa 3 — Plan make ready
	Obra: _____	CUI: _____	Semana N°: _____	Fecha: ____/____/____
Leyenda — Tipo: Materiales / Equipos / Mano de obra / Permisos / Diseño Estado: Pendiente / En proceso / Liberada				

1. REGISTRO DE RESTRICCIONES IDENTIFICADAS – SEMANA DE LOOKAHEAD

Nº	Actividad afectada	Descripción de la restricción	Tipo	Semana impacto	Responsable de liberar	Fecha compromiso	Estado	Acción requerida / CNC si no libera
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
RESUMEN			Total restricciones:		Pendientes:	En proceso:	Liberadas:	

2. RESTRICCIONES DETECTADAS – DERIVAR AL ANEXO 07

Materiales	Equipos	Mano de obra	Permisos	Diseño/planos	Subcontratistas
Falta de materiales, insumos o equipos no disponibles en obra.	Maquinaria o herramientas no operativas o no disponibles.	Personal no disponible, sin capacitación o en número insuficiente.	Permisos, autorizaciones o conformidades pendientes de aprobación.	Planos, especificaciones o memorias con observaciones sin levantar.	Trabajos de proveedores externos o contratistas no completados.

Nota: Ninguna actividad ingresa al Plan Semanal (Anexo 10) si tiene restricciones en estado "Pendiente" o "En proceso". Solo actividades con restricciones 100% liberadas se comprometen en el plan semanal.

Elaborado por
Residente de Obra
CIP N° _____

Especialista
Especialista LPS
CIP N° _____

Revisado por
Inspector / Supervisor
CIP N° _____

Nota. Solo ingresan al Plan Semanal (Anexo 10) las actividades con TODAS sus restricciones en estado "Liberada". Las restricciones no liberadas a tiempo generan una CNC registrada en el Anexo 13.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 03: Planificación de make ready Anexo 08: Compromiso para eliminar restricciones		Código: F-03/A-08 Año 2025 Etapa 3 — Plan make ready
	Obra: _____	CUI: _____	Semana N°: _____ Fecha de reunión de compromiso: ____/____/____

1. DATOS DE LA REUNIÓN DE COMPROMISO

Residente de obra	Inspector / supervisor	Especialista LPS (facilitador)

2. COMPROMISOS INDIVIDUALES PARA ELIMINACIÓN DE RESTRICCIONES

Nº	Restricción (Ref. Anexo 07)	Responsable	Cargo	Compromiso específico adquirido	Fecha límite	Forma de verificación	Estado al cierre
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

3. FIRMAS DE COMPROMISO INDIVIDUAL

Responsable 1	Responsable 2	Responsable 3	Responsable 4
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____
Cargo: _____	Cargo: _____	Cargo: _____	Cargo: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____
Fecha: ____/____/____	Fecha: ____/____/____	Fecha: ____/____/____	Fecha: ____/____/____

⚠ NOTA: El compromiso adquirido en este formato es de cumplimiento obligatorio. El incumplimiento de la fecha límite genera automáticamente una Causa de No Cumplimiento (CNC) que debe ser registrada en el Indicador PPC del Anexo 13 y analizada en la reunión semanal siguiente.

Elaborado por Especialista LPS CIP N° _____	Revisado por Residente de Obra CIP N° _____	Aprobado por Inspector / Supervisor CIP N° _____
--	--	---

Nota. El presente formato formaliza el compromiso individual y verificable de cada responsable para eliminar las restricciones registradas en el Anexo 07 antes de la fecha límite acordada. El incumplimiento genera una CNC registrada en el Anexo 13.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 03: Planificación de make ready Anexo 09: Diseño de operaciones		Código: F-03/A-09 Año 2025 Etapa 3 — Plan make ready
Obra:	CUI:	Semana N°:	Especialidad:	Objetivo: Detallar la operación de cada actividad con sus recursos, rendimientos y secuencia constructiva antes de su ejecución.

1. DATOS GENERALES DE LA OPERACIÓN

Actividad / partida principal	Código de partida (ET)	Responsable de la operación	Restricciones liberadas (A-07)
			SI ☐ NO ☐

2. DISEÑO DETALLADO DE OPERACIONES

Nº	Operación / sub-actividad	Und.	Metrado	Cuadrilla (op+of+pe)	Rend. (und/día)	HH total	Materiales principales	Herram. / equipo	Actividad precedente	Observaciones / riesgos
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
TOTALES										

3. VERIFICACIÓN DE CONDICIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN

Condición previa a verificar	Cumple	No cumple	Observación / acción correctiva
Restricciones del Anexo 07 completamente liberadas	☐	☐	
Materiales disponibles en almacén de obra	☐	☐	
Equipos y herramientas operativos y en obra	☐	☐	
Personal de cuadrilla completo y capacitado	☐	☐	
Planos y especificaciones técnicas revisados y aprobados	☐	☐	
Zona de trabajo habilitada y libre de interferencias	☐	☐	
Medidas de seguridad SSOMA implementadas (EPP, señalización)	☐	☐	

Elaborado por
Especialista LPS
CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
CIP N° _____

Nota. El Diseño de Operaciones es el instrumento central del Plan Make Ready. Garantiza que cada actividad cuente con recursos, rendimientos y secuencia definidos antes de ser asignada al Plan Semanal (Anexo 10).

Anexo 10

Formato 04: Planificación Semanal (contiene: Anexo 10 Plan Semanal de Trabajo, Anexo 11 Promesas Confiables)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 04: Planificación semanal Anexo 10: Plan semanal de trabajo			Código: F-04/A-10 Año 2025 Etapa 4 — Plan semanal	
	Obra: _____	CUI: _____	Semana N°: _____	% avance: _____	Del: ____/____/____ Al: ____/____/____ real semana: _____%

1. PLAN SEMANAL DE TRABAJO – ACTIVIDADES COMPROMETIDAS

N°	Actividad comprometida	Responsable	Und.	Metrado prog.	EJECUCIÓN DIARIA						Metrado real	Cumple PPC	CNC (Causa de No Cumplimiento)
					L	M	Mi	J	V	S			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
				TOTALES								PPC =	$\frac{\text{Metrado real}}{\text{Metrado prog.}} \times 100 =$

2. RESUMEN DE PPC E INDICADORES DE LA SEMANA

Actividades programadas	Actividades cumplidas	Actividades no cumplidas	PPC real de la semana	PPC acumulado
_____	_____	_____	_____ %	_____ %

3. VERIFICACIÓN DE CONDICIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN

N°	Actividad no cumplida	Causa raíz (CNC)	Responsable	Fecha compromiso	Acción correctiva para la semana siguiente
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Elaborado por
Especialista LPS
CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
CIP N° _____

Nota. Solo ingresan a este plan actividades con restricciones 100% liberadas (Anexo 07 y 08). El PPC se calcula al final de la semana: $\text{N}^\circ \text{ actividades cumplidas} / \text{N}^\circ \text{ actividades programadas} \times 100$. Las CNC se analizan en la reunión semanal siguiente.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 04: Planificación Semanal Anexo 11: Promesas Confiables		Código: F-04/A-11 Año 2025 Etapa 4 — Plan semanal	
	Obra: _____	CUI: _____	Semana N°: _____	Del: ____/____/____ Al: ____/____/____ Fecha de reunión semanal: ____/____/____
★ PROMESA CONFIABLE: Compromiso personal, voluntario y verificable de un miembro del equipo de obra de completar una actividad específica en una fecha determinada, cumpliendo condiciones de calidad acordadas con quien la recibe.				

1. LAS 4 CONDICIONES DE UNA PROMESA CONFIABLE (LPS)

1. Competencia	2. Sinceridad	3. Condiciones claras	4. Fecha realista
El promesante tiene los recursos, habilidades y autoridad para cumplir lo que promete.	El promesante cree genuinamente que puede cumplir. No promete por presión o protocolo.	Tanto el promesante como el cliente interno entienden exactamente qué se entregará y cómo.	La fecha de entrega es alcanzable según el plazo real de la actividad y sus recursos disponibles.

2. REGISTRO DE PROMESAS CONFIABLES DE LA SEMANA

N°	Promesante	Cargo	Actividad comprometida	Cliente interno (a quién)	Fecha entrega	Condiciones de satisfacción	Cumplió	Observación / CNC
1							SI ☐ NO ☐	
2							SI ☐ NO ☐	
3							SI ☐ NO ☐	
4							SI ☐ NO ☐	
5							SI ☐ NO ☐	
6							SI ☐ NO ☐	
7							SI ☐ NO ☐	
8							SI ☐ NO ☐	
9							SI ☐ NO ☐	
10							SI ☐ NO ☐	
11							SI ☐ NO ☐	
12							SI ☐ NO ☐	
13							SI ☐ NO ☐	
14							SI ☐ NO ☐	
15							SI ☐ NO ☐	
16							SI ☐ NO ☐	
RESUMEN							Cumplidas:	No cumplidas:

3. EVALUACIÓN DE CONFIABILIDAD DEL EQUIPO — SEMANA ACTUAL VS ANTERIOR

Total promesas realizadas	Promesas cumplidas	Índice de confiabilidad (%)	Tendencia vs semana anterior
_____	_____	_____ %	↑ Mejora ↓ Cae ↔ Igual

Elaborado por
Especialista LPS
 CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
 CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
 CIP N° _____

Nota. Una promesa confiable requiere: (1) competencia del promesante para realizarla, (2) sinceridad al comprometerse, (3) condiciones de satisfacción claras para el cliente interno, y (4) fecha realista de cumplimiento. El incumplimiento genera una CNC en el Anexo 13.

Anexo 11

Formato 05: Aprendizaje y Lecciones Aprendidas (contiene: Anexo 12 Coordinación Diaria, Anexo 13 Indicadores PPC, Anexo 14 Indicadores PCR, Anexo 15 Indicadores TMR)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 05: Aprendizaje y Lecciones Aprendidas Anexo 12: Coordinación diaria		Código: F-05/A-12 Año 2025 Etapa 5 — Aprendizaje	
Obra:	CUI:	Semana N°:	Día:	Fecha: ____/____/____	Hora: ____:____ hrs
① ¿Qué hice ayer? Avance real del día anterior vs lo programado		② ¿Qué haré hoy? Compromiso del día: actividades y metrado a ejecutar		③ ¿Qué me impide? Impedimentos o restricciones para derivar a Anexo 07	

1. PARTICIPANTES DE LA REUNIÓN DE COORDINACIÓN DIARIA

Nombre y apellidos	Cargo / función	Especialidad	Asistió ☐
			☐ Sí ☐ No
			☐ Sí ☐ No
			☐ Sí ☐ No
			☐ Sí ☐ No
			☐ Sí ☐ No
			☐ Sí ☐ No

2. REPORTE DIARIO POR FRENTE DE TRABAJO

N°	Actividad / frente	Metrado prog. hoy	Metrado real ayer	% avance diario	Estado	Impedimento identificado hoy
1					☐ OK ☐ Atraso ☐ Paralizado	
2					☐ OK ☐ Atraso ☐ Paralizado	
3					☐ OK ☐ Atraso ☐ Paralizado	
4					☐ OK ☐ Atraso ☐ Paralizado	
5					☐ OK ☐ Atraso ☐ Paralizado	

3. ACUERDOS Y ACCIONES INMEDIATAS DEL DÍA

N°	Acuerdo / acción a tomar	Responsable	Plazo	Estado al cierre del día
1				
2				
3				
4				

4. INDICADORES RÁPIDOS DEL DÍA

Personal en obra hoy	Frentes activos	Impedimentos nuevos hoy	Accidentes / incidentes

Elaborado por
Especialista LPS
CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
CIP N° _____

Nota. La reunión de coordinación diaria tiene una duración máxima de 15 minutos. Sigue el formato: ¿Qué hice ayer? ¿Qué haré hoy? ¿Qué me impide avanzar? Los impedimentos identificados se derivan al Anexo 07.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 05: Aprendizaje y Lecciones Aprendidas Anexo 13: Indicadores PPC		Código: F-05/A-13 Año 2025 Etapa 5 — Aprendizajes
	Obra: _____	CUI: _____	Plazo: _____ días

1. DEFINICIÓN Y FÓRMULA DEL PPC

FÓRMULA $PPC = (AC / AP) \times 100$ AC = Actividades Cumplidas AP = Actividades Programadas	INTERPRETACIÓN ≥ 75% Flujo confiable ✓ 60-74% En proceso de mejora < 60% Flujo no confiable ⚠	UNA ACTIVIDAD SE CUENTA COMO CUMPLIDA SOLO SI: - Se completó al 100% del metrado comprometido - Se entregó en la fecha prometida - Cumple las condiciones de calidad acordadas
---	---	---

2. REGISTRO SEMANAL DEL PPC — SEGUIMIENTO ACUMULADO

Semana	Act. prog. (AP)	Act. cumpl. (AC)	PPC (%)	Meta (%)	Cumple meta	CNC principal de la semana	Acción correctiva adoptada
S 1				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 2				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 3				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 4				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 5				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 6				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 7				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 8				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 9				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 10				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 11				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
S 12				≥ 75%	☐ Sí ☐ No		
PROMEDIO / TOTAL			___ %	≥ 75%		CNC más frecuente:	

3. ANÁLISIS DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC) — LOS 5 POR QUÉS

N.º	Categoría CNC	¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	Causa raíz (¿Por qué 5?) + Acción correctiva
1	Materiales no disponibles					
2	Equipos / herramientas no operativos					
3	Mano de obra insuficiente					
4	Permisos / aprobaciones pendientes					
5	Planos con observaciones					
6	Cambio en el alcance					
7	Condiciones climáticas adversas					
8	Subcontratistas / proveedores					

Elaborado por
Especialista LPS
 CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
 CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
 CIP N° _____

Nota. El PPC es el indicador central del Last Planner System. Mide la confiabilidad de la planificación semanal. Un PPC ≥ 75% indica que el flujo de trabajo es confiable. Las CNC se analizan con la metodología de los 5 por qués para identificar la causa raíz y evitar recurrencia.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 05: Aprendizaje y Lecciones Aprendidas Anexo 14: Indicadores PCR		Código: F-05/A-14 Año 2025 Etapa 5 — Aprendizajes
	Obra: _____	CUI: _____	Plazo: _____ días

1. DEFINICIÓN Y FÓRMULA DEL PCR

FÓRMULA $PCR = (RL / RI) \times 100$ RL = Restricciones Liberadas a tiempo RI = Restricciones Identificadas	INTERPRETACIÓN ≥ 75% Liberación EFICAZ 60-74% En proceso de mejora < 60% Liberación INEFICAZ Fuente: Jang y Kim (2007); Hamzeh et al. (2012)	RELACIÓN PCR → PPC • PCR alto → más actividades sin restricciones → PPC alto • PCR bajo → actividades bloqueadas → PPC bajo • El PCR es un PREDICTOR del PPC de la semana siguiente
--	---	---

2. REGISTRO SEMANAL DEL PCR — SEGUIMIENTO ACUMULADO

Nº	Semana	Restricc. identificadas (RI)	Restricc. liberadas a tiempo (RL)	PCR (%)	Meta (%)	Cumple	Restricciones no liberadas — causa y acción
1	S 1				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
2	S 2				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
3	S 3				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
4	S 4				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
5	S 5				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
6	S 6				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
7	S 7				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
8	S 8				≥ 75%	☐ SI ☐ No	
PROMEDIO				___%	≥ 75%		Tipo más frecuente sin liberar:

3. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES NO LIBERADAS POR TIPO

N.º	Tipo de restricción	RI total	RL a tiempo	No liberadas	PCR tipo (%)	Acción correctiva / responsable
1	Materiales / insumos					
2	Equipos / maquinaria					
3	Mano de obra					
4	Permisos / autorizaciones					
5	Diseño / planos					
6	Subcontratistas					
TOTAL					___%	Tipo crítico (mayor frecuencia sin liberar):

4. ANÁLISIS CAUSAL DE RESTRICCIONES NO LIBERADAS — LOS 5 POR QUÉS

Nº	Tipo / restricción	¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	Causa raíz (¿Por qué 5?) + Acción correctiva
1	Materiales / insumos					
2	Equipos / maquinaria					
3	Mano de obra					
4	Permisos / autorizaciones					
5	Diseño / planos					
6	Subcontratistas					

Elaborado por
Especialista LPS
 CIP N° _____

Revisado por
Residente de Obra
 CIP N° _____

Aprobado por
Inspector / Supervisor
 CIP N° _____

Nota. El PCR mide la eficacia del proceso de liberación de restricciones del Lookahead. Un PCR menor al PPC objetivo indica que las restricciones no se están eliminando a tiempo, afectando directamente el PPC de la semana siguiente. Se vincula con el Anexo 07 y Anexo 08. Fuente: Jang y Kim (2007); Hamzeh et al. (2012).

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	MODELO DE GESTIÓN LAST PLANNER SYSTEM Formato 05: Aprendizaje y Lecciones Aprendidas Anexo 15: Indicadores TMR		Código: F-05/A-15 Año 2025 Etapa 5 — Aprendizajes
	Obra: _____	CUI: _____	Plazo: _____ días
★ TMR — Tasks Made Ready: Indicador del desempeño del Lookahead Planning. Mide qué proporción de las tareas anticipadas en el horizonte de planificación quedan efectivamente liberadas (sin restricciones) y listas para ejecutarse en la semana programada. Es un indicador PREDICTIVO: un TMR alto predice un PPC alto.			

1. DEFINICIÓN, FÓRMULA Y RELACIÓN CON PPC Y PCR

FÓRMULA $TMR = (TL / TP) \times 100$ TL = Tareas Liberadas (sin restricciones) TP = Tareas Planificadas en el Lookahead Fuente: Hamzeh et al. (2012)	INTERPRETACIÓN TMR alto (↑) → Lookahead EFICAZ TMR bajo (↓) → Lookahead con brechas TMR < PCR → restricciones identificadas tarde Meta: tendencia creciente y ≥ PPC objetivo (75%) Fuente: Hamzeh et al. (2012); Calua (2020)	CADENA CAUSAL LPS TMR alto ↓ PCR alto ↓ PPC alto ≥ 75% Fuente: Hamzeh et al. (2012); Jang y Kim (2007)
--	--	---

2. DIFERENCIA CONCEPTUAL TMR — PCR — PPC

Indicador	¿Qué mide?	¿Cuándo se mide?	¿Qué predice?
TMR	Tareas del Lookahead que quedaron listas para ejecutarse	Durante el Lookahead (semanas antes de ejecución)	La capacidad del equipo de anticipar y liberar restricciones
PCR	Restricciones identificadas que fueron eliminadas a tiempo	Semana previa a la ejecución (Make Ready)	El PPC de la semana siguiente
PPC	Actividades comprometidas en el Plan Semanal que se cumplieron	Al cierre de cada semana de ejecución	La confiabilidad del flujo de trabajo actual

3. REGISTRO SEMANAL DEL TMR — SEGUIMIENTO ACUMULADO

N.º	Semana	Tareas planif. en Lookahead (TP)	Tareas liberadas listas (TL)	TMR (%)	Tendencia	Tareas no liberadas — causa y acción correctiva
1	S 1				↑ □ ↓ □ ↔ □	
2	S 2				↑ □ ↓ □ ↔ □	
3	S 3				↑ □ ↓ □ ↔ □	
4	S 4				↑ □ ↓ □ ↔ □	
PROMEDIO				___%	↑ Meta	Causa más frecuente de no liberación:

4. ANÁLISIS DEL TMR POR VENTANA DE LOOKAHEAD

El TMR varía según el momento en que se mide dentro del Lookahead. Cuanto más temprano se identifiquen y liberen las restricciones, mayor será el TMR y más confiable el flujo de trabajo.

Ventana Lookahead	TP	TL	TMR (%)	Observación / brechas identificadas
1 semana antes				
2 semanas antes				
3 semanas antes				
4 semanas antes				
TOTAL / PROM.			___%	Ventana con mayor brecha:

5. RESUMEN INTEGRADO PPC — PCR — TMR (CUADRO DE MANDO)

Semana	PPC (%) Meta ≥ 75%	PCR (%) Meta ≥ PPC	TMR (%) Tendencia ↑
S 1			
S 2			
S 3			
S 4			
PROMEDIO	___%	___%	___%

Elaborado por
Residente de Obra
CIP N.º _____

Revisado por
Inspector / Supervisor
CIP N.º _____

Coordinador LPS
Especialista LPS
Fecha: ____/____/____

Nota. El TMR mide el desempeño del Lookahead: qué proporción de las tareas anticipadas en el horizonte de planificación quedaron efectivamente listas para ejecutarse. Un TMR creciente semana a semana indica que el equipo mejora en la anticipación y liberación de restricciones. Fuente: Hamzeh et al. (2012).