

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**Aplicación del Last Planner en la optimización de los
procesos constructivos de muros de contención
Lima 2021**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Presentado por:

Bach. Juan Carlos Ita Samanez

Asesor Metodológico: Mg. Jacqueline Jeanette Santos Julca

Asesor Temático: Mg. Lourdes Graciela Poma Bernaola

Línea de Investigación Institucional: Nuevas tecnologías y procesos

Fecha de inicio y culminación: octubre 2021 – enero 2022

Huancayo – Perú, febrero de 2022

Asesor Metodológico

Mag. Jacqueline Jeanette Santos Julca

Asesor Temático

Mag. Lourdes Graciela Poma Bernaola

Dedicatoria

A mis padres Juan Carlos Ita Gómez y a mi santa madre Celia Samanez Bilbao, quien fue el ser humano que más me amó en toda mi vida y a mis pequeñas hijas las cuales, con su inmenso sacrificio, formaron parte fundamental de esto.

Juan Carlos Ita Samanez

Agradecimiento

A mis queridos hermanos, para ustedes, mi agradecimiento eterno por todo el soporte brindado a lo largo de este trabajo de investigación y más allá de él.

Juan Carlos Ita Samanez

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Jurado Mag. Ing. Manuel Iván Maita Pérez
DNI 20106437

Jurado Mag. Ing. Justo Claudio Rodas Romero
DNI 20593010

Jurado Ing. Nataly Lucía Córdova Zorrilla
DNI 43265242

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario docente

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	24
1.2.1. Problema general	24
1.2.2. Problemas específicos	24
1.2.3. Práctica o social	24
1.2.4. Científica o teórica	25
1.2.5. Metodológica	25
1.3. Delimitaciones	26
1.3.1. Espacial	26
1.3.2. Temporal	26
1.3.3. Económica	26
1.4. Limitaciones	27
1.4.1. Limitaciones por el Covid-19	27
1.5. Objetivos	27
1.5.1. Objetivo general	27
1.5.2. Objetivos específicos	27
CAPÍTULO II	28
MARCO TEÓRICO	28
2.1. Antecedentes	28
2.1.1. Antecedentes nacionales	28
2.1.2. Antecedentes internacionales	33
2.2. Marco conceptual	39
2.2.1. Last Planner System (LPS)	39
2.2.1.1. Planeamiento del LPS	46
	VIII

2.2.1.2.	Mejoramiento de la productividad	50
2.2.1.3.	Gestión inicial o Plan Maestro (Master Plan)	51
2.2.1.4.	Gestión intermedia (Lookahead Planning)	53
2.2.1.5.	Gestión de compromiso (Weekly Planning)	54
2.2.1.6.	Control y retroalimentación	54
2.2.2.	Proceso Constructivo	55
2.2.2.1.	Optimización de procesos constructivos	59
2.3.	Definición de términos:	64
2.4.	Variables	66
2.4.1.	Definición conceptual de la variable	66
2.4.2.	Definición operacional de la variable	67
2.4.3.	Operacionalización de la variable	67
	CAPITULO III	69
	METODOLOGÍA	69
3.1.	Método de investigación	69
3.2.	Tipo de investigación	69
3.3.	Nivel de investigación	70
3.4.	Diseño de investigación	70
3.5.	Población y muestra	71
3.5.1.	Población	71
3.5.2.	Muestra	72
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	72
3.6.1.	Técnicas	72
3.6.2.	Instrumentos	74
3.7.	Procesamiento de la información	74
3.8.	Técnicas y análisis de datos	75
	CAPÍTULO IV	76
	RESULTADOS	76
4.1.	Generalidades	76
4.1.1.	Respecto al proyecto	78
4.2.	Respecto al objetivo específico 01	80
4.2.1.	Información de estimación general para el análisis:	81

4.2.2. Análisis de los resultados generales	82
4.2.3. Análisis de tiempos para su optimización	86
4.3. Respecto al objetivo específico 02	97
4.4. Respecto al objetivo específico 03	111
CAPÍTULO V	130
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	130
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
ANEXOS	143
Anexo 01: Matriz de consistencia	144
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	146
Anexo 03: Confiabilidad y validez del instrumento	148
Anexo 04: Fichas de validación	152
Anexo 05: Instrumento de investigación	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Operacionalización de las variables</i>	68
Tabla 2: <i>Diseño de la investigación.</i>	71
Tabla 3: <i>Distribución de labores en la partida</i>	87
Tabla 4: <i>PPC semanal para fase de muros.</i>	100
Tabla 5: <i>Causas de incumplimiento encontrados.</i>	104
Tabla 6: <i>Conteos de causas de incumplimiento encontradas.</i>	106
Tabla 7: <i>Causa de incumplimientos totales.</i>	108
Tabla 8: <i>Causa de incumplimientos optimizados.</i>	110
Tabla 9: <i>Horas acumuladas por el personal según tareas del encofrado de muros.</i>	113
Tabla 10: <i>Datos comparativos de presupuesto partida de encofrado.</i>	116
Tabla 11: <i>Horas acumuladas por el personal según tareas del encofrado de muros optimizados.</i>	117
Tabla 12: <i>Datos comparativos de presupuesto partida de encofrado.</i>	120
Tabla 13: <i>Horas acumuladas por el personal según tareas del concreto de muros.</i>	121
Tabla 14: <i>Datos comparativos de presupuesto partida de concreto en muros.</i>	124
Tabla 15: <i>Horas acumuladas por el personal según tareas del concreto de muro (optimización).</i>	125
Tabla 16: <i>Datos comparativos de presupuesto partida de acabado en muros.</i>	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Desperdicio en obras y defectos de diseño.</i>	22
Figura 2: <i>Porcentaje de ahorro de la mano de obra de la partida de encofrado (Last Planner)</i>	23
Figura 3: <i>Delimitación espacial.</i>	26
Figura 4: <i>Gestión de procesos del LPS.</i>	41
Figura 5: <i>Marco convencional de organización.</i>	42
Figura 6: <i>Marco de ordenación del LPS.</i>	43
Figura 7: <i>Técnica habitual frente a Lean Construction.</i>	48
Figura 8: <i>Planeamiento de Last Planner.</i>	49
Figura 9: <i>Ejemplo informatizado de Plan Maestro en Project</i>	52
Figura 10: <i>Diferencias entre la gestión tradicional vs LPS</i>	53
Figura 11: <i>Ejemplo de programación intermedia</i>	53
Figura 12: <i>Plan de trabajo semanal</i>	54
Figura 13: <i>Resumen de metodología Last Planner System</i>	55
Figura 14: <i>Ubicación y localización</i>	72
Figura 15: <i>Rango General de Trabajo obra muros de contención.</i>	83
Figura 16: <i>Vaciado de concreto para el muro de contención.</i>	87
Figura 17: <i>Porcentaje de tiempos para la partida..</i>	88
Figura 18: <i>Porcentaje labores por cuadrilla.</i>	89
Figura 19: <i>Procedimiento de vaciado de muro analizado en la partida..</i>	90
Figura 20: <i>Ubicación de trabajadores después de optimizar la técnica 1.</i>	91
Figura 21: <i>Disposición de trabajadores después de optimizar técnica 2.</i>	92
Figura 22: <i>Nueva disposición de trabajadores propuesta.</i>	92
Figura 23: <i>Distribución de labores en la partida.</i>	93
Figura 24: <i>Ubicación de obreros después de optimizar técnica 1.</i>	94
Figura 25: <i>% de ocupación de tiempo singular del equipo de encofradores de muros.</i>	95
Figura 26: <i>Distribución de trabajo contributorio.</i>	95
Figura 27: <i>Partida de encofrado y desencofrado de muro de contención.</i>	96
Figura 28: <i>Optimización de la partida de encofrado y desencofrado de muro de contención.</i>	96

Figura 29: <i>PPC Semanales y PPC acumulados.</i>	101
Figura 30: <i>Resultado de formato PPC y análisis de cumplimientos semanales.</i>	107
Figura 31: <i>Resultado de formato PPC y análisis de cumplimiento.</i>	109
Figura 32: <i>Resultado de formato PPC y análisis de cumplimiento.</i>	111
Figura 33: <i>Resumen de rendimientos</i>	115
Figura 34: <i>Proceso optimizado de encofrado</i>	118
Figura 35: <i>Comparativo de rendimientos</i>	119
Figura 36: <i>Resumen de rendimientos.</i>	123
Figura 37: <i>Resumen de rendimientos.</i>	127

RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue: “¿Cómo optimizar los procesos constructivos de muros de contención aplicando el Last Planner - Lima 2021?” el objetivo general fue: “Optimizar los procesos constructivos de muros de contención aplicando el Last Planner - Lima 2021”

El método de investigación fue el científico, el tipo de esta investigación fue aplicada y el nivel fue descriptivo de corte transversal, el diseño de investigación fue no experimental, la población fue la “Mejoramiento de taludes en las zonas de riesgo por deslizamiento en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de Los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Lima” la muestra fue del tipo no probabilístico o dirigido considerándose las partidas de encofrado y desencofrado y colocación de concreto en muros de contención.

La conclusión principal es que “Para la aplicación del Last Planner, a fin de optimizar los procesos constructivos de muros de contención, se debe mejorar la productividad a través de mejorar los rendimientos en la ejecución de las partidas, lo cual conlleva a incrementar el porcentaje de cumplimiento del plan semanal, asegurándose que la obra se ejecute sin generar mayores costos, mayores tiempos y lográndose el alcance de esta”.

Palabras claves: **Last Planner, Proceso constructivo, Muro de contención.**

ABSTRACT

In the present research the general problem was: "How to optimize the construction processes of retaining walls applying the Last Planner - Lima 2021", the general objective was: "To optimize the construction processes of retaining walls applying the Last Planner - Lima 2021", the general objective was: "To optimize the construction processes of retaining walls applying the Last Planner - Lima 2021".

The research method was scientific, the type of this research was applied and the level was descriptive cross-sectional, the research design was non-experimental, the population was the "Improvement of slopes in areas at risk of landslides in AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio and P. J. Señor de Los Milagros, district of San Juan de Lurigancho, province of Lima", the sample was non-probabilistic or directed, considering the formwork and stripping of formwork and concrete placement in retaining walls.

The main conclusion is that "For the application of the Last Planner, in order to optimize the construction processes of retaining walls, productivity should be improved by improving the performance in the execution of the items, which leads to increase the percentage of compliance with the weekly plan, ensuring that the work is executed without generating higher costs, longer times and achieving the scope of this".

Keywords: Last Planner, Construction process, Retaining wall.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: “Aplicación del Last Planner en la optimización de los procesos constructivos de muros de contención – Lima 2021”; nace de la problemática que se tiene a nivel nacional debido a la deficiencia en la gestión de la productividad de los procesos constructivos de ejecución de obra, tanto privadas como públicas, demandándose mayor eficiencia en el producto terminado, con la calidad correspondiente, en los tiempos y costos programados, sin generar demoras innecesarias que generan problemas, no solo a los clientes, si no, a los beneficiarios y usuarios de las obras.

En base a lo mencionado se realizó la presente investigación considerando la aplicación de la herramienta Last Planner, ya que nos permite realizar un control de producción encaminado a lograr los objetivos planificados, previendo situaciones adversas en pro de no generar retrasos, aprendiendo de estos problemas, a fin de optimizar los procesos constructivos, en la ejecución de muros de contención.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específico.

El Capítulo II: Marco teórico, contiene los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos y las variables.

El Capítulo III: Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra,

técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, desarrollado en base a los problema y objetivos planteados en el presente estudio.

El Capítulo V: Discusión de resultados, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación frente a los antecedentes utilizados.

Finalmente, se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos respectivos de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Tal como es conocido, la actividad de construcción conforma una de las actividades más significativas de desarrollo a nivel internacional, tal como señalan Mendoza y Cornejo (2018): “La actividad de construcción influye en el estilo de vida de las personas. Se ha aludido al desarrollo como dinamizador de la economía cercana, siendo, durante la hora de ejecución de las obras, el período de estimación sin precedentes del empleo, y durante la utilización de las obras, efecto del desarrollo, es posible cambiar la estructura en la que se hace la economía de una ciudad”.

Sin embargo, para el desarrollo de esta actividad, una de sus principales deficiencias es la compleja distribución de trabajo, tal como indica Pathirage (2006): “Debido a la gran cantidad de participantes y flujo de información. Además, de presentarse bajos índices de productividad a nivel mundial”. Esta situación, tal como señala Finger (2015): “Afecta directamente la productividad, resultando indispensable utilizar herramientas para potenciar y mejorar los procesos de las

diferentes etapas de los proyectos”, por lo que se señala que la productividad es deficiente.

Para ejemplificar de una manera más clara, tenemos las afirmaciones de Orihuela (2003) que señala: “Se comprueba con estudios en otros países como Brasil (Pichi,1993) o Chile (Alarcón y Mardones, 1998) que un 6% del costo total de la obra, se deriva de los desperdicios generados en obras de edificaciones, esta situación se produce debido a una mala optimización del proceso, esto es evitable generando una productividad de gestión aplicable con la herramienta Last Planner”.

En ese sentido, Atkins (2001) refiere: “Una de las principales razones de la deficiencia en la gestión de la productividad de los procesos constructivos se debe a que las bases administrativas se encuentran mal definidas, lo cual presenta errores y omisiones, que en consecuencia generarán futuros conflictos entre las diferentes partes de un proyecto, produciéndose además una carencia de formalidad en la administración contractual. Por otro lado, la ineficiente coordinación tanto entre los diversos proyectos iniciales y las diferentes disciplinas de trabajo, generan divergencias ya que muestran un bajo nivel de detalle, conllevando a una escasa precisión y objetividad. Esto ha generado que el sector construcción experimente un incremento en el interés por la productividad, ya que los clientes son cada vez más exigentes y reclaman una eficiencia en el producto que les supone un esfuerzo económico. Debido a esto, las empresas han empezado a concientizarse que el coste de no implementar la gestión en la ejecución de la construcción llega a suponer entre el 5 y 10% de la producción”.

Esta situación no es ajena a nuestro país, ya que a nivel nacional, es conocido que como señala Costos Educa (2018): “La productividad en las obras de

construcción se ha mantenido en un nivel muy por debajo de las normas de otras áreas lucrativas. La utilización de una innovación suelta y distintiva no da el grado de detalle, ni la representación ideal del modelo, esto provoca que no haya nada más que una impresión inconfundible y correcta de cómo diseñar el desarrollo de una estructura, provocando mermas que posteriormente han repercutido en la productividad de los procesos constructivos de las obras a la hora de su entrega y la correspondiente disconformidad de los usuarios finales”.

Además, “nuestra nación está experimentando un período de desarrollo acelerado en el marco conocido como la explosión de la construcción, lo que hace que esta área sea una de las más atractivas para contribuir por parte de agentes pequeños y medianos, esa es la razón por la cual en Perú hay más de 8,000 obras y de organizaciones pequeñas y alrededor de 5500 organizaciones de desarrollo convencional” según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Por lo tanto, podemos concluir que para mantener a un número tan significativo de organizaciones de desarrollo fuera de quiebra, la administración de cada una debe tener un marco administrativo para controlar sus empresas, ya que la ausencia de la organización de los ejecutivos y el establecimiento de procedimientos provoca disminución en los beneficios e incluso en valor (razones por las cuales una organización puede fallar). Además, las extensiones en la actualidad tienen un alcance caracterizado que debe ejecutarse en el tiempo concebible más limitado.

La situación de incumplimiento de plazos contractuales de obras de construcción es frecuente en el Perú. En un artículo publicado en El Comercio se muestran obras paralizadas o retrasadas de gran magnitud. Lino (2018):

1. Costa Verde del Callao: S/ 313 millones

2. Línea 2 del metro S/ 14.496 millones
3. Ampliación del Metropolitano hasta Carabayllo: S/422 millones
4. Vía Expresa Sur: S/ 640 millones
5. 'By-pass' óvalo Monitor: S/ 66,7 millones
6. Teleférico cerro San Cristóbal: S/ 8 millones
7. Teleférico El Agustino: S/107,5 millones
8. Teleférico Independencia: S/161,3 millones
9. Túnel La Molina-Miraflores: S/ 1.661 millones

A esto tenemos que sumar lo que Ghio (2001) manifiesta: “Las fuentes de desperdicios suponen costos adicionales, así como retrasos en las obras, dificulta limitar las alteraciones o cambios en el trabajo, no siguiendo los destinos de la tarea y el cliente, por lo que la aplicación de la herramienta Last Planner es la idónea para la reducción al mínimo de los desperdicios en obra, ya que ha sido probada eficazmente en las obras de construcción”.

Entonces, como se ha manifestado, una herramienta como el Last Planner, puede solucionar y optimizar el proceso constructivo, tal como Jardí (2018) indica: “La importancia de este estudio se debe a que la gestión de la productividad de procesos constructivos en las primeras etapas de todo proyecto es una pieza fundamental que, si se aborda adecuadamente generaría resultados óptimos favoreciendo tanto a los Stakeholders, como a las empresas inmobiliarias. Con la aplicación de la herramienta Last Planner se pretende una mejora de la productividad, generándose nivel de satisfacción óptimo” (Jardí, 2018), debido que la forma tradicional de trabajar en la construcción a la hora de la toma de decisiones se hace en el terreno generando pérdidas y múltiples retrasos, lo que repercute al

final en detrimento de la productividad de la obra, generando disconformidades a la hora de la entrega de la misma, a diferencia de si se gestionara en las etapas tempranas del proyecto. Además, esta propuesta es innovadora, debido que en el Perú aún está en una etapa inicial, a diferencia de otros países como Chile y España que están avanzados con la aplicación de la herramienta “Last Planner”.

ESTIMADO DE DESPERDICIO EN OBRAS DE EDIFICACIONES			DEFECTOS DE DISEÑO		
(% del costo total de la obra)			N°	DEFECTOS DE DISEÑO	%
ITEM	DESCRIPCIÓN	%			
Restos del material	Restos de mortero	5.0%	1	Escaso detalle de los elementos estructurales	13.97%
	Restos de ladrillo		2	Falta de planos detalles de arquitectura	12.78%
	Restos de madera		3	Incompatibilidad entre las diferentes especialidades	11.59%
	Limpieza		4	Cruce de información incorrecto con estructuras	8.17%
Espesores adicionales de mortero	Retirada de material	5.0%	5	Falta de definición de elementos de arquitectura	6.54%
	Tarrajeo de techos		6	Modificaciones en los planos de estructuras	6.39%
	Tarrajeo de paredes internas		7	Falta de dimensiones de arquitectura	6.24%
Dosificaciones no optimizadas	Tarrajeo de paredes externas	2.0%	8	Falta de indentif. y ubicación de elementos de arq.	5.65%
	Contrapisos		9	Materiales de acabados que requieren muestras	4.75%
	Concreto		10	Problemas con los ejes	4.46%
	Mortero de tarrajeo de techos		11	Defectos de diseño en el desagüe	4.16%
Reparaciones y trabajos no computados con el	Mortero de tarrajeo de paredes	2.0%	12	Cruce de información incorrecto con arquitectura	3.12%
	Mortero de contrapisos		13	Cambios de diseño de propietario	3.12%
Proyectos no optimizados	Mortero de revestimientos	6.0%	14	Defectos de diseño eléctrico	2.97%
	Repintado		15	Se entregan tarde los planos de arquitectura	1.93%
	Rebques		16	Defectos en los diseños A.C	1.49%
Perdidas de productividad debidas a problemas de calidad	Corrección de otros servicios	3.5%	17	Problemas con los equipos eléctricos	0.89%
	Arquitectura		18	Estructura de los equipos	0.59%
Costos debido a atrasos	Estructuras	1.5%	19	Problemas con los materiales en el mercado	0.45%
	Instalaciones sanitarias		20	Convención de símbolos	0.45%
Costos en obras entregadas	Instalaciones electricas	5.0%	21	Defecto en los diseños de gas	0.30%
	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra		TOTAL	100.0%	
TOTAL		30.0%			

Figura 1: Desperdicio en obras y defectos de diseño.
Fuente: Pablo Orihuela y Jorge Orihuela

En la figura anterior, se muestra como la aplicación de la herramienta “Last Planner” redujo el plazo de entrega de la obra en 66 días laborales. Logrando reducir el tiempo de entrega en 26 %. Además, se cuantificó las cuadrillas de encofrado en los elementos verticales, de muros. Donde se logró optimizar la mano de obra en

24.68%, 63.71% y 43.13% respectivamente. Se obtuvo un ahorro general de S/. 71 613.97.

En costos indirectos se generó un ahorro de 50 mil soles aproximados por mes, debido que se culminó la obra en un menor tiempo, como fueron 3 meses se obtuvo un ahorro total de 150 mil soles aprox.

Elementos	MO Real S/.	MO SC S/.	Ahorro MO S/.	% de ahorro MO
verticales	8308.59	33663.56	25354.97	24.68%
losas	37278.44	58516.35	21237.9147	63.71%
vigas	18977.42	43998.51	25021.0865	43.13%

Figura 2: Porcentaje de ahorro de la mano de obra de la partida de encofrado (Last Planner)

Fuente: Aplicación de “Last Planner” para la ejecución de un proyecto de vivienda. caso práctico “Edificio Maurtua III”

Es en ese sentido que la presente investigación, aplicó la herramienta “Last Planner” para optimizar la productividad de los procesos constructivos de la obra: "Mejoramiento de taludes en las zonas de riesgo por deslizamiento en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima", la cual busca brindar “adecuadas condiciones de seguridad de taludes en zonas de riesgo por deslizamiento”, siendo esta una obra prioritaria para los beneficiarios que requieren que la ejecución de la obra se haya dado cumpliendo el alcance, tiempos y costos programados, sin demoras, debido a la situación de riesgo en la que se encuentran.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo aplicar el Last Planner en la optimización de los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿De qué manera el nivel de productividad optimiza los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?
2. ¿Cómo aplicar el porcentaje de plan cumplido para optimizar los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?
3. ¿Cómo se aplica la curva de aprendizaje para optimizar los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?

1.2.3. Práctica o social

En cuanto a la justificación práctica de la presente tesis, en concordancia de lo que señala Ccanto (2010), se tiene que: “La justificación práctica existe cuando se aporta información útil que puede resolver problemas de la ingeniería, en todos sus ámbitos, evitar consecuencias negativas, prevenir, corregir errores, reducir costos, mejorar la eficacia, mejorar la eficiencia, información útil para resolver problemas de gestión empresarial cotidianos o latentes, entre otros”.

Debido a esto, en la presente tesis, se aporta con información que beneficia a la población ya que al implementarse la herramienta “Last Planner”, se busca optimizar el proceso de ejecución de obras, cumpliéndose el alcance, tiempo y costos programados, sin demoras ni sobrecostos.

1.2.4. Científica o teórica

Ccanto (2010) indica, para la justificación teórica lo siguiente: “La justificación teórica existe cuando se aporta un nuevo conocimiento científico, nuevos conceptos, nuevas teorías, nuevas formas de entender los problemas de la ingeniería, adaptaciones teóricas a nuevos contextos, entender problemas viejos con nuevas formas creativas, ampliar conceptos o corregir ambigüedades en la teoría, nuevas aplicaciones de conceptos y teorías a otras realidades, etc”.

Por lo tanto, a través de la investigación realizada, se aporta con conocimiento propios respecto a la implementación del “Last Planner” en la optimización del proceso constructivo de muros de contención.

1.2.5. Metodológica

Santa Cruz (2015), señala que: “La justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable.”

En ese sentido la presente tesis, propone una metodología propia para la implementación del “Last Planner” en pro de optimizar el proceso constructivo de muros de contención.

1.3. Delimitaciones

1.3.1. Espacial

En la presente investigación se tuvo como delimitación espacial, al AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima.



Figura 3: *Delimitación espacial.*

Fuente: Google Maps.

1.3.2. Temporal

La presente investigación se realizó durante los meses de octubre del 2021 hasta el mes de enero del año 2022.

1.3.3. Económica

Por tratarse de una obra ejecutada por modalidad de contrata por el Consorcio San Juan para EMAPE S.A, se trata de recursos públicos.

1.4. Limitaciones

1.4.1. Limitaciones por el Covid-19

Para la ejecución de la presente tesis, se tuvieron demoras y contratiempos, debido a la coyuntura de la pandemia por la Covid-19, en lo que corresponde a la restricción de horarios y movilidad a obra (toques de queda, restricciones por la pandemia), dificultad al acceso de información de obra, así como, en el tema del “Last Planner” al tenerse poco número de empresas que implementan esta herramienta, así también, la falta de conocimiento por parte de profesionales de la construcción

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Optimizar los procesos constructivos de muros de contención aplicando el Last Planner - Lima 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Analizar de qué manera el nivel de productividad optimiza los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.
2. Determinar cómo aplicar el porcentaje de plan cumplido para optimizar los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.
3. Identificar cómo aplicar la curva de aprendizaje para optimizar los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Guevara y Loayza (2020) en su trabajo de investigación **“Aplicación de la metodología Last Planner System para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la región Tacna – 2020”** realizado en la Universidad Privada de Tacna, considera como problema general: **¿De qué manera influye la metodología Last Planner System en Mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna -2020?**”, como objetivo general: **“Determinar la influencia de la metodología Last Planner System en mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna –2020”**, como hipótesis general indica: **“La metodología Last Planner System influye significativamente en mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna –2020”**, en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue no experimental, el nivel fue descriptivo, de tipo aplicado. Como conclusiones indica que: **“En esta tesis se determinó la influencia positivamente la metodología Last Planner**

System en Mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna – 2020. Lo más importante de la determinación de esta metodología fue que se logró reducir el tiempo de ejecución del proyecto estudiado mediante la realización de la teoría de restricciones (Lookahead). Lo que más ayudo a determinar esta metodología fue identificar las actividades críticas, la distribución del personal obrero (peón) y realizar una encuesta acerca del uso de la metodología LPS, lo más difícil en la determinación de la metodología fue la realización de una adecuada programación, Porque, se identificó que el proyecto de estudio; Recuperación del servicio de agua potable de la línea de aducción desde la cámara 150 hasta el distrito de Alto de la Alianza - provincia de Tacna – Región Tacna, tenía deficiencias en la distribución del personal obrero (peón) y en el estudio de tipo suelo encontrado al momento que se ejecutó la obra. En esta tesis se determinó la influencia positivamente en la Metodología Last Planner System en los índices semanales de producción (ISP) para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna – 2020. Porque se fiscalizo el avance diario de la mano de obra, obteniendo como resultado una baja productividad en los meses de noviembre y diciembre del proyecto. Lo que más ayudo a determinar esta metodología fue la realización de nuestro PPC con la que nos indicó un resultado de 53% en la acumulado dando así una baja confiabilidad al momento de que se ejecutó el proyecto de estudio; Recuperación del servicio de agua potable de la línea de aducción

desde la cámara 150 hasta el distrito de Alto de la Alianza - provincia de Tacna – Región Tacna”.

Heredia (2017) en su trabajo de investigación “Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial Open Plaza Huancayo” realizado en la Universidad Continental, considera como problema general: “¿Cómo determinar la eficiencia del proceso constructivo tradicional y el proceso constructivo industrializado en la partida de estructuras, específicamente en losas de entrepiso del centro comercial Open Plaza Huancayo?”, como objetivo general: “Determinar la eficiencia del proceso constructivo tradicional y el proceso constructivo industrializado en la partida de estructuras, específicamente en losas de entrepiso del centro comercial Open Plaza Huancayo”, en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue no experimental, el nivel fue descriptivo, la población estuvo conformada por la ejecución de la obra del Centro Comercial Open Plaza y la muestra fue la partida de estructuras. Como conclusiones indica que: “Partiendo de la investigación realizada, basándonos en la observación de los resultados obtenidos; en la aplicación de la Normatividad del proceso del diseño estructural sismo resistente, planteamos las siguientes conclusiones: “Utilizar prefabricados permite tener simultaneidad de actividades, por un lado, sin detener sus actividades el personal mano de obra continua sus labores de soporte en vigas, columnas y placas; mientras en otro ambiente se van fabricando las pre losas para luego ser montadas; generando así un proyecto más rápido,

ordenado y limpio. Este sistema prefabricado no requiere la actividad de encofrado, optimizando la mano de obra, el uso de materiales y disminuyendo así la probabilidad de aparición de restricciones. En el campo estructural, muestra que ambos sistemas son confiables y resistentes, su comportamiento estructural es similar y cuentan con la misma cantidad de cuantía de acero, garantizando así el monolitismo en la estructura, con lo que cumplen la función de sostener las cargas de gravedad y formar un diafragma rígido intermedio en la estructura. En cuanto al costo de una losa con pre losa frente a una losa maciza es menor al 15% con respecto al otro. Utilizar pre losas implica ahorro del tiempo, ya que suprime actividades y las reemplaza por el montaje de elementos, el rendimiento de mano de obra que muestra que este sistema es superior en un 40% con respecto al sistema tradicional mejorando la capacidad de respuesta en las entregas, este hecho conlleva a la reducción del cronograma de obra y reducción de gastos generales. El sistema pre losa posee un mejor acabado de fondo de losa comparándola con un sistema tradicional, ayudando así a prescindir del falso techo. importancia porque cada vez más se prefabrican elementos para luego ser montados en el lugar donde se construye, incrementando así la eficiencia en la medida en que se reduce la mano de obra. Finalmente, existen diversos factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos de obra que son de gran impacto en las horas hombre el cual son considerados en esta investigación. Para el autor y los que sucedan, ha sido novedoso este nuevo sistema de losas de entepiso en Huancayo, ello ha dado luces a futuras

investigaciones las que estarán enfocadas a nuevas formas de tecnología; en donde deben estar implicados todos los agentes participantes: proyectistas, empresas constructoras, administraciones y usuario final; cuyos resultados se están logrando en países del primer mundo, dejando así de aferrarse el Perú a la construcción tradicional cuanto proyectos de gran envergadura se trata”.

Pirca y Pirca (2019) en su trabajo de investigación “Aplicación del sistema Last Planner System en el proceso de planificación de la obra: Dirección Regional de Educación de Huancavelica” realizado en la Universidad Nacional de Huancavelica, considera como problema general: ¿Qué efectos produce la aplicación del sistema Last Planner System en el proceso de planificación de la obra: Dirección Regional de Educación Huancavelica?”, como objetivo general: “Determinar los efectos que produce la aplicación del sistema Last Planner System en el proceso de planificación de la obra: Dirección Regional de Educación Huancavelica”, considera como hipótesis general: “La aplicación del sistema Last Planner System produce efectos significativos en el proceso de planificación de la obra: Dirección Regional de Educación Huancavelica”, en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue no experimental, el nivel fue descriptivo. Como conclusiones indica que: “El nivel general de actividad se incrementa y reduce según sea el caso: Trabajo productivo se incrementó en 21.02% respecto al 48.16% de la evaluación preliminar y como consecuencia de este incremento el trabajo contributivo se redujo en 8.65% respecto al 29.02% y el trabajo no

contributivo se redujo en 12.37% respecto al 22.81% de la evaluación preliminar. Al analizar los resultados de desempeño de las cuadrillas analizadas se tiene que se logra un PPC de hasta 100% manteniendo una media final de 84%, lo que es bastante alto, esto quiere decir que están altamente comprometidos con los trabajos que realizan. Un porcentaje de asignaciones completadas alto solo está indicando que lo que programa en forma semanal se está ejecutando adecuadamente en obra. Respecto a las causas de no cumplimiento (CNC) luego de haber aplicado el sistema, estos fueron reducidos a 0 eventos en las últimas 4 semanas. Las causas de no cumplimiento por diseño o dificultades en el proyecto corresponden a 15%, los de actividades precedentes representan un 20%, por falta de espacio para trabajar 5%, mano de obra 20%, materiales 20%, equipos 15% y por falta de conformidad representan un 5% de las causas de no cumplimiento”.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Hoyos (2018) en su investigación titulada: "Last Planner en Colombia, una revisión a la implementación y su impacto en el desempeño de proyectos de construcción" en la Universidad EAFIT-Colombia, considera como problema general: “¿Cómo identificar las prácticas de Last Planner System (LPS) implementadas por las empresas constructoras colombianas?”, como objetivo general: “Identificar las prácticas de Last Planner System (LPS) implementadas por las empresas constructoras colombianas”, en cuanto a la metodología fue no experimental de carácter descriptivo, tuvo un enfoque cuantitativo. Como

conclusiones indica que: “El LPS no cuenta con sistemas de indicadores de desempeño que relaciones directamente su implementación con los resultados finales del proyecto, además se encuentran todavía numerosas falencias en la etapa de aplicación y sostenimiento de la metodología en el tiempo que no permiten obtener el máximo beneficio de la misma. A partir de la información recopilada en campo, la cual fue posteriormente tabulada, codificada y analizada, se puso de manifiesto la falta de interiorización del sistema, desde los encargados del área Lean o productividad, hasta los subcontratistas y personal operativo, último eslabón de la cadena de planificación. Los principios del LPS deben permear la cultura de la empresa, desde la cabeza de la organización hasta el nivel de la unidad de producción, pues de otra forma el éxito de la herramienta no será el esperado, asimismo, debe haber articulación entre los tres niveles de planificación, el plan semanal debe estar sincronizado con el plan intermedio y este a su vez con el plan general, para garantizar un flujo de trabajo continuo que minimice las ineficiencias y disminuya las pérdidas. Los vacíos en la noción de la herramienta se hallaron más marcados en los maestros y subcontratistas, y de forma incuestionable en el personal operativo, la falta de claridad conceptual, también se observó en algunos profesionales de obra, lo cual se relaciona directamente con la falta de capacitación que tienen los trabajadores cuando ingresan a las compañías”.

Bonilla (2017) en su trabajo de investigación “Estudio de la variabilidad en la implementación del Last Planner System (LPS) en

proyectos que adoptan la herramienta por primera vez” en la Universidad del Valle, considera como problema general: “¿Cuál es la variabilidad en los resultados de la gestión de programación y control en construcción con la implementación del sistema del Último Planificador (Last Planner System, LPS) en proyectos que inician la implementación de la herramienta?”, como objetivo general: “Estudiar la variabilidad en los resultados de la gestión de programación y control en construcción con la implementación del sistema del Último Planificador (Last Planner System, LPS) en proyectos que inician la implementación de la herramienta”, en cuanto a la metodología “se realiza un análisis estadístico de la información de 14 proyectos obtenida de la bibliografía encontrada en las bases de datos a las que se tiene acceso por medio de la Universidad del Valle, además, se revisa el comportamiento de los porcentajes de planificación cumplida (PPC) de cada uno, identificando las causas de no cumplimiento (CNC) y finalmente se procesa la información estadísticamente”. Como conclusiones indica que: “Las causas de no cumplimiento de mayor variabilidad encontradas en los proyectos fueron: problemas asociados a la mano de obra, falta de prerequisite, falta de materiales, afectación por causas del clima y falta de equipos y/o maquinarias, según se observa en la gráfica 52 pues muestran las cajas más altas. Los problemas con la mano de obra impactan sustancialmente en los proyectos que inician la implementación de LPS por primera vez, se observó que esta causa generó una de las variabilidades más altas en los proyectos analizados. Los proyectos que presentaron mayor variabilidad

mostraron como causas de no cumplimiento en común los problemas asociados a la mano de obra y el bajo rendimiento en la mano de obra, (ver tabla 20), la mano de obra se convierte en un factor de control en la primera implementación del LPS. La falta de prerequisite se convierte en un elemento que debe ser objeto de control en la implementación de LPS, este estudio identifica que esta razón genera variabilidad en los resultados de la programación. La falta de materiales como una de las causas de no cumplimiento encontradas nos indica la importancia de que toda la cadena de suministros se alinee con la implementación de LPS. La implementación de LPS por primera vez nos muestra que la variabilidad en los resultados de la programación disminuye, sin embargo, se presentan causas que no permiten que se tengan PPC altos (mayores al 80%). La investigación demostró que las causas más frecuentes de no cumplimiento fueron internas, las cuales pueden ser controladas por la administración de la obra, generando que una primera implementación de LPS mejore con el compromiso de los actores principales de la obra y se avance en la implementación optimizando los resultados. Involucrar a todos los actores que intervienen en el proyecto, diseñadores, subcontratistas y proveedores en el proceso de implementación mediante talleres de capacitación dará mejores resultados. El programa permite que el personal se involucre más en el proceso de programación y control y con esto exista más horizontalidad en el trato hacia el trabajador. La poca cultura de planificación en el medio de la construcción dificulta la implementación del sistema, la mentalidad de resolver todo en el camino, apagando

incendios implica que se requiera tiempos más extensos de aplicación para la estabilización del sistema. Si toda la cadena de suministros entiende, maneja y se involucra en el proceso de implementación disminuirán las causas de no cumplimiento como falta de materiales, fallas con el subcontratista y en gran parte que el prerequisite no esté listo. Una vez se tienen identificadas las causas de no cumplimiento se deben buscar acciones correctivas para garantizar la mejora continua. La resistencia al cambio es un factor importante en la aplicación del sistema especialmente con los maestros y la mano de obra no calificada, se evidencia en este estudio siendo la causa de no cumplimiento más representativa problemas asociados a la mano de obra.”.

Parra (2019) en su trabajo de investigación “Efecto del Last Planner System en la productividad total de los factores en proyectos de obras viales” en la Universidad Nacional de Chimborazo, considera como problema general: “¿Cuál es el resultado del efecto del Last Planner System en la Productividad Total de los Factores en un proyecto de obra vial.?”, como objetivo general: “Determinar el efecto del Last Planner System en la Productividad Total de los Factores en un proyecto de obra vial.”, en cuanto a la metodología utilizó el método científico, fue no experimental y descriptivo. Como conclusiones indica que: “Al haber implementado la metodología SUP durante ocho semanas en el proyecto vial, por motivo de tiempo y predisposición de los encargados del proyecto, se aplicaron cinco actividades de las quince que propone el SUP, lo que no permitió obtener un buen desarrollo de la metodología, dando

como resultado el porcentaje del PPC de 0% en la semana 4 y 8, esto refleja que si se realizaron las actividades pero no dentro de lo planificado, por lo tanto existió gasto y ganancia, aun cuando el indicador PPC no registra cumplimiento. Este es un punto ciego del PPC en el LPS. En esta investigación, no se encontró relación directa entre el PPC y la PTF, debido a que el porcentaje de cada uno varía de manera independiente, para el cálculo de la PTF se consideraron los costos reales de los tres factores productivos, mismos que discrepan con los precios unitarios del presupuesto referencial; es decir el tener un porcentaje alto o bajo en el PPC no se relaciona en este caso con la ganancia o pérdida económica en el proyecto investigado. Una de las principales limitaciones presentadas en esta investigación es la cantidad de actividades realizadas y su tiempo de ejecución, las actividades culminaban en menos de una semana, impidiendo liberar las restricciones y mejorar la productividad, lo que no permite generalizar los resultados obtenidos del PPC; por motivo del tiempo designado para desarrollar la investigación y predisposición de los encargados del proyecto. Otra limitación es la cantidad de factores productivos analizados, se estudiaron solo los factores productivos directos: mano de obra, materiales, maquinaria y equipo, y no los factores productivos indirectos tales como: tecnología, gestión, mantenimiento de oficinas, entre otros, tema que podrá ser investigado a futuro”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Last Planner System (LPS)

“En la actualidad existen algunas estrategias para supervisar los planes de trabajo, tanto para la organización legítima como para la comprobación y el control de las actividades, en cualquier caso, cada uno de estos aparatos tiene diversas cualidades que los hacen ideales para diversas circunstancias y situaciones. En este estudio se trabajará en función de uno de los instrumentos más utilizados y generalmente populares en este campo, para garantizar la mejor manejabilidad, cumpliendo el objetivo de la investigación”.

Este instrumento es el LPS (Last Planner System), dice Patel (2011) que: “El Sistema del Último Planificador fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en la gestión de los objetivos de la filosofía Lean Construction como una gestión de organización y control de la construcción para mejorar la inconstancia en los trabajos de desarrollo y disminuir la vulnerabilidad en las actividades planificados. Esencialmente, el SUP es una metodología práctica en la que los directores de desarrollo y los pioneros del grupo se unen para preparar diseños de trabajo que pueden ser ejecutados con un grado serio de productividad inquebrantable para mejorar la fuerza de trabajo”.

Alarcón y Pellicer (2009) señala: “El LPS es posiblemente la técnica más divulgada dentro de la filosofía Lean Construction; está centrada en la fase de ejecución, concretamente en la obra (Ballard y

Howell, 2003). Este sistema fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del Lean Construction Institute (Ballard, 1994 y 2000; Ballard y Howell, 1998) y ha tenido una amplia difusión a nivel mundial. Este sistema pretende incrementar la confiabilidad de la gestión y, por tanto, incrementar el desempeño en la obra; para ello, el sistema provee herramientas de gestión y control efectivas. El LPS está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en las obras; esto se consigue aplicando acciones concretas en los diferentes niveles de la gestión”.

“La gestión tradicional trataba de minimizar el tiempo y coste necesario para completar cada tarea de manera aislada, sin embargo, estas medidas hacían impredecibles el flujo continuo de trabajo los costes se incrementaban, la duración se extendía, la seguridad y la productividad disminuía y el riesgo aumentaba”.

“El Last Planner o último planificador es la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible, es la persona que asigna las tareas de trabajo directamente a los trabajadores. Se trata de un sistema Pull porque es la actividad subyacente la que impulsa y marca el ritmo y no a la inversa como ocurre en el sistema tradicional”.



Figura 4: *Gestión de procesos del LPS.*

Fuente: Structuralia.

“El Last Planner System añade un componente de control de la producción, transforma lo que debería hacerse en lo que se puede hacer”.

Pellicer (2015) manifiesta que: “El proceso de aplicación del sistema se realiza en cascada, considerando una estructura de niveles desde el bajo grado de detalle (Zoom Out) hasta el alto grado de detalle (Zoom In), según avanza el proyecto y se puede precisar mejor la gestión. Esto permite, además, adecuar la información al nivel organizativo de la empresa: poco detalle para los directivos de la empresa y del cliente, mucho detalle para los responsables de cada tarea específica. Este proceso puede esquematizarse de la siguiente forma”.

“El Sistema del Último Planificador es un conjunto de procedimientos, propuestos por Howell y Ballar, que se ven dentro del diseño de Lean Construction y se confía en que se apliquen en la administración y control de la obra para restringir su cambio y debilidad a lo largo de su ejecución. Esto se debe a que esta estructura une un método

más ecuánime y sincero de avanzar hacia la asociación obteniendo la aportación de los supervisores de la mejora y los pioneros de la recolección, por ejemplo, los expertos y los administradores de campo”.

“Una de las deficiencias de la administración típica es que muestra lo que debería supervisarse sin imaginar que, sobre el terreno, se ha trabajado recientemente en lo que debería ser realmente concebible. A continuación, se presentan imágenes para reflexionar sobre el marco convencional y el LPS, además de una imagen que muestra las ventajas de aplicar Last Planner sobre el marco habitual”.

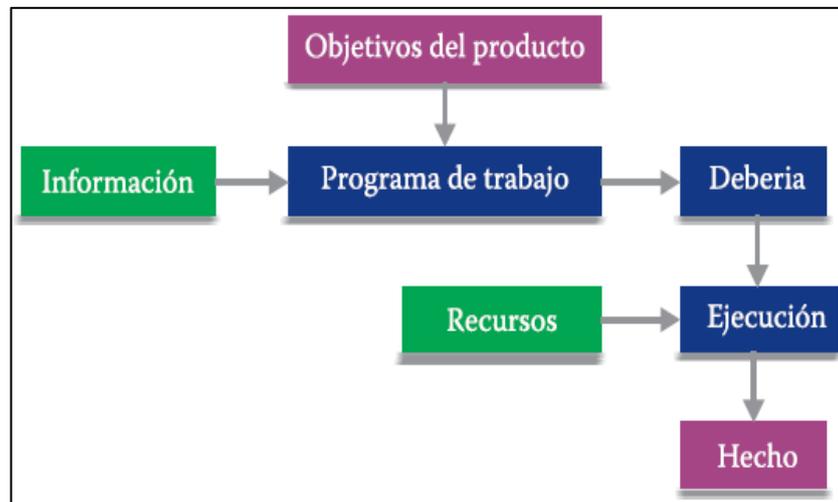


Figura 5: Marco convencional de organización.

Fuente: Koskela (1992)

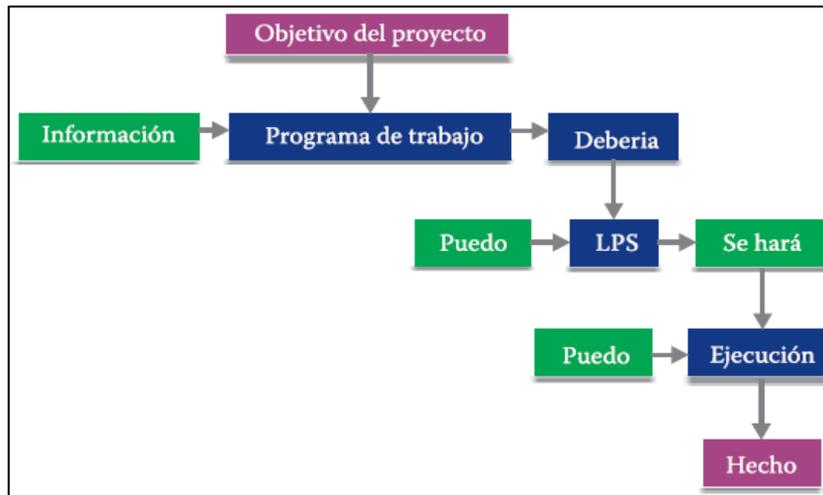


Figura 6: *Marco de ordenación del LPS.*

Fuente: Koskela (1992)

“La estructura del Último Planificador es un artilugio para controlar las interdependencias entre las medidas y reducir la vacilación entre ellas y, por tanto, garantizar el cumplimiento más notable posible de las prácticas de ordenación dentro de la hipótesis de Lean Construction”.

“El Último Planificador es una estructura de creación de control en la que los marcos jerárquicos habituales se refrescan para incluir nuevos niveles, en algunos casos fusionando capataces o diferentes trabajadores contratados, entre varios miembros. Cumplir con la responsabilidad autoritaria”.

“La ordenación no debe considerarse simplemente como la utilización de la programación del PC para organizar las tareas. La asociación debe caracterizar qué puede hacer cada uno, cómo debe hacerlo, qué desarrollo debe hacer, quién es capaz y por qué. Para ello, y para actualizar una estructura de solicitud que combine los enfoques anteriormente mencionados (generalmente percibidos en su mayoría, pero

mínimamente ejecutados), Glenn Ballard propone el sistema Last Planner, teniendo en cuenta los principios de Lean Construction, que está básicamente orientado a ampliar la naturaleza de la asociación y, posteriormente, a desarrollar más la ejecución. Esta ampliación de la fiabilidad se realiza mediante acciones básicamente a dos niveles: asociación moderada (preparación) y asociación semana a semana”.

“El apoyo autoritario utilizado en el desarrollo Lean, al igual que las estrategias de control utilizadas, disminuye las grandes decepciones trabajando en la fiabilidad de la interacción del trabajo. La etapa subyacente es construir la productividad inquebrantable de las asignaciones de trabajo en el grado de creación mismo.

“Los sistemas de organización habituales, que fallan en cuanto a una estrategia para esperar el flujo de trabajo con cierta exactitud, generalmente establecen grupos que deben asumir una intención de flexibilidad para mantenerlos ocupados”.

“Desgraciadamente, aplicar la flexibilidad a un motivo de trabajo requiere versatilidad en toda la cadena de creación. En esta línea, la formación actual de las técnicas de la junta directiva mezcla el ciclo de trabajo con la debilidad y, posteriormente, el error”.

“Un procedimiento de trabajo previsto, en algún momento aleatorio del proceso, permitirá disminuir el surtido de necesidades de recursos, disminuyendo así la actualización de los encargos posteriores. Las estrategias propuestas que dependen de las directrices de Lean Construction se han mostrado tanto en la ordenación como en la mejora,

en organizaciones pequeñas y enormes, rápidas y progresivas, así como en las creadas por subcontratistas individuales”.

Tal como señala Ballad (1994): “En el modo de desarrollo estándar, se planifica el calendario, se dedica mucho tiempo y recursos a la formación de planes de obra y cursos de acción monetarios. El esfuerzo básico de autoridad se convierte en un esfuerzo de control durante la ejecución del giro”.

“Todo iría sin problemas en el caso de que supervisáramos preferentemente. Por regla general, la empresa se desviará de los planes y propósitos previstos por el director el primer día del desarrollo, lo que provocará una reacción en cadena que desembocará en la necesidad de reconsiderar una parte enorme de la empresa. A medida que los espacios abiertos se reducen dentro del diseño general, hay una presión más observable para terminar más rápido. Esto, en su mayor parte, agrava la situación. Los costes de trabajo y de equipo aumentan drásticamente. Por esta situación, se utilizan numerosos recursos, con una eficiencia asombrosamente baja, para atender el negocio dentro de las ocasiones de corte caracterizadas”.

“Teniendo en cuenta la tendencia a coordinar y controlar los ejercicios a nivel global, se ha realizado un movimiento de marcos para resolver la cuestión de la ausencia de valor de la asociación entonces”.

“En un nivel mayor, la manera de resolver la cuestión es hacer más fuertes los proyectos para los esquemas de tiempo más restringidos y por

lo tanto menos únicos. Es factible iniciar la mejora de la nueva estructura tomando nota de la consulta presentada por el cliente”.

2.2.1.1. Planeamiento del LPS

Ballard (2000) refiere: “El Último Planificador es la persona que audita directamente el trabajo realizado por las unidades de composición. El Último Planificador es constantemente responsable de la restricción de las unidades de creación, sus exposiciones y la idea de su artículo. El último organizador en la fase de disposición puede ser el arquitecto principal, en la fase de mejora global puede ser el ingeniero de actividades, en un avance específico puede ser el director de obra o el experto en control”.

“Es habitual relacionar el inicio de LPS con la teoría de Glenn Ballard "Creation Control of Last Planner System" para solicitar el nivel de doctorado, pero en realidad se trata de un giro y una mejora de los artilugios tradicionales de reserva de cursos. En 1997, cuando se creó el LCI (Lean Construction Institute), el marco de Last Planner hacía muy poco tiempo que se había creado con su diseño actual. Lo que quedaba por hacer era trabajar en la productividad ininterrumpida de la interacción del trabajo más allá de la región del 35% - 65% realizada todavía. El sistema de control de la producción "The Last Planner System of Production Control" forma estrategias para trabajar en la naturaleza fiable de la interacción laboral, organizando una serie de ejercicios e instrumentos para evaluar la competencia”.

“Hasta ahora la utilización de LPS es una de las técnicas más increíbles conocidas que diagraman la introducción de "Lean Construction" en la etapa de ejecución, en un nivel muy básico en asociaciones de limitación, en países, por ejemplo, Dinamarca, Finlandia, Estados Unidos, Reino Unido, Indonesia, Brasil, Chile, Australia, Venezuela, Ecuador y Perú”.

“La teoría LPS aborda un ajuste de la mejora, ya que no es simplemente un método más para controlar la creación. Se introducen reflexiones, por ejemplo, la participación entre los diferentes expertos en la materia, se cambia la asociación del lugar de trabajo por la asociación conjunta, donde cada uno de los expertos implicados (especialistas, capataces, subcontratistas, gestor de materiales, profesional de la previsión de riesgos...) elige qué, cuándo y cómo se va a ejecutar la obra, asumiendo los últimos coordinadores (subcontratistas, ases) la responsabilidad del avance de las posibles actividades a realizar. En LPS, el cliente no es sólo el último beneficiario de lo grande, sino también cada uno de los expertos de la cadena de creación que lograrán un resultado”.

Graña y Montero (2002) indica: “Se conocen algunos casos en los que su aplicación ha dado resultados maravillosos en contraste con las prácticas ordinarias, como un aumento del 90% en el beneficio para el trabajador peruano de la estructura por contrato”.

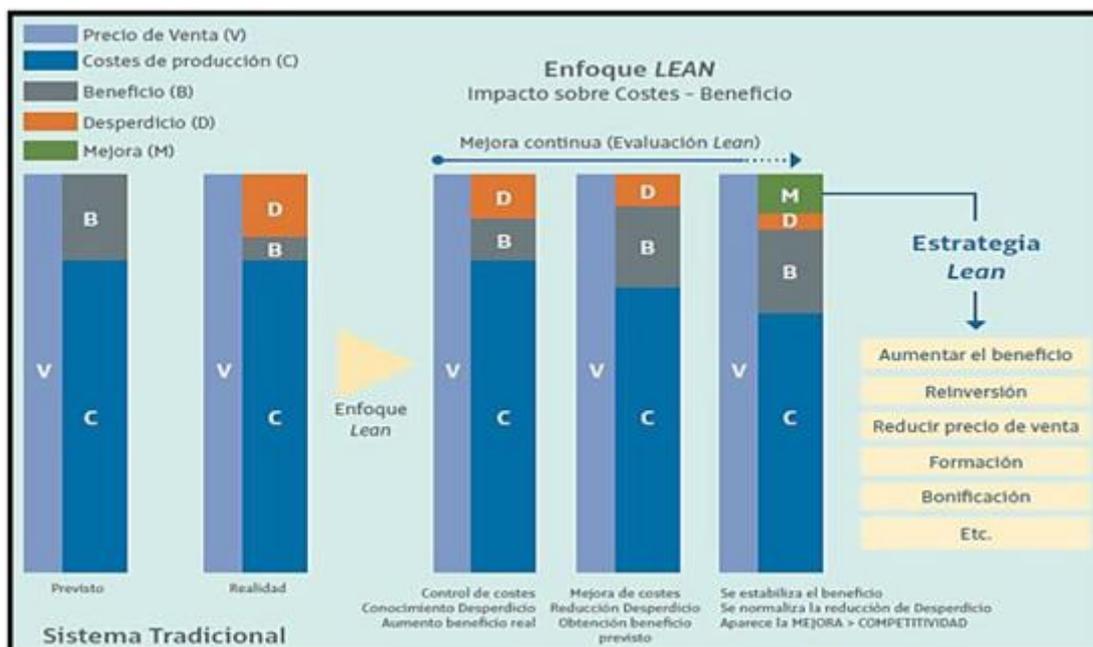


Figura 7: Técnica habitual frente a Lean Construction.

Fuente: Pons (2014)

Los procedimientos que se requieren para el sistema Last Planner se representan a continuación:

- “Cronograma experto: es el ordenamiento de la multitud relativa de ejercicios en el arreglo y se planifica en un diagrama de Gantt que muestra las ocasiones absolutas de los emprendimientos en el arreglo”.
- “Ordenación moderada: es el desglose de la estrategia final para el estudio de los trabajos que se van a realizar temporalmente. La hora de esta ordenación se caracteriza en semanas y se investiga cada uno de los imperativos de las empresas más pronto que tarde para caracterizar qué recados podrían ya ser ejecutados”.
- “Organización semana a semana: Se trata de un plan más detallado y cuenta con las tareas que deben terminarse durante la semana”.

“El nivel de terminación del programa, $PPC = (\text{actividades terminadas/actividades reservadas}) \times 100$, es un marcador de control que comprueba lo que se esperaba terminar en el plan semana a semana”.

Alarcón y Armiñana (2018): “construye esta realidad de forma gráfica. Como se puede ver en el gráfico de arriba, las tres condiciones teóricas de la afiliación son: lo que puede hacer cualquiera, lo que puede hacer cualquiera, en fin, lo que hay que imaginar sobre el terreno. Para establecer que, en caso de duda, las actividades que se confía en hacer son más perceptibles que las que deberían ser posibles, Alarcón las aborda como tres encuentros. Lo que se retrata ahora es uno de los puntos extraordinarios de la disposición estándar, en un nivel muy básico por la razón de que el programa de esfuerzo global expresa lo que debe hacerse, los administradores eligen lo que se hará, y lo que debe ser posible se hace realmente cerca”.

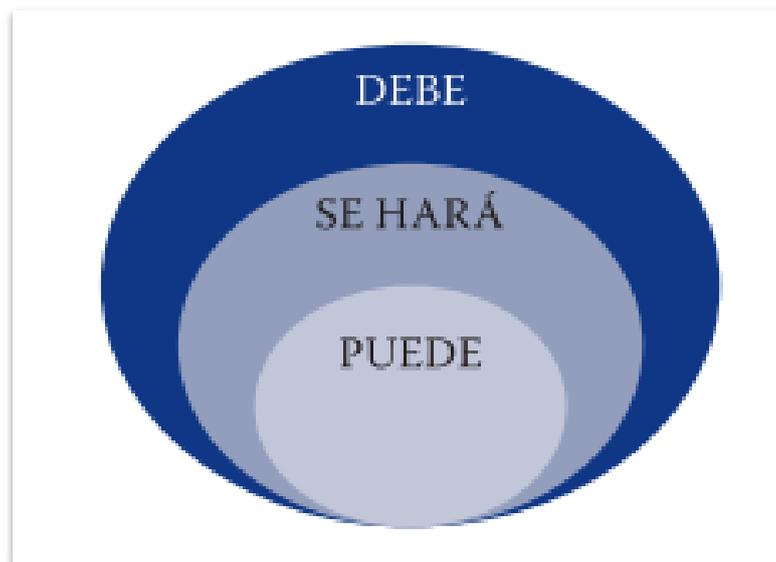


Figura 8: *Planeamiento de Last Planner.*

Fuente: (Alarcón y Armiñana, 2018)

“Los especialistas en la materia garantizan que el cambio logra una mejora en los indicadores de trabajo y avanza un control prevalente de la dispersión de los esfuerzos de progresión. La ejecución del nuevo fieltro solicitante que recoge el punto de vista de Last Planner se logra desterrando el desatino de la solicitud estándar, donde la petición de las actividades a realizar es más perceptible que las que necesitarían ser posibles; la separación entre los dos conjuntos propuestos serán diligencias que se mantendrán fijas, como se denominan, retrasos”.

2.2.1.2. Mejoramiento de la productividad

“La productividad puede caracterizarse como la conexión entre la medida de los productos y empresas entregados y la medida de los activos utilizados. El rendimiento, en lo que respecta a los trabajadores, es equivalente a la ejecución. En cualquier entorno en que se utilice, la productividad es sistemáticamente una correlación entre los rendimientos y las fuentes de información. Este examen puede hacerse en términos físicos o financieros, o en algún otro tipo de indicador. En todos los casos el rendimiento es una proporción de la competencia”.

“La productividad es el rendimiento por hora de especialista o la estimación en dólares por hora de trabajador. Los trabajadores contratados en su mayoría favorecen el significado del trabajo, que se identifica con los resultados, ya que pueden cambiar el tamaño del equipo o la mezcla de grupos de trabajo. Simultáneamente, perciben que se trata en extremo del rendimiento, ya que toda construcción se identifica con la medida de dinero que cobrará el propietario. Los horarios se crean cada (día de

trabajo) u hora especializada, por lo que es normal caracterizar el rendimiento como unidades de rendimiento según el esfuerzo. El examen del rendimiento incorpora la estimación y valoración de la misma, y en este sentido requiere de datos honestos y exactos, ya que implica contemplarla y adquirir de ella un pensamiento sobre la circunstancia, el nivel y el patrón. Es a partir de la investigación que se pueden tomar decisiones y medidas precisas para la mejora de la productividad en las actividades normales de mantenimiento que se examinan”.

2.2.1.3. Gestión inicial o Plan Maestro (Master Plan)

“Se entiende como la gestión inicial o plan maestro (Master Plan). Establece los objetivos estratégicos y los principales hitos del proyecto, definiendo pocas actividades al nivel alto de la EDT. En el caso de proyectos complejos y extensos, puede ser necesario especificar un programa de fase (o fases). Se inicia con una sesión pull entre todos los últimos planificadores: jefe de obra, encargado, capataces, subcontratistas y suministradores relevantes. Supone un compromiso de todos ellos”.

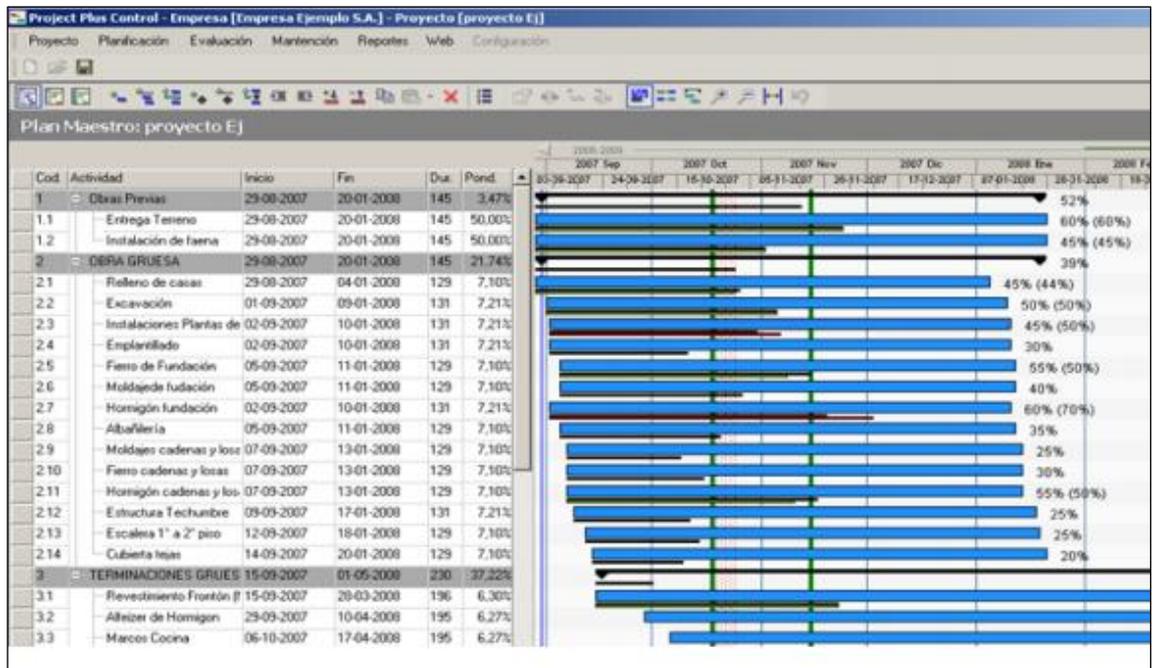


Figura 9: Ejemplo informatizado de Plan Maestro en Project

Fuente: Structuralia

Herrera y Reyes (2017) señalan que: “El sistema Last Planner cuesta implementarlo en la industria de la construcción, pues es la dificultad de cambiar la mentalidad de los profesionales del rubro, introducir estos nuevos principios no es una tarea fácil cuando se está en un grupo de personas que lleva años trabajando siguiendo sus propios métodos tradicionales y al implementar nuevas técnicas puede ser visto como pérdida de tiempo. En general se tiende a pensar que la experiencia soluciona todos los problemas, lo que contribuye a cerrar las puertas a la innovación en el rubro. Lo ideal es rescatar la incorporación de nuevos conceptos y sacar lo mejor de cada método, para así complementarse, con el propósito de mejorar el desempeño al fin y al cabo del proyecto.”

PLANIFICACIÓN TRADICIONAL	PLANIFICACIÓN LPS
Una única persona (generalmente el jefe de obra o alguien de su equipo) define los hitos y realiza la programación de la obra	Un grupo de decisores define los hitos y programa la obra en equipo
Una única persona	Un grupo comprometido
Cálculo de la programación hacia adelante	Cálculo de la programación hacia atrás
No se comparte el conocimiento	Se comparte el conocimiento
No hay debate	Se debate cara a cara
Bajo nivel de detalle	Mayor nivel de detalle
El seguimiento de la programación es difícil	El seguimiento de la programación es sencillo
No hay acuerdo con los planteamientos iniciales	Hay acuerdo con los planteamientos iniciales
La identificación de restricciones es compleja	La identificación de restricciones es sencilla

Figura 10: Diferencias entre la gestión tradicional vs LPS

Fuente: Structuralia

2.2.1.4. Gestión intermedia (Lookahead Planning)

“Optimiza la producción, analizando restricciones y conflictos con el fin de eliminar los cuellos de botella, a un nivel inferior utilizando actividades más detalladas. La gestión intermedia se lleva a cabo para un horizonte entre uno y tres meses aproximadamente. Pretende garantizar el flujo de la producción”.

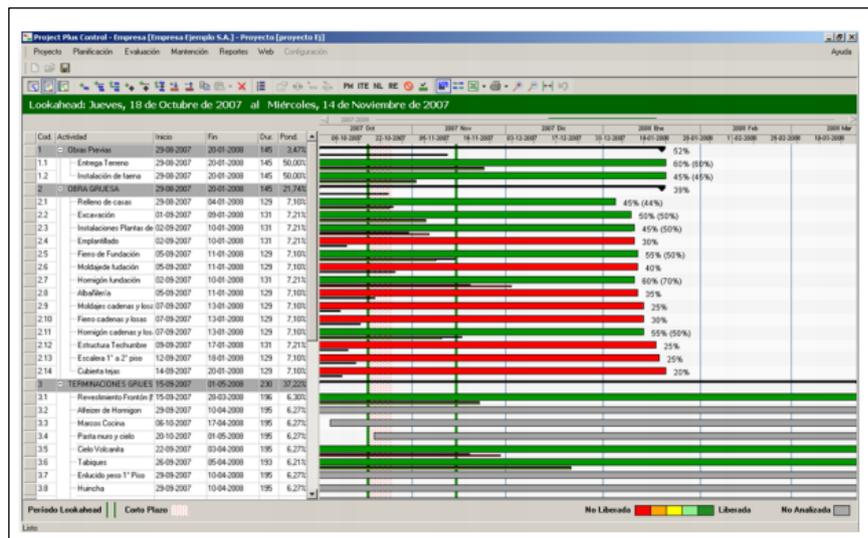


Figura 11: Ejemplo de programación intermedia

Fuente: Structuralia

2.2.1.5. Gestión de compromiso (Weekly Planning)

“Elabora la gestión semanal, con la participación de los últimos decisores o planificadores: encargados, capataces, subcontratistas, almacenistas, etc. como parte del inventario de actividades ejecutables obtenido en la gestión intermedia. Atribuye las actividades con alto grado de detalle a las partes responsables, al nivel más bajo de la EDT. Tiene lugar durante la reunión semanal. Supone una promesa por parte de los involucrados”.

PROYECTO Fecha inicio Fecha fin						Diagrama de Gantt	Causas de NO Cumplimiento													
COD.	ACTIVIDAD	RESP.	OBJETIVO				Cumplido (si/no)	Tipo												
			A ejecutar	Ejecutado	% Alcanzado			SEMANA 1												
						L		M	X	J	V	Proveedores	Subcontratistas	Equipos	Seguridad y S.	Medio Ambiente	Externos	Otros	Descripción	Retraso
			8	9	10	11	12													

Figura 12: Plan de trabajo semanal

Fuente: Structuralia

2.2.1.6. Control y retroalimentación

González et al (2008): “Se reúnen los últimos planificadores para verificar el cumplimiento del plan semanal, detectando las causas de no cumplimiento de lo planificado y estableciendo el plan de la siguiente semana. Los resultados se hacen públicos en la obra (visibilidad), indicando el desempeño de cada una de las partes implicadas por tareas. La confiabilidad del plan se mide en términos del Porcentaje del Plan Completado (PPC), al final de cada semana. Las causas de los fallos de cumplimiento también se investigan semanalmente con el fin de evitarlas

en el futuro. Se parte de la base de que la confiabilidad de la gestión está directamente relacionada con la productividad”



Figura 13: Resumen de metodología Last Planner System

Fuente: Structuralia

2.2.2. Proceso Constructivo

Construmática (2018) indica que: “Se define Proceso Constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar”.

“El paso previo al proceso constructivo consiste en asignar la obra a un constructor o a un grupo de personas, una comunidad, por ejemplo, estableciendo todos los documentos necesarios para que durante el proceso constructivo no surjan dudas respecto a las calidades, los plazos o las condiciones administrativas. Es preciso destacar que la actividad de la construcción es, con frecuencia, una fuente de conflictos entre los diferentes agentes que intervienen y que, por tanto, es necesario plasmar por escrito cualquier relación contractual que tenga lugar durante este proceso. Este hecho se refleja en el que, en uno de los primeros códigos de leyes escritas de la historia de la humanidad, el código de Hammurabi

creado en el 1692 a.C., ya se contemplaban una serie de castigos muy severos aplicables al constructor de una casa, que, por sus vicios de construcción, se derrumbara o tuviera otro tipo de problemas”.

Para el presente proyecto de cuentan con la siguiente información detallada del proceso constructivo y su antesala

METAS FÍSICAS DEL PROYECTO

El proyecto comprende la ejecución de muros de contención y barandas de seguridad en diversos pasajes del distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Lima – Lima, las cuales se resumen en la siguiente Tabla

Pasaje	Muro de contención (ml)	Tipo de Muro	Barandas de seguridad (ml)
Psje Moquegua frente a la Mz li lt 2 al lt 7 psje Amazonas	111.55	MM-MC	111.55
Psje 17 frente a la Mz O lt 14 al lt 17	47.00	MM	47.00
Psje. 10 Mz P lote 6 al lote 9	29.00	MM	29.00
Psje. 10 Lote 11	7.00	MC	7.00
Psje 10 Mz P lote 1 al lote 5	36.00	MC	36.00
Psje 23 frente a la Mz N lt 6 y psje lca	41.50	MM	41.50
Psje lca frente a la Mz I lt 4	47.00	MM	47.00
Psje K Mz K lt 1 y lt 19	32.50	MM	32.50
Total (ml)	351.55		351.55

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dentro de las características principales que se tienen en cuenta en las partidas de obra, tenemos:

- Demolición y desmontaje de muro empircado de piedra.
- Corte superficial de terreno rocoso a nivel de subrasante.
- Solado de concreto, mezcla 1:12 cemento - hormigón, e = 0.10 m
- Muro de contención de concreto ciclópeo $f^c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%P.G.$
- Muro de contención concreto armado $f^c=210 \text{ kg/cm}^2.$
- Veredas de concreto de simple $f^c=175 \text{ kg/cm}^2, e=10\text{cm}.$
- Tarrajeo en escaleras con cemento arena 1:4 c/concreto sin color.

- Barandas de madera en escalera de 2"x3", h = 0.90 m.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

- El estudio de mecánica de suelos fue desarrollado por la consultora Grupo Echegaray (2020), con el objetivo de determinar las características de los suelos del área de estudio.
- El trabajo de campo realizado incluyó la evaluación geológica local de los pasajes y/o calles involucradas, evaluación estratigráfica de los cortes naturales, mediciones y toma de muestras de suelo y roca.
- Dentro de los estudios de campo se realizó la ejecución de 04 calicatas de 1 – 1.5 m de profundidad, extrayéndose una muestra por cada una de ellas. No se evidenció nivel freático.
- Los ensayos de laboratorio de suelo y roca, fueron realizados por el laboratorio Ingeotest Ingenieros S.A.C., de acuerdo a las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Dentro de los ensayos realizados tenemos:
 - Ensayo Estándar Análisis Granulométrico.
 - Ensayo Químico, contenido de Sulfatos.
 - Ensayo de Corte Directo.
- Para la aplicación de la Norma E.030 Diseño Sismo Resistente se considerará lo siguiente.
 - Zona 4; $Z=0.45g$.
 - Suelo Tipo S1.
 - Factor de Suelo $S=1.00$.
 - Espectro para el Tipo de Suelo $T_p(s) = 0.40$ seg.
 - Espectro para el Tipo de Suelo $T_c(s) = 2.50$ seg.
- El área de emplazamiento del proyecto se encuentra sobre un afloramiento de rocas intrusivas; las características de estas rocas son de roca dulce y roca fracturada.

- Tomando en cuenta que la estructura principal del proyecto son los muros, se estima que el proyecto no afrontará problemas de cimentación, durante ni después de la construcción de las estructuras.
- Según la clasificación de suelos para muestra C-1 M-1, C-2 M-1 y C-4 M-1, se ha obtenido una clasificación SUCS SP-SM (arena limosa con mezcla de gravas angulosas), y límites: límite líquido LL=19.75 y límite plástico LP=N.P.
- En cuanto al ensayo de corte directo para la muestra C-1, M-1 se obtuvo un valor de cohesión igual a $C=0.14 \text{ kg/cm}^2$ y un ángulo de fricción $\phi=36.9 \text{ kg/cm}^2$.
- En cuanto a los ensayos químicos para la calicata C-1, M-1, se obtuvo un valor de Sales Solubles Sólidos SST = 2 778 ppm y para la calicata C-4, M-1 un valor de Sulfatos Solubles SO₂= 2 778 ppm.
- Para las infraestructuras de concreto en contacto con el suelo de fundación, el grado de agresión de los contenidos químicos de tales sulfatos es severo, recomendándose concreto tipo V.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO

Las estructuras en los accesos que conforman el proyecto de mejoramiento de acceso peatonales están conformadas por las siguientes estructuras:

Los muros tipo MC serán de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo de 1", 5/8 y 1/2". Posee una tubería de drenaje de PVC $\phi 2"$, una pendiente $S=2\%$ a cada 2.5m. Tiene un soldado de 0.1 m y un ancho de corona de 0.25 m y 0.40 m de alto. Asimismo, tendrá una capa de grava drenante en el espaldón del muro, con grava de 3 – 3/4" y 0.30 m de espesor. Las juntas de dilatación serán cada 5 m y tendrán un espesor de 2" y estarán constituidas por un sellante elástico en todo el perímetro de la junta a una profundidad de 2 cm, el interior de la junta de dilatación se rellenará con un poliestireno expandido.

Los muros tipo MM serán de mampostería de piedra con mortero de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ y piedra angulosa de 12" – 15", además posee una tubería de drenaje de PVC $\phi 2"$ y una pendiente $S=2\%$ a cada 2.5 m. Posee un soldado de 0.1 m y un ancho de corona de 0.30 m y 0.40 m de alto. Asimismo, tendrá una capa de grava drenante en el espaldón del muro, con grava de 3 – 5" y 0.30 m de espesor. Las juntas de dilatación serán cada 5 m y tendrán un espesor de 2" y estarán constituidas por un sellante elástico en todo el perímetro de la junta a una profundidad de 2 cm, el interior de la junta de dilatación se rellenará con un poliestireno expandido

Los muros de contención tendrán barandas de madera cuadrada de 2" x 3" de altura $h= 0.90 \text{ m}$ en ambos lados de las escaleras, según el diseño especificado. Asimismo, irán ancladas a la losa de la escalera usando 4 clavos de 4" de forma alternada, el anclaje será revestido con alquitrán.

2.2.2.1. Optimización de procesos constructivos

“Para la optimización de los procesos constructivos se llevan a cabo para mejorar la productividad, la que pasaremos a definir en primer lugar a continuación”

2.2.2.1.1. Productividad

“La productividad es una medida de eficiencia, entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas-máquina, bls, unds, S/., U\$, etc.) para obtener algún resultado. Como fue anteriormente comentado, los indicadores de productividad pueden proporcionar información que respalden decisiones estratégicas, gerenciales u operativas. Un sistema o un proceso es más productivo cuanto menos recurso consuma para obtener un resultado dado. Así, un indicador de productividad podría ser la cantidad de m^2 construidos por \$ gastado, o el número de muros por la cantidad de dinero invertida para la

construcción de estos muros. Los ejemplos anteriores son a su vez indicadores globales, ya que proveen información que respalda las decisiones de carácter estratégico”.

2.2.2.1.2. Indicadores de productividad

Según Souza et al. (1994): “Los indicadores consisten en expresiones cuantitativas que representan una información obtenida a partir de la medición y evaluación de una estructura de producción, de los procesos que la componen y/o de los productos resultantes. La medición y la evaluación se refieren a la identificación de datos e informaciones y al establecimiento de criterios, especificaciones o valores de comparación entre los resultados obtenidos y estándares o metas definidas. Este mismo autor señala que cuando el indicador representa un resultado obtenido en un determinado proceso o las características de los productos finales resultantes, se constituye en un Indicador de Desempeño, ya que se refiere al comportamiento del proceso o producto en relación con determinadas variables. Los indicadores de desempeño pueden dividirse en”:

- “Indicadores de Productividad: son los que miden el desempeño de los procesos a través de relaciones elaboradas a partir de los recursos utilizados y los respectivos resultados alcanzados”.
- “Los indicadores de desempeño: también pueden ser clasificados en indicadores globales o específicos, según el alcance de los datos usados para su cálculo. Los indicadores de desempeño global de una empresa sirven para mostrar el grado de competitividad de la misma. Estos indicadores sirven para tomar decisiones de carácter estratégico, ya que

permiten situar a la empresa en el sector y compararla con sus competidores directos. Como ejemplos de indicadores globales podemos citar: hh/m² de edificación, Plazo real/ Plazo previsto, etc. Por otro lado, los indicadores de desempeño específico dan información de forma individual sobre procesos, estrategias y/o prácticas gerenciales y sirven para la toma de decisiones sobre las características de los procesos en términos operacionales (indicadores operacionales) o gerenciales (indicadores gerenciales). Para implantar un sistema de indicadores en una empresa constructora, es indispensable definir previamente una metodología adecuada para la selección de los mismos, así como para la recolección de los datos que serán utilizados y el análisis de los indicadores. Esta metodología también debe reflejar los aspectos que se deseen mejorar, por ejemplo: capacidad de competir en el mercado, mejoramiento de la productividad, calidad, etc.”

2.2.2.1.3. Pérdidas

Según Formoso et al. (1996): “Un indicador de productividad indirecto es el desperdicio o las pérdidas de recursos. Se define como pérdida a todo lo que se usa en una cantidad mayor a la necesaria. Este es un concepto relativo que siempre debe estar vinculado a una situación de referencia, por ejemplo: estadísticas del sector, normas técnicas, números de la empresa, etc. Por tanto, las pérdidas podrían ser definidas como, la diferencia entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad teóricamente necesaria, si la cantidad real consumida es mayor a la cantidad teórica. Estas deben ser medidas como un porcentaje. Para medir

las pérdidas es importante clasificarlas. éstas pueden ser clasificadas según: el tipo de recurso consumido, su naturaleza, su control, su origen, el momento en que se manifiestan”.

2.2.2.1.4. Indicadores de desempeño

Para la selección de los indicadores específicos de productividad se definieron las siguientes áreas:

- **Diseño:**

Esta etapa es una de las más importantes, ya que es en ésta donde se dan las más grandes oportunidades de mejorar la productividad de una obra. Es por ello, que es fundamental seleccionar indicadores que nos permitan evaluar la productividad del diseño a fin de minimizar los problemas en la etapa de ejecución. Además, estos indicadores nos dan una idea del grado de coordinación entre los proyectistas de las diferentes especialidades, ya que un proyecto mal coordinado da como resultado una serie de deficiencias en la obra. De esta manera, se definieron los siguientes indicadores:

- Número de modificaciones del proyecto con relación al proyecto original.
- Número de errores o falta de detalles del proyecto.
- Número de días que dura la fase de diseño por m² techado.

- **Ejecución:**

Dado que en las obras se tiene un gran número de servicios, es posible definir un indicador de productividad para cada uno de ellos. Sin embargo, para este proyecto nos limitamos a evaluar la

productividad de la ejecución a través de los trabajos rehechos o mal ejecutados. Un indicador de la productividad de una obra es la ausencia de retrabajos, por lo que, un trabajo bien ejecutado redundará en el costo total de la obra. Es por ello que se definieron los siguientes indicadores:

- Porcentaje de hh gastadas en operaciones de retrabajos.
- Porcentaje del costo de las operaciones de retrabajos.

- Logística:

El objetivo de la logística es que los recursos se encuentren en el lugar en que se necesiten, con la cantidad, productividad y tiempo requeridos y al menor costo total. De esta manera, existen varias actividades que forman parte de este proceso, tales como: requerimiento de materiales, compra de materiales, elección del proveedor, recepción de materiales en la obra, almacenamiento, transporte y acarreo de materiales, layout de la obra, mantenimiento de equipos y herramientas, etc. Una logística deficiente genera una gran cantidad de recursos desperdiciados. Por ello, es importante establecer indicadores que nos permitan evaluar su desempeño. Siendo así, para evaluar la productividad de este proceso se definieron los siguientes indicadores:

- Porcentaje de hh gastadas en limpieza y acarreo de materiales.
- Número de ocurrencias de falta de materiales en obra.
- Número de defectos en herramientas y en equipos por mes.

- Seguridad:

La construcción es una industria que registra un elevado número de accidentes y está relacionada con diversos problemas de salud debido al uso de equipos inadecuados o al transporte de cargas pesadas. Dentro de este contexto se seleccionaron los siguientes indicadores:

- Índice de incidencia.
- Índice de frecuencia.
- Índice de gravedad.

2.3. Definición de términos:

- Estructura de gestión:** “La posibilidad de un sistema puede verse como una sustancia cuya presencia y capacidades se mantienen en gran medida por la asociación de sus partes. Es decir, son partes interconectadas que tienen capacidad de conjunto. Estas "partes" pueden ser personas, afiliaciones, porciones, ramas, etc.” (Cadena, 2018)
- Productividad:** “La eficiencia se ha movido en un amplio ámbito de afiliaciones, inequívocamente algo reciente, fundamentalmente ante el notable poder del mercado que solicita importantes grados de beneficio”. (Maxime Consulting, 2014).
- Lean Construction:** “Para la utilización de Lean Construction en los destinos de la construcción, se debe comenzar con el compromiso de contener una cultura de mejora no sorpresiva del avance, de manera que aplicando precisamente las pautas "Lean", se mejore el bienestar, la productividad y la intensidad de la organización del desarrollo”. (Issa; 2013).

- iv. Cartas de balance:** “En las afirmaciones de Cerna (2017), la conspiración de equilibrio se llama además diagramas de equilibrio, es un esquema de barras ascendentes, que tiene un período ordenado y una abscisa donde los elementos (obras, engranajes, y así sucesivamente) que son agudos en el avance pensado, una barra ascendente se reparte a cada activo”.
- v. Nivel de actividad:** “Al aplicar la estrategia Lean, la metodología fundamental es dirigir una evaluación cuantitativa del tiempo que los trabajadores pasan en el trabajo, para evaluar lo ventajoso que es el formato del engranaje en el área. Esto incorpora el aislamiento de la forma en que transmiten el tiempo que deberían pasar en el trabajo y, en consecuencia, tener una marca del tiempo que realmente se gasta en los puestos para seguir desarrollándolo y hacer un movimiento correctivo en cuanto a los individuos que se sientan inactivos. Para ello, se utiliza una estación de prueba llamada "Medición de la catástrofe" o "Prueba de los cinco minutos"”. (Botero, 2005)
- vi. Sistema del último planificador:** Patel (2011) dice que: “el Sistema Last Planner fue realizado por Greg Howell y Glenn Ballard en la organización de los objetivos de la hipótesis de avance Lean como una organización de afiliación y control de avance para desarrollar aún más la anormalidad que está creando en curso y disminuir la deficiencia en las actividades proyectadas”.
- vii. Mejora del rendimiento:** la eficiencia puede representarse como la relación entre la magnitud de las cosas y asociaciones transmitidas y la magnitud de los activos utilizados. La ejecución, teniendo todo en cuenta, es indistinta del rendimiento. Independientemente de dónde se ejecute, la ejecución es una sólida conexión entre la utilidad y las fuentes de información. Esta evaluación

debe ser concebida en términos monetarios o reales, o en otro tipo de marcador. Independientemente, la utilidad es una proporción de la resistencia. (Kalsaas; 2012).

2.4. Variables

2.4.1. Definición conceptual de la variable

Variable 1: Last Planner

Se trata de un sistema en el que los últimos planificadores miden y analizan el nivel de cumplimiento de sus compromisos sobre el plan de producción semanal, se identifican y resuelven las restricciones, se eliminan actividades que no añaden valor y se analiza la causa raíz de los problemas, lo que contribuye a generar flujo continuo de trabajo y obtener un aprendizaje rápido. De esta manera, con este sistema se administra mejor la incertidumbre de los proyectos, reduciendo la variabilidad en la ejecución de las tareas definidas en el proyecto. (Pons y Rubio, 2019)

Variable 2: Procesos constructivos

Se refiere al conjunto de fases, consecutivas o separadas en espacios de tiempo, necesarias para la materialización de un proyecto. Aunque cada proceso es propio para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar. Sin embargo, se debe contar con las habilidades necesarias, conocimientos y experiencia en el desarrollo de cada etapa del proceso para obtener excelentes resultados; porque de lo contrario una mala

práctica puede ocasionar graves consecuencias de construcción. (Prim, 2020)

2.4.2. Definición operacional de la variable

Variable 1: Last Planner

Se realizó la aplicación del “Last Planner System” en la obra de construcción de muros de contención, a fin de medir el nivel de productividad, porcentaje de plan cumplido y la curva de aprendizaje, en la ejecución.

Variable 2: Procesos constructivos

Se ha considerado el proceso constructivo de la obra "Mejoramiento de taludes en las zonas de riesgo por deslizamiento en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima", para las partidas de encofrado y desencofrado y Colocación de concreto en muros de contención, en los cuales se aplicó la herramienta del “Last Planner System”.

2.4.3. Operacionalización de la variable

Tabla 1: *Operacionalización de las variables*

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
LAST PLANNER	“Gestión de organización y control de la construcción para mejorar la inconstancia en los trabajos de desarrollo y disminuir la vulnerabilidad en las actividades planificadas”.	Nivel de productividad	- Trabajo Productivo - Trabajo Contributorio - Trabajo No Contributorio	- Horas-Hombre (hh) - Horas-Hombre (hh) - Horas-Hombre (hh)
		Porcentaje de plan cumplido	- Cartas de balance - % PPC	- Días calendario (día) - Porcentaje (%)
		Curva de aprendizaje	- Rendimiento	- Horas-Hombre (hh)
PROCESOS CONSTRUCTIVOS	“Es un conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar.”.	Alcance	- Partidas	- m2, m3
		Tiempo	- Plazo de ejecución	- Días calendario (día)
		Costo	- Costo programado	- Soles (S/)

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Para esta investigación el método fue el científico, pues según (Carrasco, 2007, p 35) “Es un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación. Y se caracteriza por ser analítico y sintético, porque estudia la realidad separando e integrando alternativamente los elementos empíricos y teóricos”.

El método científico se consideró en la investigación, ya que se analizaron las variables, la incidencia de una sobre la otra a fin de estudiar la realidad problemática que se tenía en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, ya que de acuerdo a Borja (2016, p. 10), este tipo “busca dar una solución de manera inmediata para poder modificar una realidad problemática”.

Ante lo mencionado, esta investigación fue aplicada debido a que los conocimientos obtenidos respecto a la incidencia de la herramienta “Last Planner” en la solución del problema de pérdidas en la construcción de la obra de muros de contención del AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima.

3.3. Nivel de investigación

La presente investigación pertenece al nivel de investigación descriptivo, tal como indican Hernández, Fernández y Baptista (2014): “Se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”. (p. 92). Por lo que en la investigación realizada se describe el proceso de implementación de la herramienta “Last Planner” en la solución del problema de pérdidas en la construcción de la obra de muros de contención del AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima.

3.4. Diseño de investigación

En la presente investigación el diseño fue no experimental, ya que, tal como Ccanto (2010) manifiesta: “Se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación. En la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su

contexto natural, para después analizarlos. En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes” (p. 139). En ese sentido, también fue transversal, debido a que la investigación tiene por objetivo analizar cuál es estado de una o más variables en un momento determinado, para este tipo recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único o momento dado.

El esquema del diseño de la investigación, lo podemos ver a continuación:

Tabla 2: *Diseño de la investigación.*

M O

Fuente: Elaboración propia.

M= Muestra

O= Observación variable

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Con respecto a la población, Parra (2003) indica que: “las mediciones u observaciones del universo que se está estudiando, por esta razón pueden definirse varias poblaciones en una sola investigación, dependiendo de la cantidad de características a medir”. En ese sentido, en la investigación realizada la población está conformada por la obra "Mejoramiento de taludes en las zonas de riesgo por deslizamiento en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima"



Figura 14: *Ubicación y localización*

3.5.2. Muestra

La muestra fue no probabilística o dirigida, intencional, ya que este muestreo se realiza “sobre la base del conocimiento y criterios del investigador, en su experiencia con la población”, habiéndose considerado las partidas de Encofrado y desencofrado y Colocación de concreto en muros de contención, debido a que son las más incidentes dentro de esta obra. La partida de habilitación de acero, en esta obra, fue realizada por subcontrata.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, la técnica utilizada en la presente investigación fue la observación, ya que, según Chávez, se define como

“una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad; pero, tiene la desventaja de que los datos obtenidos se refieren sólo a un aspecto del fenómeno observado. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un “tiempo presente” y nos permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado”.

a) Observación directa

Esta técnica fue utilizada para poder determinar, comparar y medir el cumplimiento en cuanto al alcance, tiempo y costos de la ejecución de la obra, en función de la aplicación de la herramienta “Last Planner”.

b) Análisis de documentos

Desde el inicio de la investigación realizada y a través de toda su elaboración, se ha realizado el análisis de documentos a fin de contar con los sustentos teóricos y normativos correspondientes, contándose con los siguientes:

- Revisión de bibliografía y normativa:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado.

3.6.2. Instrumentos

El instrumento utilizado fue la “ficha de observación”, ya que, tal como indica Cascante (1989): “el uso de una ficha de observación puede ser útil no sólo para la recolección sistemática de datos, sino también para la valoración del seguimiento de cada unidad de correlación con el proyecto curricular que las engloba, siempre con una actitud abierta a cualquier reelaboración del sistema planificado, según las necesidades acaecidas en la práctica, y el común acuerdo del grupo de trabajo”.

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información fue realizado en base a las observaciones realizadas en campo en función de la implementación de la herramienta "Last Planner" en las partidas de Encofrado y desencofrado y Colocación de concreto en muros de contención, todo ello fue presentado mediante tablas y graficos respectivos, para un mayor entendimiento e interpretación de los resultados en el programa Microsoft Excel, habiéndose seguido el siguiente proceso:

- Determinación de las muestras
- Ubicación de las unidades de observación
- Construcción del instrumento
- Medición o verificación de los indicadores del instrumento
- Elaboración de la matriz de datos
- Procesamiento de datos

3.8. Técnicas y análisis de datos

En la presente investigación las técnicas y el análisis de los datos tuvieron un enfoque cuantitativo, para ello se utilizó el análisis estadístico y de esta manera poder describir el comportamiento de las variables en estudio, de acuerdo a los indicadores planteados en la operacionalización de las variables, en un determinado momento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades

El Asentamiento Humano 4 Suyos Nuevo Milenio, se encuentra ubicado en el Distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia y Departamento de Lima. El Distrito de San Juan de Lurigancho, limita con los siguientes asentamientos humanos:

- Por el Norte : Cooperativa La Fragata.
- Por el Sur : A. H. La Sagrada Familia e Israel
- Por el Este : Co. S/N.
- Por el Oeste : A. H. La Libertad.

La obra se encuentra ubicada en la zona UTM 18S de la cartografía terrestre global.

- Departamento : Lima
- Provincia : Lima
- Distrito : San Juan de Lurigancho
- Localidad : AA HH 4 Suyos Nuevo Milenio
- Región Geográfica : Costa
- Sistema de Coordenadas : WGS 84 UTM
- Coordenadas Centrales : 283930.00 E; 8675727.00 N,
Altitud 296 msnm.

El área de la obra corresponde a relieves de moderados a ligeramente accidentado y el eje de las quebradas con depósitos coluvio aluviales, donde se aprecia las lomas y cerros de topografía con pendientes moderadas a accidentadas correspondiente a la zona baja de las estribaciones andinas conformados con pequeñas superficies cubiertas por depósitos coluvio aluviales, con predominio de gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación de la zona alta y depositados en las laderas y taludes.

El área del proyecto presenta un clima templado y húmedo con precipitaciones moderadas en el período de abril a diciembre y sol intenso entre enero y marzo, la temperatura anual promedio es de 15° a 20° C. Según Tosi, la clasificación ecológica corresponde a desierto subtropical. El clima no representa una dificultad para el desarrollo de las actividades de construcción de los componentes comprendidos por el presente proyecto.

La zona de estudio se halla en una región de elevada actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil del proyecto. La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana. Subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen.

De acuerdo, al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) aprobada mediante Resolución Ministerial N° 003-2016-VIVIENDA, del 02 de enero del 2016.

Según la clasificación de los sismos empleada en la Norma Técnica De Edificación E.030- Diseño Sismo resistente, al área de estudio le corresponde los siguientes parámetros geotécnicos:

- Suelo Tipo S1 = suelos muy rígidos
- Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo $T_p(s)=0.40$
s
- Factor de Suelo $S=1.00$
- Zona $Z=4$

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad, es entre III a VIII según la Escala Mercalli Modificada. Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser a sísmicos.

4.1.1. Respecto al proyecto

El objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de la población en el Asentamiento Humano 4 Suyos, Sector 5 de Julio y el Pueblo Joven Señor de Los Milagros, disminuyendo los accidentes peatonales, desperendimientos en zonas rocosas, inseguridad de la población, contaminación ambiental y mejora de salud de las personas. La población beneficiaria es de 2,771 habitantes.

La construcción de muros de contención de concreto armado $f'_c=210$ kg/cm², tiene una longitud total de 351.55 ml las cuales incluyen barandas de protección con una altura desde 2.00 m hasta 5.00 m. El plazo de ejecución estipulado por el expediente técnico originalmente es de 90 días calendario.

Las longitudes de los muros de contención por tramos, los podemos visualizar a continuación

- PASAJE MOQUEGUA FRENTE A LA MZ I LT 2 AL LT 7 PSJE AMAZONAS 110.95 ml.
- PASAJE 17 FRENTE A LA MZ O LT 14 AL LT 17 47.01 ml.
- PASAJE 10 MZ P LOTE 6 AL LOTE 9 Y LOTE 11 29.00 ml.
- PASAJE 10 MZ P LOTE 11 7.00 ml.
- PASAJE 10 MZ P LOTE 1 AL LOTE 5 36.00 ml.
- PASAJE 23 FRENTE A LA MZ N LT 6 Y PSJE ICA 41.50 ml.
- PASAJE ICA FRENTE A LA MZ I LT 4 47.00 ml.
- PASAJE K MZ K LT 1 Y LT 19 32.50 ml.

En cuanto a los tipos de suelos encontrados, a través de los estudios de mecánica de suelo, se tienen 04 calicatas que indican que se cuentan con una clasificación SUCS tipo SP-SM (arena limosa con mezcla de gravas angulosas) y valores de límites de consistencia, $LL=19.75$ y $LP=NP$, en cuanto al valor de cohesión $C=0.14$ kg/cm² y un ángulo de fricción $\phi=36.9$ kg/cm².

Los resultados obtenidos del laboratorio han permitido identificar las características físicas y de resistencia del suelo de fundación, presentándose lo siguiente:

Se cuenta con relleno propio, grava bien graduada con limo y arena GW-GM, grava 51.33%, arena 39.09% y finos 9.58%, color beige, húmeda, compacidad media a densa, cuyas profundidades varían entre 0.10 a 0.35 metros, debajo de este horizonte hay afloramiento de roca fracturada a fresca del tipo de diorita a gabro diorita.

Los parámetros de resistencia obtenidas mediante el ensayo de corte directo fueron ángulo de fricción interna $\phi=35.7^\circ$ kg/cm², cohesión=0.18 kg/cm². No se detectó nivel freático.

4.2. Respecto al objetivo específico 01

Analizar de qué manera el nivel de productividad optimiza los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.

Una vez terminado el muestreo, se completó un diseño y se realizó el análisis de la información, y los resultados adquiridos se introducen sobre la base de la información reunida con la ficha de campo. Se pensó en los atributos y detalles accesibles en el informe distinto de cada uno de los trabajos. A partir de ahora y en un futuro previsible, el trabajo se denominará “obra de muros de contención situada en el Distrito de San Juan de Lurigancho de Lima” para concentrarse en los ejemplos, ya que éstos hablan hasta el límite del análisis cuando se investigan, y por lo tanto se abstienen de ser explícitamente desacreditadores de una obra y además de su trabajador temporal. Recordemos que no se trata de censurar a los individuos que aún no han examinado las técnicas que se han aplicado. Los análisis se hicieron con la información de campo, estos son retratados debajo.

El grado de actuación global nos da una medida del estado general del trabajo en cuanto a la dispersión de la obra según el análisis realizado en la obra, se ha determinado la existencia del Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC).

A partir de la fructificación del Nivel General de Actividad en una obra modelo como lo indica la técnica descrita, luego del análisis realizado se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

4.2.1. Información de estimación general para el análisis:

Las estimaciones en la obra modelo se completaron en 3 eventos, tanto en la fase de marco de superestructura de la obra, como en la última fase de la estructura a la hora de las estimaciones acababan de comenzar la mano de obra y el trabajo de los acabados, por lo que se tuvieron en cuenta para las estimaciones.

En ese momento, en el que se realizaron las estimaciones del nivel general de actividad, se encontraron las tareas que siguen:

- Aceros
- Encofrados
- Concreto (vertido y acabado)
- Esquema y replanteo
- Albañilerías
- Nivelaciones

Examinando las unidades que se verán a la hora de las estimaciones, se puede adquirir un resumen de las Obras Contributorias y las Obras No Contributorias relativas a todas las partidas. No obstante, tener alguna partida sería complicado para lidiar con todos los ejercicios de cada una de ellas, por lo que se recopilan por similitud para disminuir la cantidad de TNC y TC para asignar. Esto se introduce fundamentalmente en los trabajos contributorios, por lo que en las estimaciones se utilizan conjuntos de ejercicios o trabajos a nivel global.

Como lo indicaban las actividades, teníamos la opción de agregar los ejercicios en el TC y TNC adjuntos:

Obras contributorias

- Instrucción / Lecturas de planos

- Preparado de material e instrumentos
- Transportes
- Limpiezas y Seguridad
- Soportes (Encofrado, Amarres, etc.)
- Desencofrados
- Medidas

Obras no contributorias

- Espera / descanso
- Viajar
- Búsquedas de material
- Retrabajos
- Recreación de obra

Esta información se introduce en el diseño de la sinopsis de la NGA, ya que es fundamental para realizar las acciones tomadas en las estimaciones.

4.2.2. Análisis de los resultados generales

Luego del análisis realizado, se obtuvieron los resultados siguientes, se debe notar que como lo indica Serpell (1993) en todo caso se requieren 384 estimaciones para que los resultados sean mediblemente legítimos, lo cual fue válido para estas estimaciones.

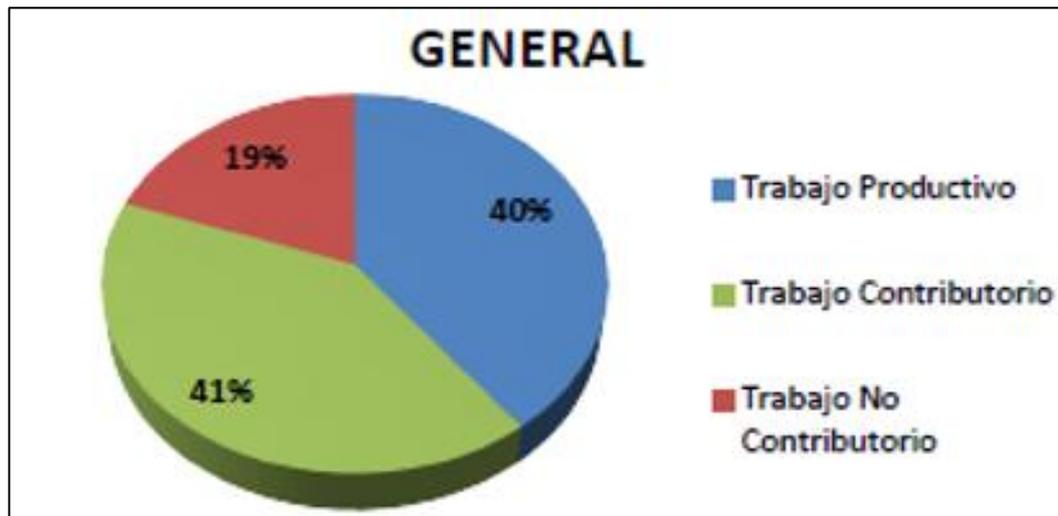


Figura 15: Rango General de Trabajo obra muros de contención.

Como se hace referencia al inicio de este trabajo, uno de los objetivos fue comprobar y exhibir que los grados de eficiencia encontrados en una tarea en la que se aplica la teoría de Last Planner son superiores a otras en las que se realizan de forma tradicional, permitiendo la optimización. Uno de los enfoques para realizar este examen es aludiendo a la distribución del Ghio (2001) en el que se investiga la condición del desarrollo en Lima, desglosando 50 obras de esta capital. Asimismo, contrastaremos nosotros mismos con los lineamientos globales, por ejemplo, Chile y con otras estimaciones más actuales que se completaron como teoría de pregrado en Lima (Morales y Galeas, 2006), se debe notar que los resultados pueden variar como lo indica la caracterización de los ejercicios realizados, por lo que se debe intentar organizar de manera similar (o fundamentalmente igual que) al orden realizado para adquirir los resultados con los que necesitamos analizar.

En el primer recorrido a través de medidas de habitabilidad o grado de acción general distribuido para las obras en Lima, se adquirieron las cualidades que se muestran en el cuadro (TC = 36%, TP = 28%, y TNC = 36%), que exhibió la mala condición de desarrollo en nuestra nación. Tener un grado normal de obras lucrativas

28% nos advirtió que no se estaba siguiendo una técnica satisfactoria para toda la medida de desarrollo, ya que por ejemplo en Chile se registraron niveles de eficiencia de las obras del 38% para 1991, 10 años previos de las estimaciones realizadas en Perú.

Por entonces, apenas comenzaba a conocerse algo de la teoría de Last Planner y comenzó a difundirse en el Perú a través de la organización CVG Engineers con el objetivo de mejorar la condición de desarrollo en todo el país e intentar imitar el desarrollo que se estaba adquiriendo en el segmento de desarrollo en diferentes naciones por la ejecución de las ideas y técnicas propuestas por esta nueva forma de pensar.

Después de varios años, la expresión Last Planner resultó ser aún más notable en Perú. No obstante, su correcta comprensión y aplicación está restringida hasta el día de hoy, siendo las organizaciones inmobiliarias las que en general han estado interesadas en adoptar esta teoría del trabajo.

Con estos desarrollos, en 2016 se realizaron diferentes estimaciones de ocupación temporal por un total de 26 obras en la capital, los resultados obtuvieron un ejemplo de avance en el segmento. No obstante, todavía estamos muy lejos de los niveles ideales o grados de eficiencia mundiales.

Contrastando Lima con las últimas estimaciones del grado de actuación global de las obras en Lima, podemos ver que se adquirió un grado de trabajo lucrativo de la solicitud del 40%, mientras que en torno a esa fecha se consiguió un 32% de media. Además, vemos que el grado de trabajo no contributivo obtenido en nuestra tarea es menor que lo normal de las estimaciones realizadas con anterioridad, lo que ocurre adicionalmente con el trabajo contributivo. Por así decirlo, se tiende a

ver que gracias al uso de las técnicas e ideas de Last Planner, es concebible superar los puntos medios del trabajo beneficioso al ampliar el nivel de tiempo que se dedica a los ejercicios lucrativos y, además, es concebible adquirir niveles de trabajo contributorio y no contributorio inferiores a lo normal para estructuras en Lima.

Esto va inseparablemente con la forma de pensar de Last Planner que planea incrementar o mejorar los ejercicios que incluyen la estimación del (TP) y simultáneamente disminuir las fallas del marco (TC y TNC).

Bajo el supuesto de que las estimaciones se hicieron con contemplaciones similares en cuanto al significado del TC, TP y TNC, contrastando nuestra tarea y la promedio adquirida en Chile, se tiende a ver que en realidad tenemos mucho que mejorar en obra productiva. En cualquier caso, vemos que hay un mejor control de los residuos, ya que solo obtuvimos el 19% de las TNC frente al 25% que obtuvimos en Chile. Con respecto al TC, que, si bien es vital, adicionalmente es considerado perdido por los marcos Last Planner, se debe tratar de disminuirlo y pasar dicho ritmo a trabajo beneficioso para llegar a las cotas adquiridas en Chile.

Por fin, Ghio (2001) dijo en su libro que “las organizaciones con posiciones beneficiosas en la solicitud del 20% al 30% sin duda pueden llegar a niveles de trabajo remunerado del 40% eliminando el “aceite de la superficie”, que por el desarrollo es el exceso de grupos de trabajo”. Entonces, con los dispositivos propuestos por la forma de pensar de Last Planner, dicho “aceite superficial” puede ser eliminado y admitido efectivamente a niveles de ganancia del 40%. No obstante, no debemos contrastarnos y eso y debemos probar todos los dispositivos para sacar el supuesto “aceite interno” que, a pesar de que es problemático, hacerlo nos traerá buenos beneficios para las obras.

4.2.3. Análisis de tiempos para su optimización

El último avance o metodología para lograr un marco de creación importante es la mejora de los ciclos que componen el marco. Para ello contamos con “Balance Letters” o “cartas de balance”, este recurso nos permite diseccionar cada cosa de nuestro marco en detalle y obtener resultados que nos lleven hacia una mejora en eficiencia y costo.

El principal objetivo de los “Balance Letters” es actualizar los ciclos, sin embargo, se debe realizar un examen previo para descubrir los ciclos en los que la utilización de este dispositivo es generalmente beneficiosa para la empresa.

Para la obra modelo se analizaron las partidas de encofrado y desencofrado de muros y la colocación de concreto en muros de contención por su efecto en los presupuestos y tiempo de ejecución, ante el hecho de que se tenían menores rendimientos que los previstos, provocando una pérdida de alrededor de 500 horas de trabajo hasta el avance (información dada por la Supervisión de Obra).

PARTIDA: CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² EN MUROS DE CONTENCIÓN (m³)

Se optó por examinar esta partida porque afectó en gran medida el plan financiero de la obra y porque había indicios de que se podrían conseguir beneficios significativos al estimar la misma.

Desglosando esta partida, era concebible dividir los ejercicios que la componen en cada grupo de trabajo (Trabajo contributorio, trabajo productivo y trabajo no contributorio), distribuyéndose de la siguiente forma:

Tabla 3: *Distribución de labores en la partida*

NRO.	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
1	Uso de manguera	Instrucción	Espera y descansos
2	Vibrado de concreto	Lampeado	Simulaciones de trabajos
3	Acabados de Muro	Traslados de mangueras	Viaje
4	Regleado	Nivelación	
5		Traslados de material	

Las mediciones se hicieron en base a una cuadrilla formada por 7 trabajadores

(1 operario, 2 oficiales y 6 peones).



Figura 16: *Vaciado de concreto para el muro de contención.*

De acuerdo a las mediciones realizados en campo, a fin de determinar los trabajos productivos, no productivos y contributorio de la partida, luego del análisis se han obtenido los siguiente resultados:

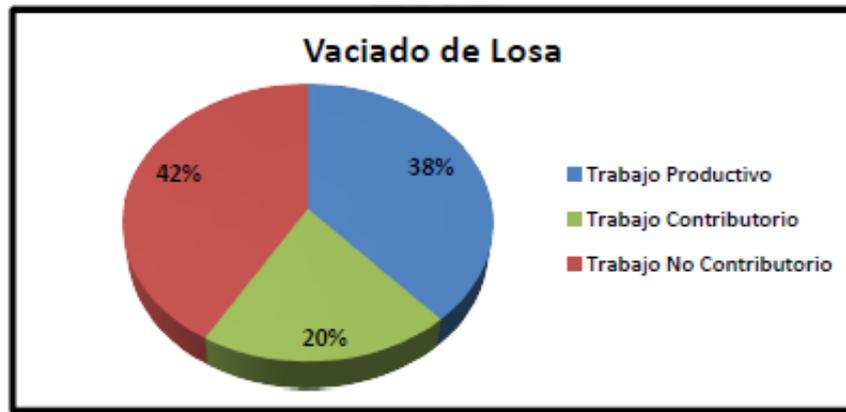


Figura 17: *Porcentaje de tiempos para la partida..*

Realizado el análisis de la ejecución de la partida, se pudieron determinar los valores reales propios de la obra, la cual es una prueba clara de que había mucho que mejorar en la misma, particularmente el valor del trabajo no contributorio es del 42%, este valió siendo mayor que el trabajo productivo que alcanza un valor del 38% y que el trabajo contributorio el cual es del 20%.

Cuando se reconoce que el problema está en el alto nivel de trabajo no contributorio, las secuelas individuales del grado general de movimiento se desglosan en busca del método adecuado para agilizar el ciclo.

Se ha realizado el análisis para los obreros partícipes de la cuadrilla de ejecución, obteniéndose los siguientes resultados:

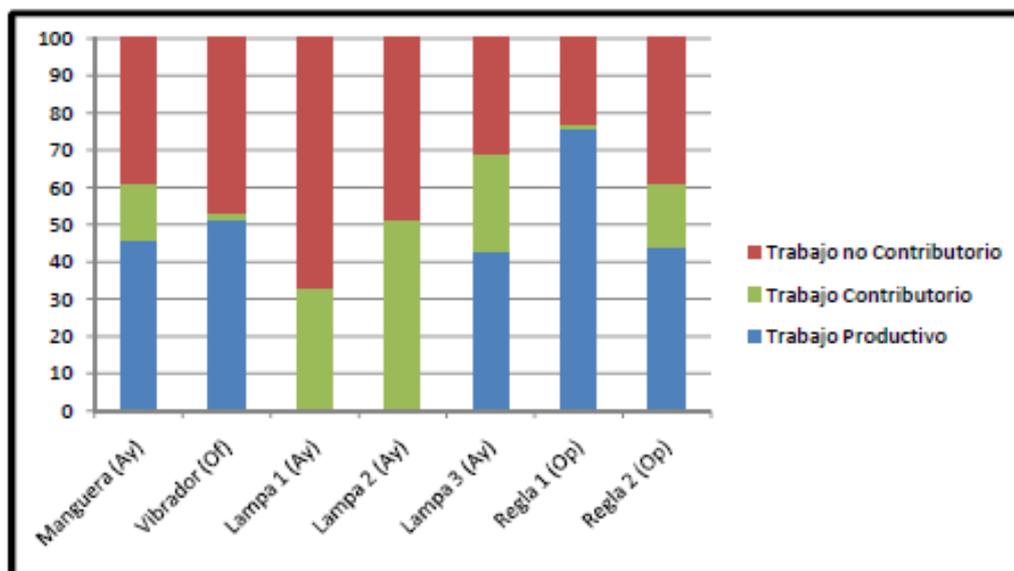


Figura 18: *Porcentaje labores por cuadrilla.*

Observando las labores individuales de los trabajadores que integran el equipo examinado, se tiende a ver que todos los trabajadores presentan altas tasas de Trabajo No Contributorio (TNC), lo cual es un indicador de que existen componentes externos que impactan adversamente la rentabilidad del grupo. El factor más persuasivo que se observa para esto es el aplazamiento de continuar el llenado debido al relevo para el vaciado, lo que hace que todo el grupo acumule esperas para a continuar con el llenado.

Se tiende a ver que 5 de los 7 trabajadores presentan un nivel significativo de trabajo beneficioso que oscila entre el 43% y el 76%, mientras que 2 auxiliares tienen 0% de Trabajo Productivo. Los 5 trabajadores que presentan puestos rentables también tienen un alto nivel de TNC (del 23% al 47%), por lo que independientemente de tener un nivel elevado de TP, el trabajo debe circular mejor entre estos individuos. No obstante, el propósito básico de esta partida está en los 2 trabajadores residuales que tienen tasas de TNC de 49% y 67%, lo que nos indica

que la cuadrilla es muy grande, aunque como lo indican los rendimientos que se obtuvieron es por la media de este sector.

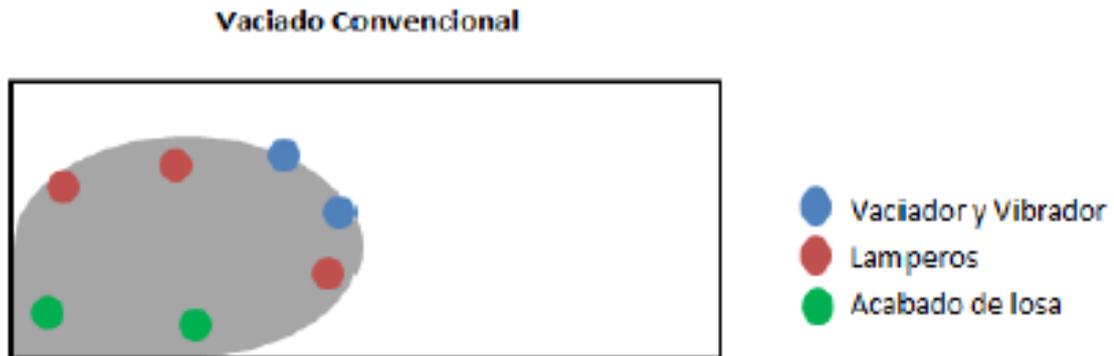


Figura 19: *Procedimiento de vaciado de muro analizado en la partida..*

En función de estos resultados, se puede determinar que esta partida se optimizó, disminuyendo los trabajos no contributivos y que un trabajo similar podría ser realizado por un máximo de 5 trabajadores con un sistema y activos satisfactorios. Con esto, la eficiencia se expandió de manera impresionante (43% y el 76% mayor) ya que día a día el avance se mantuvo al disminuir las horas de trabajo utilizadas.

Debido a las características de la obra, para lograr la optimización de la disminución de la cuadrilla de trabajo, se proponen 2 métodos alternativos de trabajo, los cuales se describen a continuación:

Método de llenado alternativo 01:

Esta técnica se completó para las 2 áreas internas de la estructura debido a la forma en que no se pudo realizar el llenado con grúa por las distancias desde el frente. Para estas 2 áreas se siguió el sistema de llenado tradicional que aparecía en la página anterior, sin embargo, la cantidad de trabajadores en el grupo se redujo a 6, lo que, como lo indicaron los exámenes, fue suficiente para completar todo el alta. La imagen

adjunta describirá el diseño del equipo durante el vertido de la sección después de la aplicación de esta técnica.

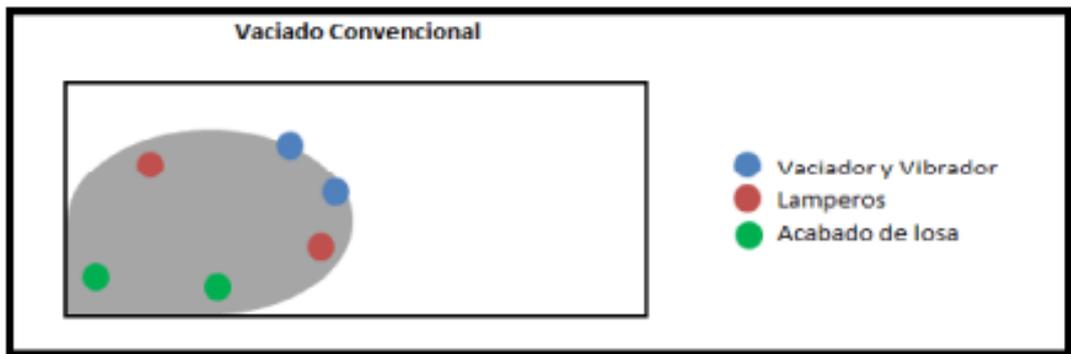


Figura 20: *Ubicación de trabajadores después de optimizar la técnica 1.*

Método de llenado alternativo 02:

Esta técnica se realizó para las 2 secciones del frente de la estructura y con esto era concebible disminuir el equipo esperado para llenar el muro con 7 individuos a 5, esto se logró gracias a la utilización de la grúa para descargar el concreto y siguiendo una metodología que aumenta la eficiencia en este movimiento. El equipo que se espera que haga esta estrategia se compone de 1 auxiliar que lleva la manguera, 1 oficial de vibración, 1 lampero, 1 en acabados de muro y una persona que podría ayudar principalmente en el lampeado y terminación de la pieza.

Lo esencial de este método es el llenado de muros por segmentos de 2 metros, al completar el llenado de esta manera se disminuye el requerimiento de lamperos con el argumento de que el auxiliar que maneja la manguera dejaría la franja prácticamente preparada para los regleros, así mismo en el trabajo de la fachada, se esperará que menos hombres completen la sección y la partida se hará considerablemente más competente. La imagen adjunta delimita la metodología mencionada anteriormente y el plan de los individuos del equipo durante el llenado.

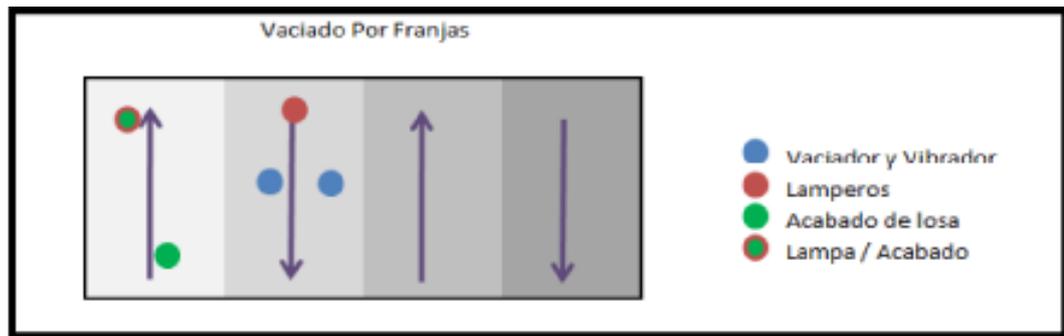


Figura 21: Disposición de trabajadores después de optimizar técnica 2.



Figura 22: Nueva disposición de trabajadores propuesta.

PARTIDA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN (m2)

Esta partida se eligió a la luz del hecho de que cuando se seleccionó para reproducir las estimaciones de la “Carta de balance”, esta partida se consideró la más crítica del trabajo con respecto a las horas de trabajo perdidas.

El encofrado es por concepto una acción que no aumenta el valor del ciclo de desarrollo, por lo que no debe tener posiciones beneficiosas durante la obra. Sin

embargo, por las motivaciones de esta investigación, se consideraron beneficiosos los ejercicios que tienen un efecto perceptible en el ciclo de encofrado y que, por tanto, son importantes para tener la opción de hacer las partidas que siguen, por ejemplo, el llenado de muro. La circulación de los ejercicios que componen la partida se muestra en la imagen adjunta.

Trabajo Productivo		Trabajo Contributivo		Trabajo No Contributivo	
1	Colocacion de Encofrado	11	Instrucciones / Lectura de planos	21	Esperas
2	Nivelado	12	Preparacion de materiales	22	Descanso
3	Aplomado	13	Transporte	23	Simulacion de Trabajo
4	Colocacion de vigas de soporte	14	Amarrado	24	Trabajo Rehecho
5	Colocacion de Puntales y Tripode	15	Desencofrado	25	Viajes
6		16	Mediciones	26	Busqueda de Material
7		17	Seguridad y Limpieza	27	
8		18	Colocacion de tacos	28	
9		19		29	
10		20		30	

Figura 23: *Distribución de labores en la partida.*

La partida de encofrado generalmente se realiza con grupos basados en parejas (1 operario y 1 oficial), en el caso de los encofrados de muros se disponía de una cantidad de parejas mayor de lo que se era capaz de analizar por lo que se consiguió una muestra de cuatro parejas para analizar dando entonces una cantidad de 8 trabajadores.

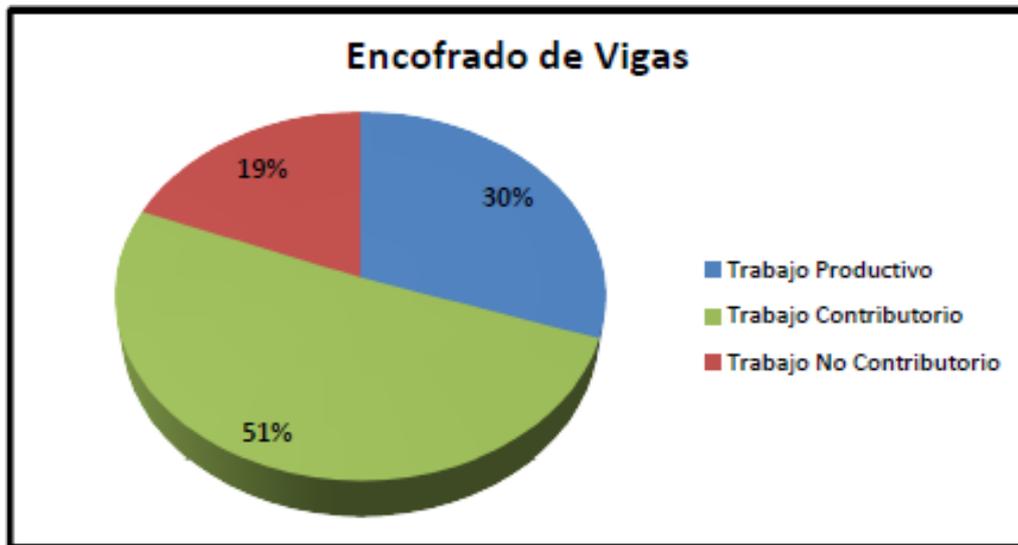


Figura 24: *Ubicación de obreros después de optimizar técnica 1.*

De forma general en la partida, se vio que las tasas de trabajos no contributorios estaban en la media del trabajo que es 19%, ya que este no es un valor alto, las mejoras primarias que se realizarían no podrían disminuir algo de este incentivo como si pudieran hacer los TC que para esta partida llegue al 51%.

El objetivo que buscaríamos para esta partida es cambiar el nivel más elevado imaginable de TC a TP y tener la opción de llegar en cualquier caso al 40% que es la media del trabajo. En cualquier caso, dado el concepto de la partida mencionado anteriormente, llegar a un grado del 40% TP sería difícil.

Se muestran los resultados obtenidos de cada individuo del grupo para tener la opción de ver inequívocamente una puerta abierta para el desarrollo de esta partida.

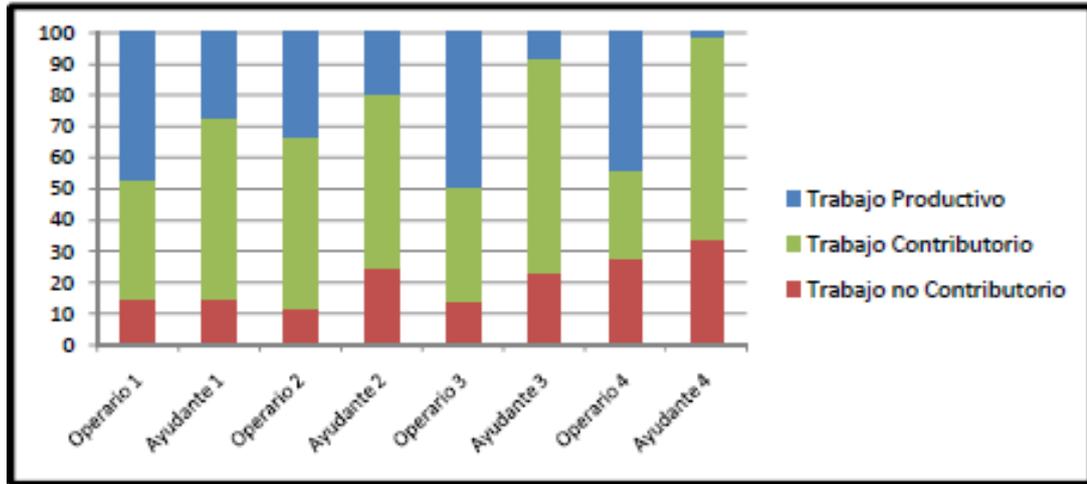


Figura 25: % de ocupación de tiempo singular del equipo de encofradores de muros.

A partir de los resultados individuales y grupales, se pudo apreciar que el equipo invierte la mayor parte de la energía realizando Trabajo Contributorio (51%), que es lo que intentaremos atenuar con el avance, por eso apareció el detalle de los TC que se indica como sigue:

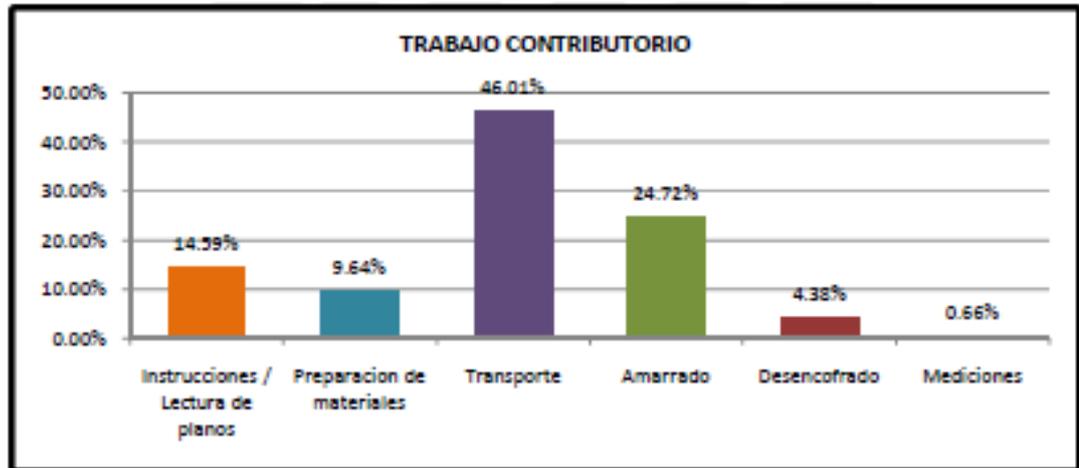


Figura 26: Distribución de trabajo contributorio.

Del trabajo contributorio, el 46% se da en el transporte del material, es decir, el 23% del tiempo absoluto que se dedica al encofrado se utiliza en el traslado de material, de ese modo, cada trabajador utiliza 2 horas diarias solo para ese traslado.

Con respecto a esta partida se optó por reasignar 2 peones a los desencofrados de muro para que todo el equipo de desencofrados se pueda mover con el auxilio de la grúa y consecuentemente los trabajadores no tengan que completar este trabajo.



Figura 27: Partida de encofrado y desencofrado de muro de contención.

En función de esta evaluación, se modificó la ubicación del almacén donde se guardaban los materiales del encofrado, a fin de que el proceso de transporte de estos elementos se reduzca, lográndose optimizar el proceso, como se aprecia a continuación:

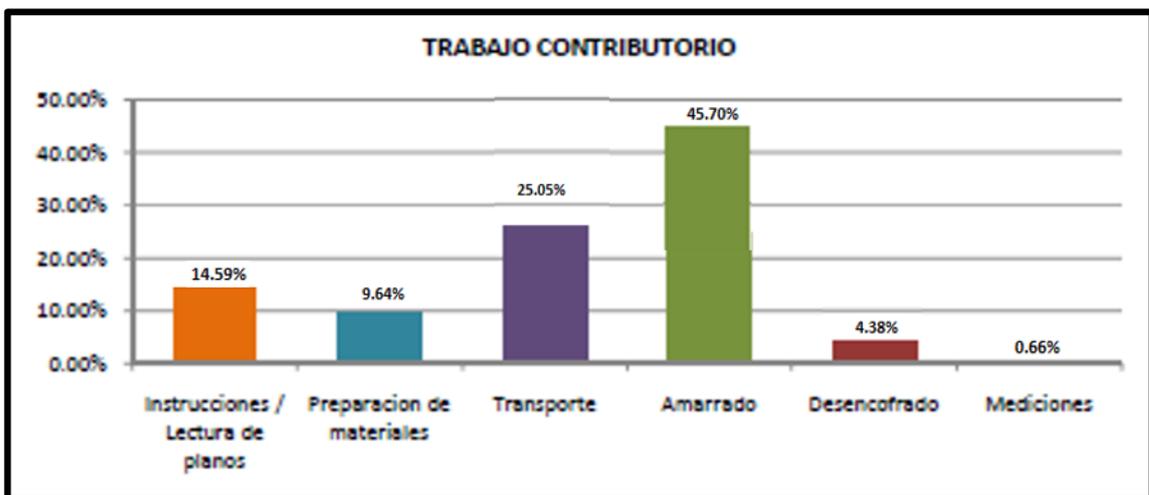


Figura 28: Optimización de la partida de encofrado y desencofrado de muro de contención.

Tal como se ha podido apreciar anteriormente, se ha logrado la optimización de la ejecución de la partida de encofrado y desencofrado del muro de contención al reducirse el tiempo para el transporte (25.05%) lo cual ha incidido en el incremento del proceso de encofrado (amarrado 45.70%), esto debido a la reubicación del almacén, en ese sentido, del análisis realizado el nivel de productividad se ha optimizado, a través de la medición de los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios de los procesos constructivos de muros de contención, los cuales una vez analizados para cada partida, permiten la obtención de un rendimiento de avance real, sobretodo por el hecho de conocerse cuáles son los trabajos no contributorios y reducirlos y/o eliminarlos, siendo esta la manera de optimizar proceso constructivo.

4.3. Respecto al objetivo específico 02

Determinar cómo aplicar el porcentaje de plan cumplido para optimizar los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.

El Last Planner System (LPS) permite medir el cumplimiento de cada plan de trabajo semana tras semana a fin de detectar errores por el no cumplimiento oportuno y considerar las soluciones correctivas pertinentes. El método del indicador es muy eficaz para percibir cuánto ha afectado en el trabajo el uso del sistema. Esta estimación, que es el paso inicial para comprender los fallos y ejecutar actualizaciones, se realiza a través del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). En ese momento, el PPC evalúa el grado en el que el marco del último programador tenía la opción de visualizar el trabajo a realizar en la próxima semana. Es decir, analiza lo que necesita hacer según el plan de trabajo semana tras semana con lo que realmente se hizo, en esta línea reflejando la calidad confiable del marco de organización para

nuestro trabajo específico, ya que las consecuencias del PPC dependen únicamente de los estados de uso de cada obra, así como la capacidad de visualizar funciones a partir de la programación.

Hablando en términos prácticos, es asombroso para algunos descubrir que la mayoría de las veces se satisface una porción más modesta de lo que se organiza. Como lo indican los exámenes realizados en Chile, en algunos emprendimientos la consistencia normal ha sido algo superior a la mitad de lo personalizado y en algunos casos en periodos específicos no ha superado el 30%. El problema con la organización convencional es que, a pesar de que se da cuenta de que numerosas tareas no se ejecutan, se extiende como si todos los trabajos fueran a realizar, por lo que la eficiencia cae en una picada cuando no se logra algún trabajo clave. Alarcón, (2001)

Las experiencias acumuladas hasta ahora han demostrado que, si se amplía metódicamente el grado de consistencia organizativa, es concebible lograr un gran incremento en la rentabilidad y, en general, en la ejecución de las obras. La aclaración para estas actualizaciones es que, a través de una mejor consistencia con la organización, el lugar de trabajo de la empresa se equilibra, lo que crea un ciclo templado que permite que la creación se complete de manera persistente, sin interferencias y de manera competente.

Para lograr el PPC es importante adquirir la cantidad de ejercicios terminados y la cantidad de ejercicios planificados para la semana, esa es la razón por la que el PPC se completa para cada plan de riesgo semana tras semana, teniendo un resultado para cada semana durante toda la tarea, lo que produce una consecuencia total del PPC hacia el término de las obras.

Para configurar el PPC de la semana, se comienza insertando el plan semana tras semana que será el que analizaremos hacia el final de la semana para ver el nivel de consistencia. Cuando termina la semana, se comprueba si se hizo precisamente lo que se modificó, esta programación no debe ser por mediciones sino por áreas, o agrupaciones de ejercicios. A cada acción planificada para la semana se le debe asignar una evaluación en caso de que se cumpla totalmente o no, siendo 100% y 0% las puntuaciones individuales. A veces, se utilizan tasas de consistencia diaria, de modo que en la semana se pueden obtener tasas en algún lugar en el rango de 0 y 100% para un trabajo. Sin embargo, la investigación debe estar terminada con toda la semana para tener resultados equivalentes a los de las diferentes naciones donde se estima siguiendo este estándar (Colombia, Chile, Brasil, etc.)

Los trabajos que no han sido terminados por completo tienen una motivación detrás de por qué no se hicieron, estos son los motivos de no cumplimiento que se diseccionan para cada uno de estos trabajos buscando alejarse de los enfoques en los que están descuidando entrar en la constante medida de mejora. Por fin, se hace una verificación de los ejercicios completados por completo y se separa en la totalidad modificada, dando lugar a la semana tras semana PPC.

A raíz de observar la forma en que se crean los PPC en la organización, nos centramos en los resultados adquiridos en esta tarea con el uso de Lean Construction y sus instrumentos, en particular el Last Planner System. Para esta situación, solo se evaluarán los resultados adquiridos hasta el límite máximo de la etapa de estructuras en comparación con la semana 56 de la rutina de trabajo.

Tabla 4: PPC semanal para fase de muros.

SEMANAS	ACTIVIDADES REALIZADAS	ACTIVIDADES NO CUMPLIDAS	PPC	PPC ACUMULADO
Semanas 39	7	3	70%	70%
Semanas 40	8	3	73%	71%
Semanas 41	8	4	67%	70%
Semanas 42	7	5	58%	67%
Semanas 43	11	5	69%	67%
Semanas 44	15	2	88%	72%
Semanas 45	18	3	86%	75%
Semanas 46	15	3	83%	76%
Semanas 47	15	5	75%	76%
Semanas 48	11	5	69%	75%
Semanas 49	8	5	62%	74%
Semanas 50	7	3	70%	74%
Semanas 51	12	5	71%	74%
Semanas 52	14	7	67%	73%
Semanas 53	11	3	79%	73%
Semanas 54	12	5	71%	73%
Semanas 55	6	9	40%	71%
Semanas 56	8	5	62%	71%

En la tabla anterior obtenemos el PPC de cada semana durante la fase de estructuras y el PPC acumulado para tener una idea del nivel de logro en la programación durante todo el trabajo, para tener la opción de revisar los cambios de manera más efectiva.

En los resultados obtenidos en el PPC se mostrará un diagrama en el que se podrá observar la gráfica del PPC y el PPC total, así como su variedad al cabo de un tiempo.

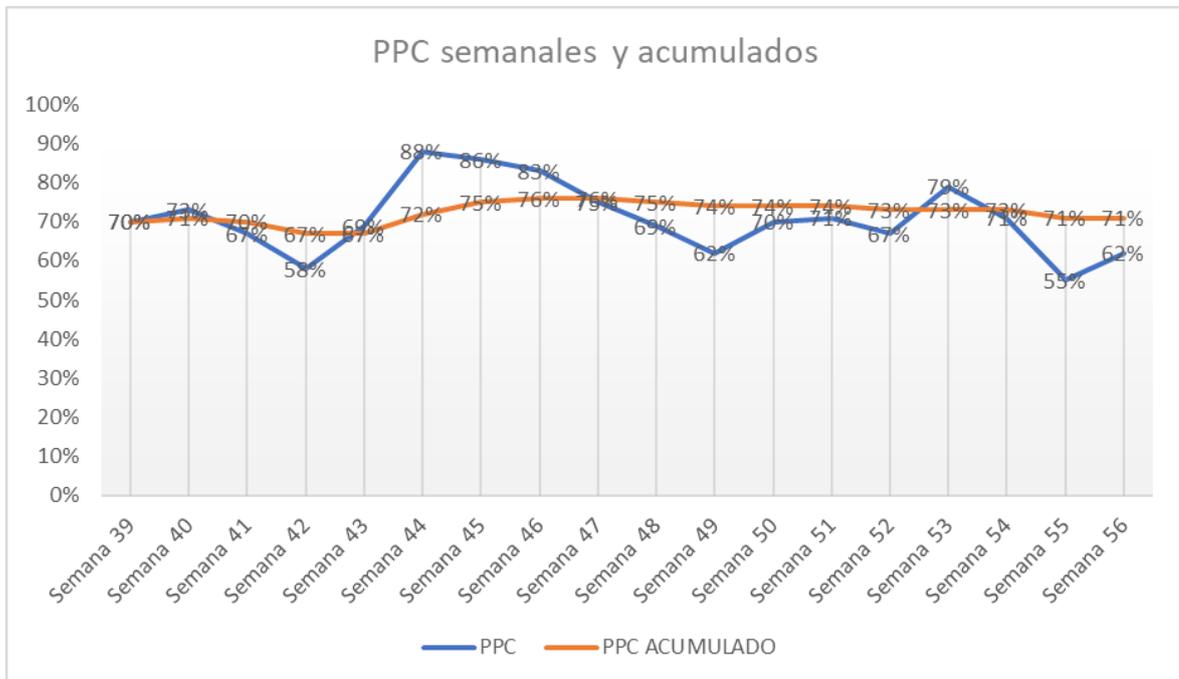


Figura 29: PPC Semanales y PPC acumulados.

Tal y como se puede apreciar en los diagramas, en un total de 24 semanas se adquirió un índice de consistencia equivalente o superior al 67%, con que podemos argumentar que en el 86% de las semanas nuestro PPC fue equivalente o más prominente que 67%. Nos basamos en estas cifras sobre la base de que Ballard muestra que 1/3 de las veces el tiempo anticipado de siete días no se cumple, si esto se desglosa para cada acción, tendríamos que 2 de los 3 trabajos planeados están satisfechos, lo que habla de un 67% de PPC. Entonces, según Ballard contempla estos eventuales grados normales de PPC en organizaciones que están comenzando a adentrarse en el razonamiento Lean Construction. En este sentido, se comprueba que

en nuestra obra se adquieren valores que reflejan una optimización con la utilización de los métodos Last Planner.

Además, se puede ver que en ninguna semana era posible completar todos los trabajos previstos, pero se llegaron a niveles del 92% en el PPC. La tasa más notable adquirida nos da una idea de cómo se está personalizando el trabajo, es decir, que en el tiempo, ya con la debida experiencia, se podrá conseguir tasas de hasta el 100% en el PPC si la semana tras semana programada no es tan cercana. En cualquier caso, el hecho de que tenga unas magníficas tasas de consistencia durante medio mes nos haría pensar que se está planificando una cantidad menor de trabajo de lo que debería ser posible. Por lo tanto, planificando suficientes medidas de trabajo, la gráfica debe estar un poco por debajo del 100% de realización.

Considerando todas las semanas que estamos examinando, se obtiene un PPC agregado hacia el final de este tiempo del 75%, lo que refleja los grandes resultados que se fueron adquiriendo semanalmente durante la ejecución del trabajo y las mejoras que la organización ha venido realizando. con respecto a obras pasadas en las que no se alcanzó tal grado de consistencia.

Para las razones por el incumplimiento, podemos indicar que la industria de la construcción tiene niveles significativos de varianza que implican que los trabajos planificados generalmente no se pueden ejecutar, para disminuir los episodios de incumplimiento, se han actualizado nuevos enfoques de organización, por ejemplo, el Last Planner System ha logrado excelentes resultados en los emprendimientos para quiénes lo utilizaron, sin embargo, a pesar de la forma en que este método mejora la calidad confiable de los cronogramas, no puede disminuir totalmente los incumplimientos de la capacidad de cambio en la obra.

Las razones de los incumplimientos intentan limitar adicionalmente los impactos negativos de la varianza aludiendo a la forma en que actúa en contra de nuestros cronogramas o, como tal, a la motivación detrás de por qué un trabajo no se terminó de manera efectiva cuando fue planeado. Conocer las razones de los incumplimientos de cada trabajo servirá para construir una tabla medible en la que se puedan desvelar las cuestiones primordiales del trabajo que hicieron que los ejercicios no se hicieran de manera efectiva en ese instante.

Cuando se adquieren los datos fácticos sobre los motivos de los incumplimientos, se utilizan durante el tiempo de mejora constante o ejercicios dominados, por lo que nos centramos en eludir o solventar el indicador de varianza que provocaron los incumplimientos de nuestros ejercicios, por lo que amerita hacer referencia a que en muchos casos, un gran nivel de incumplimiento es provocado por una pequeña agrupación de temas, que serán sondeados para mejorar el PPC a medida que avanza la obra o para tareas futuras.

Para hacer una base fáctica del motor fundamental de los incumplimientos, comenzamos haciendo un inventario de las razones de los mismos, agrupando las causas en grupos que tratan de la zona donde comenzó el problema y, por lo tanto, quién es responsable de limitarlas o, si es concebible, prescindir de ellas.

Las agrupaciones donde se difunden los motivos de incumplimientos son:

Tabla 5: Causas de incumplimiento encontrados.

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMADO	LOGÍSTICA	CONTROL DE CALIDAD	EXTERNOS
Descripción	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Errores o cambios en la programación. - Inadecuada utilización de las herramientas de programación. - Mala asignación de recursos. - Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna. 	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente en producción. 	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La entrega oportuna de información a producción (planos, procedimientos, etc.). - Cambios o errores en la ingeniería durante el desarrollo de las actividades del plan semanal. 	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retrasos por razones climáticas extraordinarias. - Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	CLIENTE / SUPERVISIÓN	ERRORES DE EJECUCIÓN	SUBCONTRATAS	
Descripción	<p>Todas las causas que implican responsabilidad del cliente (falta de información, cambio de prioridades, cambios o errores en la ingeniería, falta de liberación de estructuras, etc.)</p>	<p>Se consideran las causas que corresponden a atrasos debido a retrabajos en el proceso constructivo, es decir que por errores de ejecución no pudieron cumplir otras actividades programadas.</p>	<p>En este punto se consideran todas las causas de incumplimiento relacionadas a la falla en la entrega de algún recurso subcontratado o al atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a una subcontrata.</p>	

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	EQUIPOS	ADMINISTRACIÓN
Descripción	<p>Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del plan semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.</p>	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No llegada del personal especializado (incluidos subcontratos) - Falta de permisos y licencias.

Cuando se ha hecho la lista de causas para los incumplimientos, cada uno de los problemas que impidieron que las partidas se terminaran se caracterizan en las agrupaciones preparadas, esto se hace semanalmente según el diseño de PPC anticipado.

Posteriormente a caracterizar los motivos de incumplimiento de cada acción en el diseño del PPC, se adquiere naturalmente la cantidad de motivos de incumplimientos relacionados con cada agrupación y de esta información se obtiene una tabla de hechos de la semana.

Tabla 6: *Conteos de causas de incumplimiento encontradas.*

ABREVIACIÓN	DESCRIPCIÓN	CONTEO
PROG	PROGRAMADO	1
LOG	LOGÍSTICA	2
QA/AC	CONTROL DE CALIDAD	
EXT	EXTERNOS	
SUP/CLI	CLIENTE / SUPERVISIÓN	
EJEC	ERRORES DE EJECUCIÓN	
SC	SUBCONTRATAS	2
EQ	EQUIPOS	
ADM	ADMINISTRACIÓN	

Es importante señalar que el resultado semanalmente no identifica realmente lo que ocurre en toda la obra, pero sí en un horario específico, como en esta situación donde los motivos de los incumplimientos solo tienen cabida con 3 de las 9 agrupaciones en la lista de motivos de los incumplimientos. No obstante, los hechos

pueden confirmar que en una semana más, los motivos de los incumplimientos son muy diferenciados a partir de esta semana. Esa es la razón por la que esta información es solo referencial y la información agregada se utiliza para llegar a determinaciones. Además, es imperativo especificar que las ocasiones en que se repite una razón para los incumplimientos no está relacionada con el efecto que tiene en la obra, puede haber una razón única de incumplimientos que influya significativamente en la obra, ya sea en tiempo o costo.

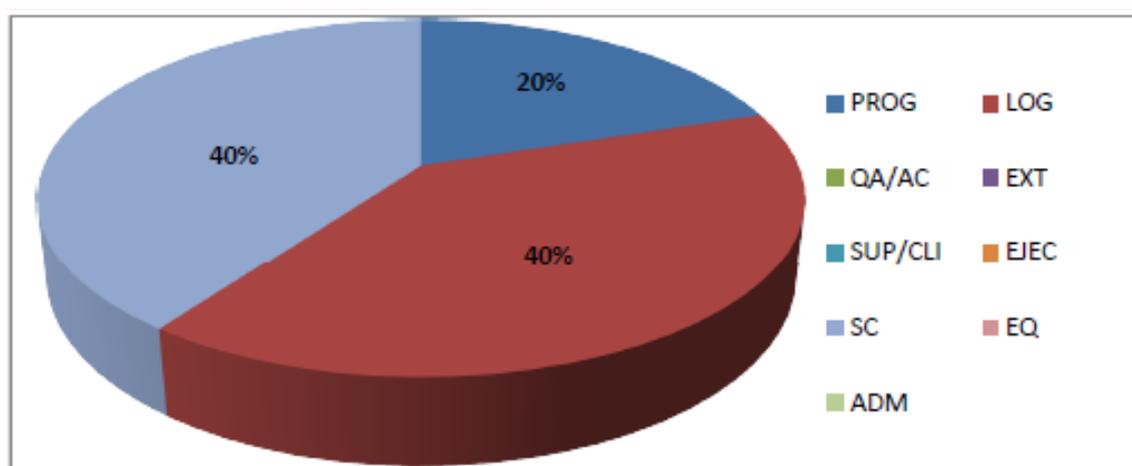


Figura 30: Resultado de formato PPC y análisis de cumplimiento semanales.

Este método se completa cada semana con el plan semanal y se le da forma a otra tabla en la que se registra el resultado semana tras semana de las razones de los incumplimientos para que hacia el final del trabajo tengamos una medición más confiable del motivo principal de los incumplimientos. Para lograr resultados recopilados, usamos una tabla que cubre todos los tramos largos del trabajo en el que se envían las consecuencias semana a semana de las razones de los incumplimientos para producir un diagrama completo de la obra.

Tabla 7: *Causa de incumplimientos totales.*

SEMANAS	PROG	LOG	QA/AC	EXT	SUP/CLI	EJEC	SC	EQ	ADM
Semanas 39	2	1							
Semanas 40							3		
Semanas 41	1	3							
Semanas 42	2			1			2		
Semanas 43	4			1					
Semanas 44	2						2		
Semanas 45	1								
Semanas 46	3								
Semanas 47	1					4			
Semanas 48	2					3			
Semanas 49	4					1			
Semanas 50	3								
Semanas 51	2	3							
Semanas 52	5						2		
Semanas 53		3							
Semanas 54	2	3							
Semanas 55	5	4							
Semanas 56	2	3							
TOTAL	41	20	0	2	0	8	9	0	0
%	51.25%	25.00%		2.50%		10.00%	11.25%		

Por último, de estas tablas se logra la estadística de las causas principales de incumplimiento que serán utilizadas como partidas a mejorar en etapas futuras de esta obra.

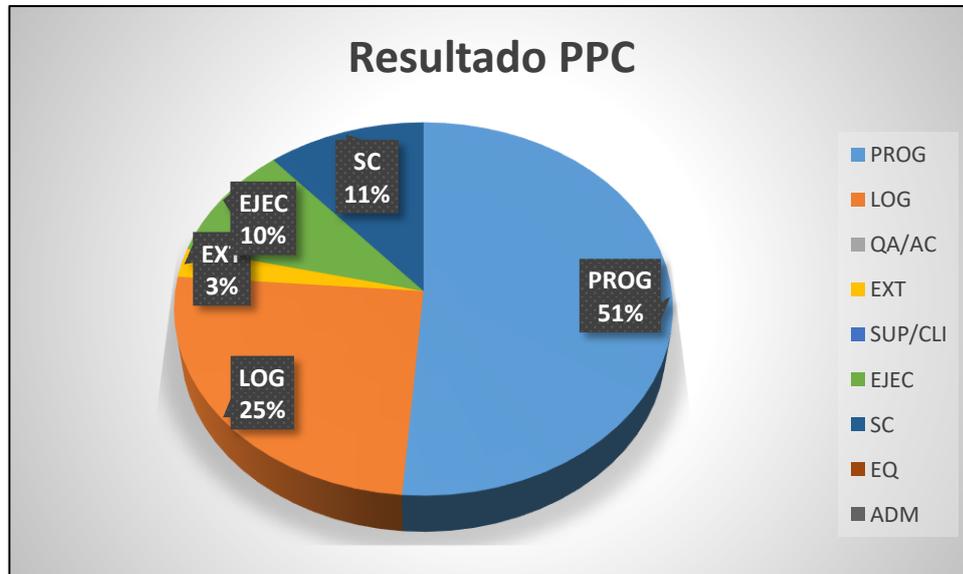


Figura 31: Resultado de formato PPC y análisis de cumplimiento.

A fin de optimizar el proceso constructivo, el porcentaje del plan cumplido (PPC), nos ha permitido visualizar las causas del no cumplimiento, el criterio principal para llevar a cabo las razones de los incumplimientos es que hacemos inferencias a partir de los resultados obtenidos, por ejemplo, se tiende a ver que hay 2 agrupaciones que no tienen relación en las razones de los incumplimientos, que son organización y grupos, lo que demuestra que el trabajo regulatorio en el sitio se realizó de manera adecuada y se realizó un control correcto del equipo usado.

Es más, se tiende a ver como dijimos antes que un gran nivel de los motivos de los incumplimientos (87%) se identifican con solo 3 agrupaciones que son Subcontratos, Programación y Logística, esto implica que la gran mayoría de los fallos se originan en fallas de reserva, errores de subcontratistas y aplazamientos en

la recepción de material, por lo que se debe poner un énfasis excepcional en la planificación y las solicitudes de la zona de coordinaciones para disminuir los ejercicios no cumplidos e incrementar el grado de confianza en la planificación que se determina con el PPC. En ese sentido, se realizó una coordinación directa con el subcontratista estipulando penalidades a su demora, se reubicó el almacén, así como la incidencia de la medición de tiempos productivos, contributorios y no contributorios permitió mejorar la productividad, como apreciamos a continuación:

Tabla 8: *Causa de incumplimientos optimizados.*

SEMANAS	PROG	LOG	QA/AC	EXT	SUP/CLI	EJEC	SC	EQ	ADM
Semanas 39									
Semanas 40							2		
Semanas 41		1							
Semanas 42				1			1		
Semanas 43				1					
Semanas 44	1						1		
Semanas 45									
Semanas 46									
Semanas 47	1					3			
Semanas 48						2			
Semanas 49	1					1			
Semanas 50	1								
Semanas 51									
Semanas 52	2						1		
Semanas 53		1							
Semanas 54									
Semanas 55	1	1							
Semanas 56	1								
TOTAL	8	3	0	2	0	6	5	0	0
%	10.00%	3.75%		2.50%		7.50%	6.25%		

Como se puede apreciar, gracias al aporte del porcentaje de plan cumplido se ha logrado reducir las causas del incumplimiento, sobretudo las causas programadas, tal como se puede apreciar a continuación:

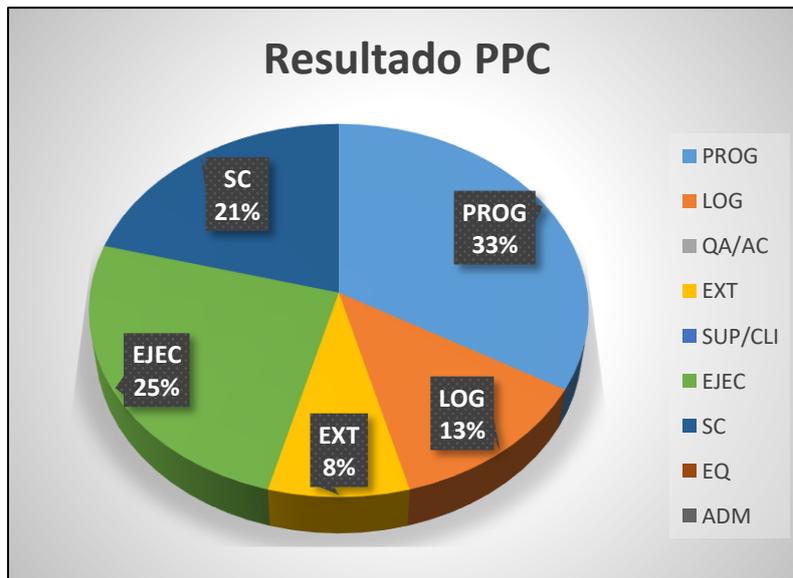


Figura 32: Resultado de formato PPC y análisis de cumplimiento.

En ese sentido, se ha determinado como al aplicar el porcentaje de plan cumplido, lo cual permite, analizar las causas de incumplimiento, éstas se han reducido hasta en un 30% (inicialmente 80 causas reducidas a 24 causas), lo cual incrementa el avance de los procesos constructivos de muros de contención al tenerse mayor porcentaje del plan del cumplimiento logrado.

4.4. Respecto al objetivo específico 03

Identificar cómo aplicar la curva de aprendizaje para optimizar los procesos constructivos de muros de contención - Lima 20211.

La aplicación de la curva de aprendizaje durante la ejecución de obras es congruente con la forma de pensar del Lean Construction, particularmente utilizando la sectorización (división del trabajo en cantidades comparables) y el tren de trabajos (equipos que hacen un trabajo individual). La utilización conjunta de estos 2 dispositivos nos permite lograr un ciclo de especialización de los trabajadores en las asignaciones que realizan, ampliando consecuentemente la productividad de la

ejecución de las obras, que se puede encontrar en la estimación de ejecución durante el avance de la obra.

Dentro de los factores que influyen en la productividad, son los tareas diarios de los trabajadores los que tienen la mayor incidencia.

Todas estas ratios se han tenido en cuenta para elaborar las tablas de productividad que se han obtenido como resultado de la aplicación de la metodología Lean Construction a la presente obra.

Desglosando los aspectos principales de la fase de la estructura, conformados por las partidas analizadas de encofrado de muros, llenado de concreto de muros, se observaron los resultados que siguen:

Tabla 9: Horas acumuladas por el personal según tareas del encofrado de muros.

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS									
HH DIARIO	205.000	205.000	207.500	333.000	331.000	333.000	170.000	170.000	170.000	162.500
Avance diario m2	435.900	454.360	456.320	430.150	435.900	454.360	454.360	456.320	430.150	435.900
HH acumulado m2	205.000	410.000	617.500	950.500	1281.500	1614.500	1784.500	1954.500	2124.500	2287.000
Avance acumulado m2	435.900	890.260	1346.580	1776.730	2212.630	2666.990	3121.350	3577.670	4007.820	4443.720
RENDIMIENTO DIARIO	0.470	0.451	0.455	0.774	0.759	0.733	0.374	0.373	0.395	0.373
RENDIMIENTO PROMEDIO	0.470	0.461	0.459	0.535	0.579	0.605	0.572	0.546	0.530	0.515
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS									
HH DIARIO	300.000	310.000	300.000	218.000	220.000	220.000	220.000	316.560	320.00	320.00
Avance diario m2	454.360	38.800	456.320	430.150	435.900	454.360	456.320	430.150	435.90	454.36
HH acumulado m2	2587.000	2618.000	2918.000	3136.000	3356.000	3576.000	3976.000	4112.500	4432.50	4752.5
Avance acumulado m2	4898.080	4936.880	5393.200	5823.350	6259.250	6713.610	7169.930	7600.080	8035.98	8490.34
RENDIMIENTO DIARIO	0.660	0.799	0.657	0.507	0.505	0.484	0.482	0.736	0.734	0.704
RENDIMIENTO PROMEDIO	0.528	0.530	0.541	0.539	0.536	0.533	0.529	0.541	0.552	0.560
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

En la tabla anterior se han resumido todas las horas de acuerdo a la investigación realizada, obtenidos en campo para las partidas de colocación de concreto en muros de contención y para la partida de encofrado y desencofrado de muros de contención.

A continuación podemos apreciar en la figura siguiente, los rendimientos comparativos entre diarios, del expediente técnico (presupuestados), y promedio de rendimientos:

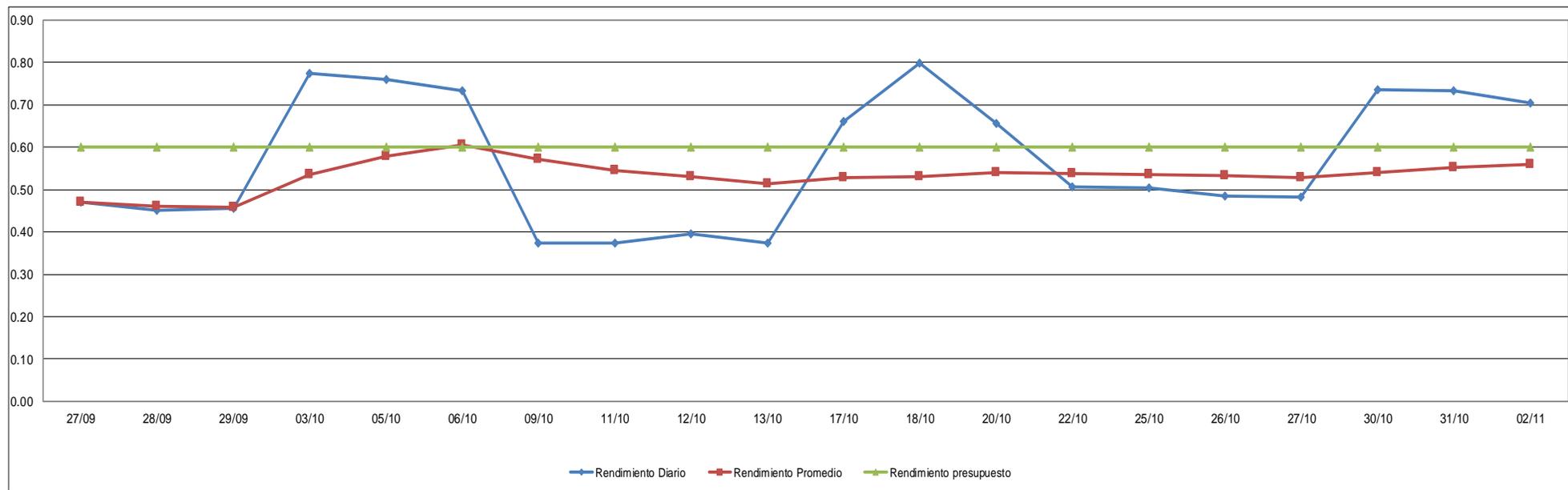


Figura 33: *Resumen de rendimientos*

En la figura anterior se observa la diferencia entre el rendimiento presupuestado en el expediente técnico con respecto al rendimiento real de la obra aplicando la metodología Lean Construction.

Tabla 10: *Datos comparativos de presupuesto partida de encofrado.*

DATOS DEL PRESUPUESTO	VALORES
Rendimiento Exp. Téc. (presupuestado)	0.60 HH/m ²
Rendimiento promedio	0.56 HH/m ²
Metrado acumulado	8,490.34 m ²
Promedio mano de obra	18.00 S/ x HH
Diferencia de rendimientos	0.04
Diferencia de horas hombre	341.71 HH
Monto total S/	6,150.72

Numéricamente podemos comprobar con la tabla anterior que el rendimiento es superior en cuanto a la obra ejecutada mediante el método Lean Construction que con respecto a la obra proyectada.

Como se puede encontrar en las tablas anteriores, los rendimientos de la partida fueron cayendo semanalmente hasta casi llegar al rendimiento planeado. Según la técnica de la curva de aprendizaje, la tasa de aprendizaje es el nivel de tiempo en el que se realiza el trabajo luego del doble de veces, debido a esto, dicha tasa es del 92%, es decir, el punto en que el trabajo está terminado, hizo 2n veces el tiempo que tomó fue solo 92% que cuando se hizo en n tiempo.

A continuación, se presentan los datos del encofrado de muro:

Tabla 11: *Horas acumuladas por el personal según tareas del encofrado de muros optimizados.*

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS									
HH DIARIO	122.000	122.000	122.000	90.000	90.500	95.000	95.000	140.000	149.000	84.000
Avance diario m2	178.160	164.940	151.300	153.500	168.000	164.940	151.300	153.500	168.000	164.940
HH acumulado m2	122.000	244.000	366.000	456.000	546.500	641.500	736.500	876.500	1025.500	1109.500
Avance acumulado m2	178.160	343.100	494.400	647.900	815.900	980.840	1132.140	1285.640	1453.640	1618.580
RENDIMIENTO DIARIO	0.685	0.740	0.806	0.586	0.539	0.576	0.628	0.912	0.887	0.509
RENDIMIENTO PROMEDIO	0.685	0.711	0.740	0.704	0.670	0.654	0.651	0.682	0.705	0.685
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS						
HH DIARIO	85.000	90.000	74.000	74.000	74.000	74.000	74.000
Avance diario m2	151.300	153.500	168.000	164.940	151.300	153.500	272.400
HH acumulado m2	1194.500	1284.500	1358.500	1432.500	1506.500	1580.500	1654.500
Avance acumulado m2	1769.880	1923.380	2091.380	2256.320	2407.620	2561.120	2833.520
RENDIMIENTO DIARIO	0.562	0.586	0.440	0.449	0.489	0.482	0.272
RENDIMIENTO PROMEDIO	0.675	0.668	0.650	0.635	0.626	0.617	0.584
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60



Figura 34: *Proceso optimizado de encofrado*

En la tabla anterior se han resumido todas las horas que figuran en los tareas presentados, los rendimientos difieren de los presupuestados al aplicar la metodología Lean Construction, como se puede comprobar en la siguiente gráfica:

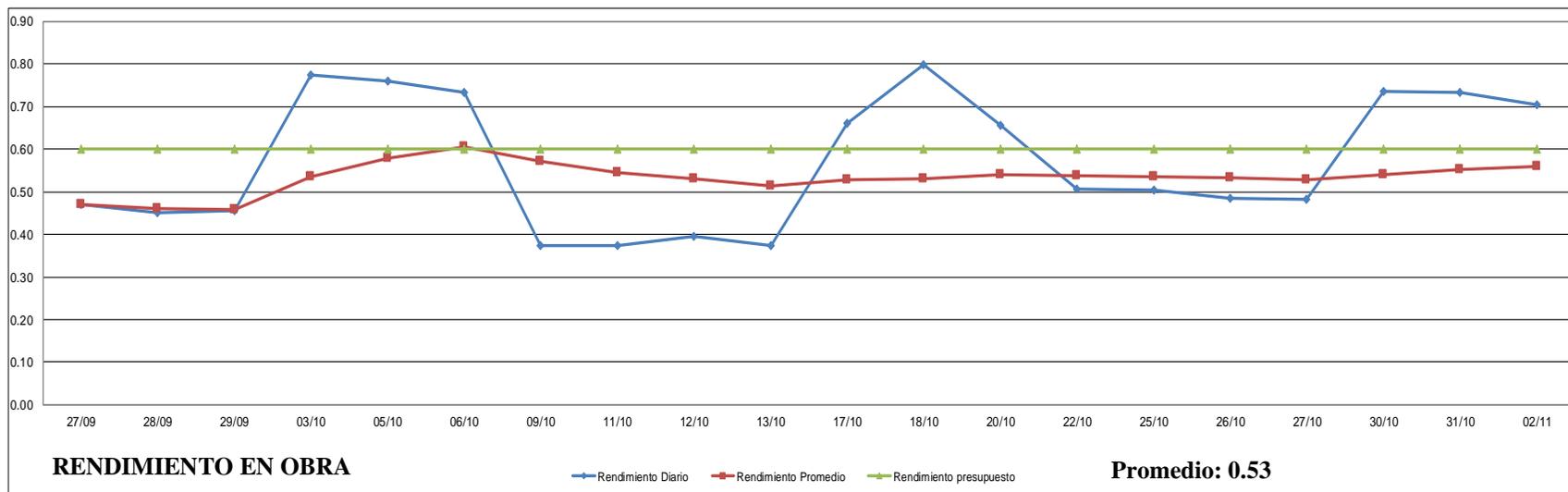
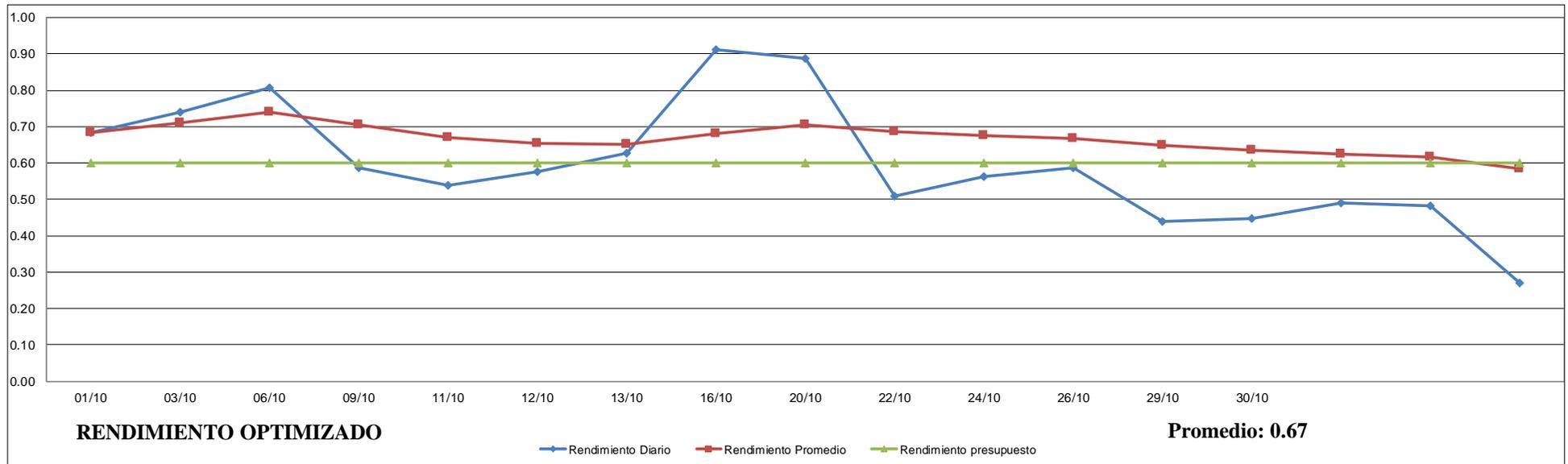


Figura 35: Comparativo de rendimientos

En la gráfica anterior se muestran los rendimientos recopilados del capítulo semanalmente (línea azul) y se contrasta y la línea de rendimiento proyectada que debería ser adquirida por la tasa de aprendizaje (línea verde), como debería ser obvio, las dos curvas se crean en una manera alternada cada semana, salvo que lleguen a una última similar aceptando la tasa de referencia. Además, en las dos líneas se tiende a percibir como semanalmente disminuye el tiempo que se tarda en hacer una unidad de tarea (rendimiento) por la expectativa de la curva de aprendizaje, así como la especialización en los trabajadores del equipo. También se observa la diferencia entre el rendimiento presupuestado con respecto al rendimiento real de la obra aplicando la metodología Lean Construction. Se aprecia claramente el incremento del rendimiento promedio de 0.53 a 0.67 mediante la aplicación de la curva de aprendizaje.

Tabla 12: *Datos comparativos de presupuesto partida de encofrado.*

DATOS DEL PRESUPUESTO	VALORES
Rendimiento Exp. Téc. (presupuestado)	0.60 HH/m ²
Rendimiento promedio	0.58 HH/m ²
Metrado acumulado	2,833.52 m ²
Promedio mano de obra	18.00 S/ x HH
Diferencia de rendimientos	0.02
Diferencia de horas hombre	45.61 HH
Monto total S/	821.02

Seguidamente se muestra el resumen de los tareas diarios de la parte de llenado de muros:

Tabla 13: *Horas acumuladas por el personal según tareas del concreto de muros.*

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS												
HH DIARIO	55.500	55.500	55.500	25.000	25.000	25.000	21.000	21.000	30.000	30.000			
Avance diario m2	35.000	34.000	35.000	19.000	13.500	32.000	17.500	16.500	31.000	32.000			
HH acumulado m2	55.500	111.000	166.500	191.500	216.500	241.500	262.500	283.500	313.500	343.500			
Avance acumulado m2	35.000	69.000	104.000	123.000	136.500	168.500	186.000	202.500	233.500	265.500			
RENDIMIENTO DIARIO	1.586	1.632	1.586	1.316	1.852	0.781	1.200	1.273	0.968	0.938			
RENDIMIENTO PROMEDIO	1.586	1.609	1.601	1.557	1.58.6	1.433	1.411	1.400	1.343	1.294			
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS												
HH DIARIO	12.000	12.000	12.000	12.000	25.000	20.000	20.000	16.000	10.500	19.000	19.000	11.000	19.000
Avance diario m2	12.500	35.000	18.000	18.000	31.500	25.500	25.500	18.000	12.500	20.000	25.500	11.000	19.000
HH acumulado m2	385.500	397.500	409.500	421.500	446.500	466.500	486.500	502.500	513.000	532.000	551.000	562.000	581.000
Avance acumulado m2	304.000	339.000	357.000	375.000	406.500	432.000	432.000	475.500	488.000	508.000	533.500	544.500	727.000
RENDIMIENTO DIARIO	0.960	0.343	3667.000	0.667	0.794	0.784	0.784	0.889	0.840	0.950	0.745	1.000	1.000
RENDIMIENTO PROMEDIO	1.268	1.173	1.147	1.124	1.098	1.098	1.080	1.057	1.051	1.047	1.033	1.032	0.799
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

En la tabla anterior se han resumido todas las horas que figuran en los tareas presentados, los rendimientos difieren de los presupuestados al aplicar la metodología Lean Construction, como se puede comprobar en la siguiente gráfica:

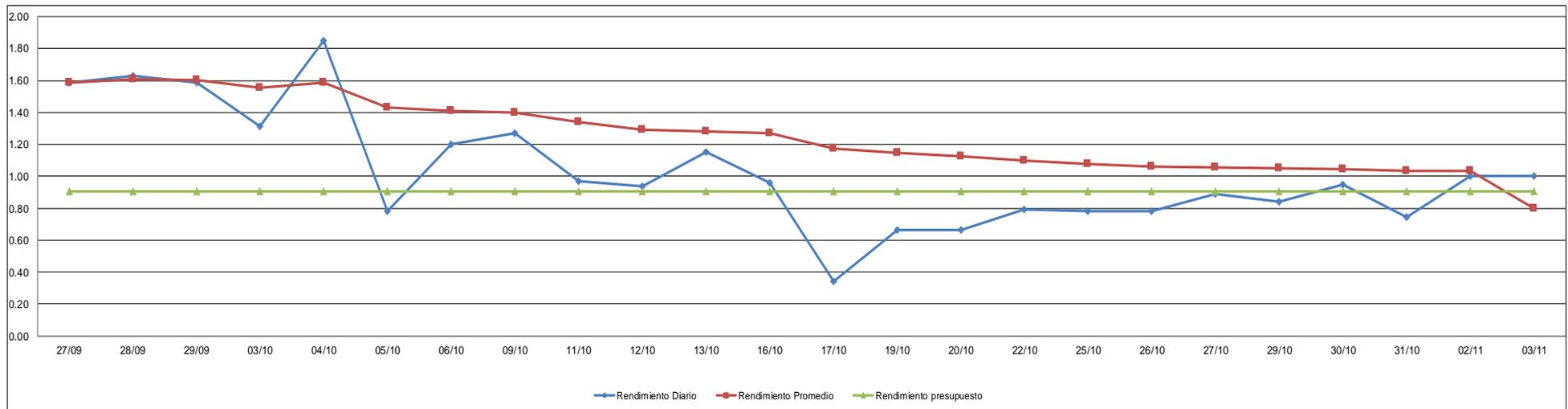


Figura 36: Resumen de rendimientos.

En la gráfica anterior se observa la diferencia entre el rendimiento presupuestado con respecto al rendimiento real de la obra aplicando la metodología Lean Construction, notándose como el rendimiento promedio se ha incrementado.

Tabla 14: *Datos comparativos de presupuesto partida de concreto en muros.*

DATOS DEL PRESUPUESTO	VALORES
Rendimiento Exp. Téc. (presupuestado)	0.90 HH/m ²
Rendimiento promedio	0.80 HH/m ²
Metrado acumulado	727.00 m ²
Promedio mano de obra	18.00 S/ x HH
Diferencia de rendimientos	0.11
Diferencia de horas hombre	76.86 HH
Monto total S/	1,383.52

Seguidamente se muestra el resumen de los tareas diarios de la parte de vaciado de muros implementando los resultados de la curva de aprendizaje:

Tabla 15: *Horas acumuladas por el personal según tareas del concreto de muro (optimización).*

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS												
HH DIARIO	85.25	85.97	68.20	35.37	29.86	29.39	23.22	27.37	42.66	42.35			
Avance diario m2	50.000	49.00	40.00	25.00	15.00	35.00	18.00	20.00	41.00	42.00			
HH acumulado m2	85.248	171.21	239.41	274.78	304.64	334.03	357.25	384.62	427.28	469.63			
Avance acumulado m2	50.000	99.00	139.00	164.00	179.00	214.00	232.00	252.00	293.00	335.00			
RENDIMIENTO DIARIO	1.705	1.754	1.705	1.415	1.991	0.840	1.290	1.368	1.041	1.008			
RENDIMIENTO PROMEDIO	1.705	1.729	1.722	1.675	1.702	1.561	1.540	1.526	1.458	1.402			
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

DESCRIPCIÓN	HORAS ACUMULADAS												
HH DIARIO	15.48	14.75	17.93	17.93	29.87	23.60	23.60	19.11	19.87	22.47	21.62	16.13	21.50
Avance diario m2	15.000	40.000	25.000	25.000	35.000	28.000	28.000	20.000	22.000	22.000	27.000	15.000	20.000
HH acumulado m2	485.112	499.861	517.787	535.712	565.587	589.185	612.783	631.897	651.763	674.230	695.854	711.979	733.479
Avance acumulado m2	350.000	390.000	415.000	440.000	475.000	503.000	531.000	551.000	573.000	595.000	622.000	637.000	657.000
RENDIMIENTO DIARIO	1.032	0.369	0.717	0.717	0.854	0.843	0.843	0.956	0.903	1.021	0.801	1.075	1.075
RENDIMIENTO PROMEDIO	1.386	1.282	1.248	1.218	1.191	1.171	1.154	1.147	1.137	1.133	1.119	1.118	1.116
RENDIMIENTO EXP. TEC.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

En la tabla anterior se han resumido todas las horas que figuran en los tareas presentados, los rendimientos difieren de los presupuestados al aplicar la metodología Lean Construction, se han optimizado como se puede comprobar en la siguiente gráfica:

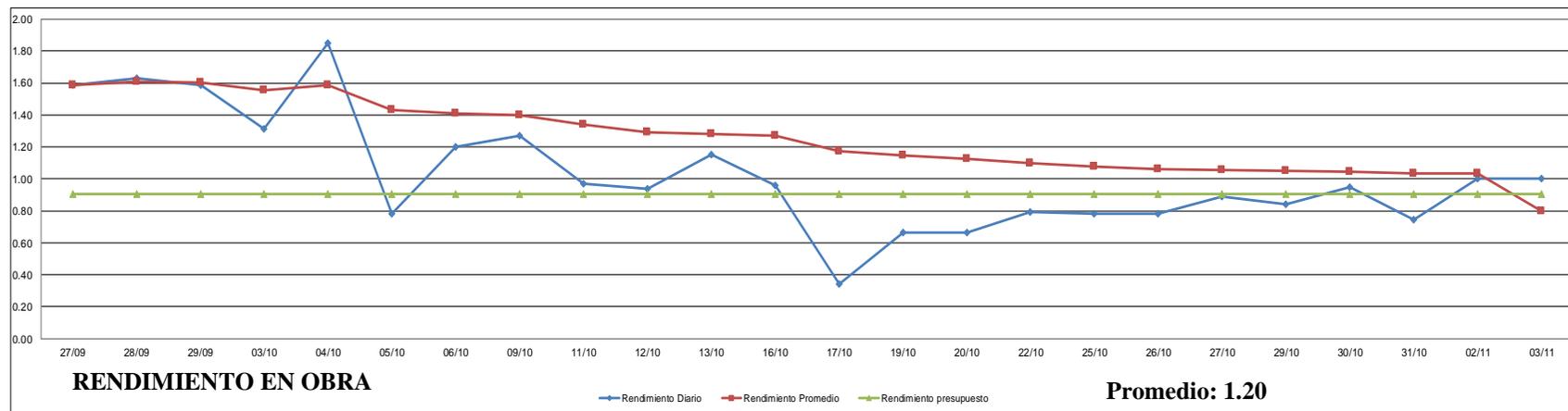
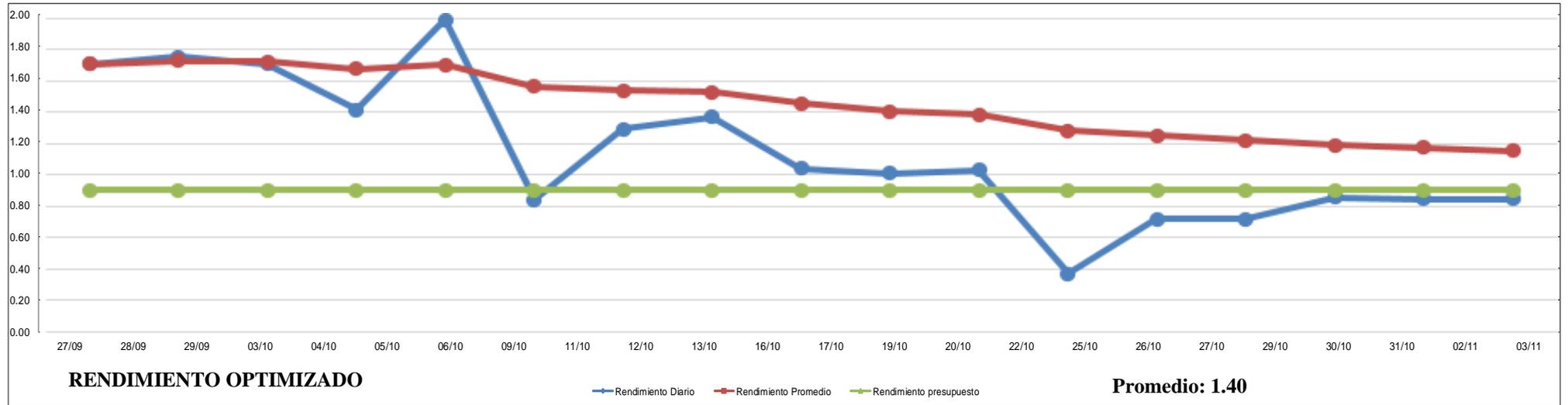


Figura 37: Resumen de rendimientos.

En la última figura se puede ver la mejora día a día que se realiza cada semana y cómo va mejorando por la expectativa de la curva de aprendizaje, como en el caso pasado, se contrasta la curva de avance de obra y la proyectada que muestra cómo el avance debería progresar todos los días si la expectativa de la curva de aprendizaje se siguió perfectamente.

Con estas figuras se puede apreciar muy bien que la utilización de dispositivos Lean, por ejemplo, el tren de trabajos y el sectorizado ayudan ampliamente a crear la expectativa de curva de aprendizaje en la obra, lo cual se refleja en el rendimiento de las obras y por lo tanto mejorar la eficiencia de estas. Hay que tener en cuenta que la eficiencia que se puede obtener aplicando estas ideas en todas las partidas ayuda a lograr el objetivo esencial de la obra, que es completar dentro del tiempo y costos establecidos.

Tabla 16: *Datos comparativos de presupuesto partida de acabado en muros.*

DATOS DEL PRESUPUESTO	VALORES
Rendimiento Exp. Téc. (presupuestado)	0.32 HH/m ²
Rendimiento promedio	0.27 HH/m ²
Metrado acumulado	2,739.82 m ²
Promedio mano de obra	18.00 S/ x HH
Diferencia de rendimientos	0.05
Diferencia de horas hombre	142.74 HH
Monto total S/	2,569.36

También se observa la diferencia entre el rendimiento presupuestado con respecto al rendimiento real de la obra aplicando la metodología Lean Construction. Se aprecia claramente el incremento del rendimiento promedio de 1.20 a 1.40 mediante la aplicación de la curva de aprendizaje.

En ese sentido, tal como se sustenta en lo anterior, se ha identificado el resultado que produce la aplicación de la curva de aprendizaje en los procesos constructivos de muros de contención, incrementando los rendimientos en un 16.67% para la partida de colocación de concreto y de 26.41% para la partida de encofrado y desencofrado de muros.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

OBJETIVO GENERAL: Optimizar los procesos constructivos de muros de contención aplicando el Last Planner – Lima 2021.

Tal como se ha podido apreciar anteriormente, la aplicación de la herramienta “Last Planner” a fin de optimizar los procesos constructivos de muros de contención de la obra: "Mejoramiento de taludes en las zonas de riesgo por deslizamiento en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima", se ha dado en función de incrementar el nivel de productividad de los procesos constructivos a través de determinar los tiempos contributorios, tiempos no contributorios y tiempos productivos para las partidas de encofrado y desencofrado y colocación de concreto en muros de contención, siendo estas las más incidentes dentro de la ejecución de la obra, habiéndose realizado la evaluación correspondiente de estos tiempos, optimizando las cuadrillas y utilizándolos en una adecuada planificación, estableciéndose un plan de cumplimiento real, que buscó involucrar y comprometer a todos los actores del proceso de ejecución (personal profesional y personal obrero) a fin de cumplir los plazos establecidos.

Asimismo, a fin de optimizar la producción de las partidas investigadas, se trabajó en función de la curva de aprendizaje, mejorando el avance diario de las partidas obteniéndose mayores rendimientos, teniendo incidencia directa en los costos del proyecto, no requiriéndose un incremento de estos, así como también dentro de los tiempos de ejecución, los cuales se cumplieron, no necesitándose de ampliaciones de plazo, por lo que, como consecuencia de lo indicado, el alcance de la obra se cumple, habiéndose ejecutado las partidas investigadas cumpliendo las especificaciones técnicas correspondientes a satisfacción de la Supervisión de Obras.

En ese sentido, se coincide con lo que indican Guevara y Loayza (2020), referente a que “Lo más importante de la determinación de esta metodología fue que se logró reducir el tiempo de ejecución del proyecto”, lo cual se ha podido demostrar en el porcentaje del plan cumplido estipulado para las partidas investigadas.

Asimismo, también se coincide con lo referido por Heredia (2017), cuando indica que: “Existen diversos factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos de obra que son de gran impacto en las horas hombre”, ya que, de acuerdo a la evaluación de tiempos no contributivos, tiempos contributivos y tiempos productivos realizada, se han podido apreciar la incidencia de factores externos a la obra, en lo referente al rendimiento.

Así también, Pirca y Pirca (2019), manifestaban que: “Al analizar los resultados de desempeño de las cuadrillas analizadas se tiene que se logra un PPC de hasta 100% manteniendo una media final de 84%, lo que es bastante alto, esto quiere decir que están altamente comprometidos con los trabajos que realizan”, con lo cual, se está de acuerdo, ya que se ha producido lo mismo dentro de esta investigación, al cumplirse lo planificado en el plan de cumplimiento establecido, en ese sentido, Bonilla (2017) indicaba: “Los

proyectos que presentaron mayor variabilidad mostraron como causas de NO cumplimiento en común los problemas asociados a la mano de obra y el bajo rendimiento en la mano de obra”, por lo que se está de acuerdo, habiéndose logrado un mejor rendimiento, en la presente investigación, a través de la curva de aprendizaje y su aplicación.

Por lo tanto, podemos indicar que “Los procesos constructivos de muros de contención se optimizan aplicando el Last Planner”, quedando demostrado la optimización del proceso constructivo, aceptándose la funcionalidad del objetivo general.

OBJETIVO ESPECÍFICO 01: Analizar de qué manera aplicar el nivel de productividad en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.

A fin de establecer si existe o no un incremento del nivel de productividad de los procesos constructivos de muros de contención, se ha realizado la evaluación de los tiempos productivos, tiempos contributorios y tiempos no contributorios de las partidas de encofrado y desencofrado de muros de contención, así como de colocación de concreto en muros de contención.

Luego de haber realizado la evaluación correspondiente para cada obrero partícipe de las cuadrillas de trabajo correspondientes, para el caso de la partida de colocación de concreto en muros de contención, en función de estos resultados, se pudo determinar que esta partida mejoró, disminuyendo los trabajos no contributorios y que un trabajo similar podría ser realizado por 5 individuos con un sistema y activos satisfactorios o por un límite de 6 individuos en diferentes condiciones. Con esto, la eficiencia se expandió de manera impresionante ya que día a día el avance se mantuvo al disminuir las horas de trabajo utilizadas. Debido a los atributos de la obra, la mejora de la disminución de personal del grupo se completó en 2 secciones cada una con un método de llenado

alternativo, los cuales son aportes de la presente investigación, dados a fin de incrementar el nivel de productividad de la partida de colocación de concreto en muros de contención.

Tal como se ha podido apreciar anteriormente, se ha logrado la optimización de la ejecución de la partida de encofrado y desencofrado del muro de contención al reducirse el tiempo para el transporte (25.05%) lo cual ha incidido en el incremento del proceso de encofrado (amarrado 45.70%), esto debido a la reubicación del almacén, en ese sentido, del análisis realizado el nivel de productividad se ha optimizado, a través de la medición de los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios de los procesos constructivos de muros de contención, los cuales una vez analizados para cada partida, permiten la obtención de un rendimiento de avance real, sobre todo por el hecho de conocerse cuáles son los trabajos no contributorios y reducirlos y/o eliminarlos, siendo esta la manera de optimizar proceso constructivo.

OBJETIVO ESPECÍFICO 02: Calcular el resultado de aplicar el porcentaje de plan cumplido en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.

De acuerdo a los resultados de los tiempos productivos, tiempos contributorios, tiempos no contributorios, se ha estipulado un plan de cumplimiento semanal, en el cual se ha determinado que el criterio principal para llevar a cabo las razones de los incumplimientos es que hacemos inferencias a partir de los resultados obtenidos, por ejemplo, se tiende a ver que hay 2 agrupaciones que no tienen relación en las razones de los incumplimientos, que son organización y grupos, lo que demuestra que el trabajo regulatorio en el sitio se realizó de manera adecuada y se realizó un control correcto del equipo usado. Es más, se tiende a ver como dijimos antes que un gran nivel de los motivos de los incumplimientos (87%) se identifican con solo 3 agrupaciones que son Subcontratos, Programación y Logística, esto implica que la gran mayoría de los fallos se

originan en fallas de reserva, errores de subcontratistas y aplazamientos en la recepción de material, por lo que se debe poner un énfasis excepcional en la planificación y las solicitudes de la zona de coordinaciones para disminuir los ejercicios no cumplidos e incrementar el grado de confianza en la planificación que se determina con el PPC, así como, del análisis realizado, se han determinado las causas principales de incumplimiento que serán utilizadas como partidas a mejorar en etapas futuras de esta obra u otras por ejecutar. En ese sentido, se ha determinado como al aplicar el porcentaje de plan cumplido, lo cual permite, analizar las causas de incumplimiento, éstas se han reducido hasta en un 30% (inicialmente 80 causas reducidas a 24 causas), lo cual incrementa el avance de los procesos constructivos de muros de contención al tenerse mayor porcentaje del plan del cumplimiento logrado

OBJETIVO ESPECÍFICO 03: Identificar el resultado que produce la aplicación de la curva de aprendizaje en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.

En cuanto a la curva de aprendizaje la cual indica lo que se ha ido aprendiendo en relación a un tiempo determinado mostrando los aspectos conseguidos y los triunfos que se han obtenido en relación a ese tiempo. La expectativa de la curva de aprendizaje es una idea que se intenta utilizar en el desarrollo con la utilización de la forma de pensar Lean, particularmente utilizando la sectorización (división del trabajo en cantidades comparables) y el tren de trabajos (equipos que hacen un trabajo individual). La utilización conjunta de estos 2 dispositivos nos permite lograr un ciclo de especialización de los trabajadores en las asignaciones que realizan, ampliando consecuentemente la productividad de la ejecución de las obras, que se puede encontrar en la estimación de

ejecución durante el avance de la obra. Dentro de los factores que influyen en la productividad, son las tareas diarias de los trabajadores los que tienen la mayor incidencia.

Como se puede visualizar en el capítulo de resultados, se ha realizado la investigación de la incidencia de la curva de aprendizaje para las partidas de encofrado y desencofrado de muros de contención, así como para la partida de colocación de concreto en muros de contención, realizándose un análisis de la producción teniendo en consideración el rendimiento diario real, el rendimiento programado en el expediente técnico (presupuesto) y el rendimiento promedio entre ambos, pudiendo comprobarse que el rendimiento es superior en cuanto a la obra ejecutada mediante el método Lean Construction que con respecto a la obra proyectada. Para las partidas investigadas, los rendimientos fueron cayendo semanalmente hasta casi llegar al rendimiento planeado. Según la técnica de la curva de aprendizaje, la tasa de aprendizaje es el nivel de tiempo en el que se realiza el trabajo luego del doble de veces, en ese sentido, se pudo ver la mejora día a día que se realiza cada semana y cómo va mejorando por la expectativa de la curva de aprendizaje, como en los casos investigados, se contrasta la curva de avance de obra y la proyectada que muestra cómo el avance debería progresar todos los días si la expectativa de la curva de aprendizaje se siguió perfectamente.

Al respecto, tal como señala Bonilla (2017): “La resistencia al cambio es un factor importante en la aplicación del sistema especialmente con los maestros y la mano de obra no calificada, se evidencia en este estudio siendo la causa de NO cumplimiento más representativa problemas asociados a la mano de obra”, en la presente investigación, a pesar de haberse logrado una mejora, como se evidencia en las curvas de aprendizaje, se tuvo cierta reticencia por parte del personal obrero para el cumplimiento de la planificación implementada, la cual tuvo que ser motivada con algunos incentivos a fin

de lograrse el cumplimiento de los plazos establecidos, viéndose esto también como un factor externo que no permite el cumplimiento cabal de las metas en el tiempo programado.

En ese sentido, tal como se sustenta en lo anterior, se ha identificado el resultado que produce la aplicación de la curva de aprendizaje en los procesos constructivos de muros de contención, incrementando los rendimientos en un 16.67% para la partida de colocación de concreto y de 26.41% para la partida de encofrado y desencofrado de muros.

CONCLUSIONES

1. Los procesos constructivos de muros de contención se optimizan aplicando el “Last Planner” a través del incremento de la productividad, del porcentaje del plan cumplido y de los rendimientos.
2. De acuerdo al análisis realizado, se establece que se da un incremento del nivel de productividad de los procesos constructivos de muros de contención al realizarse la evaluación de tiempos productivos, contributorios y no contributorios, lo que sirve para optimizar las cuadrillas de trabajo y mejorar el proceso constructivo de las partidas.
3. La aplicación del porcentaje de plan cumplido PPC permite evaluar las causas de no cumplimiento y realizar las correcciones necesarias, lo que permite incrementar el avance de los procesos constructivos de muros de contención, reduciendo las causas de incumplimiento hasta en un 30%.
4. El resultado identificado de la aplicación de la curva de aprendizaje, es que se incrementa el rendimiento de los procesos constructivos de muros de contención, al aprender e interiorizar el proceso constructivo por parte de los obreros, pudiendo lograrse un estándar de producción a ser utilizado para la misma obra y otras en el futuro, incrementándose los rendimientos en un 16.67% para la partida de colocación de concreto y de 26.41% para la partida de encofrado y desencofrado de muros.

RECOMENDACIONES

1. Se hace la recomendación a los profesionales en ingeniería civil, la aplicación de la herramienta “Last Planner” a fin de optimizar los procesos constructivos de muros de contención, ya que un proceso constructivo tradicional conlleva a demoras debido a los rendimientos irreales que se estipulan en los expedientes técnicos.
2. A los profesionales en ingeniería civil, se recomienda controlar adecuadamente el nivel de productividad de las partidas, evaluándose los tiempos productivos, contributorios y no contributorios, ya que estos criterios no se consideran en los análisis de precios unitarios presupuestados.
3. Se recomienda a los responsables del proceso de construcción, realizar el control estricto de la planificación estipulada para la obra, a través del porcentaje de plan cumplido y tomar las acciones correctivas necesarias, a fin de no afectar el plazo de ejecución generando sobrecostos innecesarios, sobre todo en obras de inversión pública.
4. Es necesario recomendar a los profesionales responsables de la ejecución elaborar curvas de aprendizaje en función a la propia experiencia en obra, a fin de verificar los resultados obtenidos por la aplicación de nueva metodologías y herramientas como el “Last Planner”, ya que estas son indicadores precisos de la conveniencia o no de las implementaciones realizadas.
5. Es pertinente, recomendar a la Universidad Peruana Los Andes, remitir la presente investigación al Colegio de Ingenieros de Junín, a fin de que tomen en consideración los resultados obtenidos, y así mejoren la calidad de proyectos y obras que se realicen en el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD G.; TOMMELEIN I.; KOSKELA L. y HOWELL G. *Fundamentos del Lean Construction*. Nueva York: Routledge, 2002. 288 pp. ISBN: 9780080491080.

BONILLA J. Estudio de la variabilidad en la implementación del Last Planner System (Lps) en proyectos que adoptan la herramienta por primera vez. Tesis (Grado de magister en ingeniería). Santiago de Cali: Universidad del Valle, 2020. 124 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/14511/CB-0565789.pdf?sequence=1>

CHOKEWANKA V. y SOTOMAYOR J. Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del centro de salud Picota - San Martín. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2028. 111 pp. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4235/chokewanka_sotomayor.pdf?sequence=3&isAllowed=y

GUEVARA L. y LOAYZA J. Aplicación de la metodología Last Planner System para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna – 2020. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2020. 117 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1572/Loayza-Gallegos-Guevra-Lupaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HEREDIA H. Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial “Open Plaza” Huancayo. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad

Continental, 2017. 189 pp. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/3548>

HOYOS M. Last Planner en Colombia: una revisión a la implementación y su impacto en el desempeño de proyectos de construcción. Tesis (Grado de maestría en ingeniería). Medellín: Universidad EAFIT, 2018. 203 pp. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10784/13024>

OSEDA, D. *et al. Fundamentos de la investigación científica*. Huancayo: Soluciones Gráficas SAC, 2018. 288 pp. ISBN: 978-612-47601-3-6.

PARRA D. Efecto del Last Planner System en la productividad total de los factores en proyectos de obras viales. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Ríobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2019. 59 pp. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5431/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2019-0006.pdf>

PIRCA G. y PIRCA J. Aplicación del sistema Last Planner System en el proceso de planificación de la obra: “Dirección Regional de Educación de Huancavelica”. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. 185 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3088>

PONS, J. *Introducción al Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción, 2014. 74 pp. ISBN: 978-84-92686-51-3

REVISTAS

DÍAZ L., DE OLIVEIRA M; PUCHARELLI P. y PINZÓN, J. Integración entre el sistema Last Planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la

construcción civil. Revista ingeniería de construcción [en línea]. Octubre 2018, 34(2), [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. ISSN: 0718-5073. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>

PÉREZ G., DEL TORO H. y LÓPEZ, A. Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. Revista de Investigación en Tecnologías de la Información [en línea]. Julio-Diciembre 2019, 14(1), 110-121 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. ISSN: 2387-0893. Disponible en: <https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/211/325>

PORRAS H., SÁNCHEZ G. y GALVIZ, J. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Revista AVANCES Investigación en Ingeniería [en línea]. Junio, 2014, 11(1), 32-53 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. ISSN: 1794-4953. Disponible en: file:///C:/Users/PC/Downloads/portalderevistas,+Gestor_a+de+la+revista,+32-53.pdf

PÁGINAS WEB

CONSTRUCTIVO. ¿Qué es el sistema Last Planner? 2021 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://constructivo.com/noticia/que-es-el-sistema-last-planner-1602256327>

EFICIENCIA constructiva. Last Planner System, el poder de la planificación en equipo. 2017 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://eficienciaconstructiva.com/last-planner-system-el-poder-de-la-planificacion-en-equipo/>

ESAN business. Last Planner System: ¿qué es y cómo ponerlo en práctica con éxito? 2021 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en:

<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/last-planner-system-que-es-y-como-ponerlo-en-practica-con-exito>

INGENIATEC. LAST PLANNER SYSTEM y BIM: Mejorando la confiabilidad de nuestros planes. 2019 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.ingeniatec.org/blogs/5f44df7e8cf4be088f8e99d5?gclid=CjwKCAiApfeQBhAUEiwA7K_UHxbxlmXW4076XIJRR8SNoxX55v2KqbnMHdtHRYFvukBlTpsBi4yfKBoCI2YQAvD_BwE

KONSTRUEDU. Lean Construction: Last Planner System “LPS” o Sistema del último Planificador. 2021 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://konstruedu.com/es/blog/lean-construction-last-planner-system-lps-o-sistema-del-ultimo-planificador>

LEAN construction enterprise. LAST PLANNER (EL ÚLTIMO PLANIFICADOR) 2020 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner>

LEAN construction México. ¿Qué es el sistema Last Planner?. 2020 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-el-sistema-last-planner-1>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título del Proyecto:

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:			MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN: * GENERAL: Científico. * ESPECIFICO: Descriptivo.
¿Cómo optimizar los procesos constructivos de muros de contención aplicando el Last Planner - Lima 2021?	Optimizar los procesos constructivos de muros de contención aplicando el Last Planner - Lima 2021.	VARIABLE 1:	LAST PLANNER	TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicado.
PROBLEMA ESPECÍFICOS:	OBJETIVO ESPECÍFICOS:			NIVEL DE INVESTIGACIÓN: * Descriptivo.
¿De qué manera aplicar el nivel de productividad en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?	Analizar de qué manera aplicar el nivel de productividad en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.	DIMENSIONES:	Nivel de productividad	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * No experimental, de corte transversal.
			Porcentaje de plan cumplido	
			Curva de aprendizaje	
¿Cuál es el resultado de aplicar el porcentaje de plan cumplido en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?	Calcular el resultado de aplicar el porcentaje de plan cumplido en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.	VARIABLE 2:	PROCESOS CONSTRUCTIVOS	POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN: Obra "Mejoramiento de taludes en las zonas de riesgo por deslizamiento en el AA.HH. 4 Suyos Nuevo Milenio Sector 5 de Julio y P. J. Señor de los Milagros, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima".
¿Qué resultado produce la aplicación de la curva de aprendizaje en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021?	Identificar el resultado que produce la aplicación de la curva de aprendizaje en los procesos constructivos de muros de contención - Lima 2021.	DIMENSIONES:	Alcance	* MUESTRA: Muestreo no probabilístico intencional, considerándose las partidas de encofrado y desencofrado y colocación de concreto en muros de contención.
			Tiempo	
			Costo	
				TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: TÉCNICAS: * Observación. INSTRUMENTOS: * Ficha de observación

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
LAST PLANNER	“Gestión de organización y control de la construcción para mejorar la inconstancia en los trabajos de desarrollo y disminuir la vulnerabilidad en las actividades planificadas”.	Nivel de productividad	- Trabajo Productivo - Trabajo Contributorio - Trabajo No Contributorio	- Horas-Hombre (hh) - Horas-Hombre (hh) - Horas-Hombre (hh)
		Porcentaje de plan cumplido	- Cartas de balance - % PPC	- Días calendario (día) - Porcentaje (%)
		Curva de aprendizaje	- Rendimiento	- Horas-Hombre (hh)
PROCESOS CONSTRUCTIVOS	“Es un conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar.”.	Alcance	- Partidas	- m2, m3
		Tiempo	- Plazo de ejecución	- Días calendario (día)
		Costo	- Costo programado	- Soles (S/)

Anexo 03: Confiabilidad y validez del instrumento

CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

“La validación de los instrumentos se realizó principalmente en el marco teórico de la categoría “validez del instrumento” utilizando el procedimiento de criterio de expertos calificados, que determinarán la adecuación muestral de los ítems de los instrumentos”.

El Coeficiente de Validez de la Ficha de Observación sobre el “LAST PLANNER” y los “PROCESOS CONSTRUCTIVOS” se muestran en las fichas de validación que a continuación se anexan. Porcentualmente, las puntuaciones alcanzan el 96.30%.

Como quiera que para los ítems sea válido se necesita un completo acuerdo entre los jueces (Oseda, 2011), concluimos que ambos instrumentos son válidos.

Validez de juicio de experto

JUECES	ÍTEMS										TOTAL FILA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ing. Marlon Gianfranco Márquez Landeo	90	90	85	85	90	85	85	85	90	85	870
Ing. Cristian Percy Villanueva Calderón	85	85	85	90	85	90	90	85	90	85	870
Ing. Javier Reynoso Oscanoa	95	95	100	95	95	95	95	95	95	95	955
TOTAL COLUMNA	270	265	275	265	2695						
PROMEDIO	90	90	90	90	90	90	90	88	92	88	898
DESV. ESTÁNDAR	3.54	4.45	6.7	3.55	4.46	4.46	4.46	4.46	4.17	4.17	39.2

Aplicando la siguiente fórmula para calcular el alfa de Cronbach:

$$\begin{array}{l}
 S_1^2 = 205.00 \\
 S_t^2 = 1537.50 \\
 K = 10
 \end{array}
 \quad \rightarrow \quad
 \alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] = \boxed{0.9630}$$

Escala: Validación Instrumento

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	5	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	5	100,0

La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,963	10

Ahora bien, teniendo de referencia a (Oseda, 2011) los valores hallados pueden ser comprendidos en los datos del siguiente cuadro:

Escala valorativa del Instrumento

0.53 a menos	Validez Nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Se deduce que ambos instrumentos de ficha de observación tienen una excelente validez, ya que el valor arrojado es de 0.963.

Anexo 04: Fichas de validación

FICHAS DE VALIDACIÓN

INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **APLICACIÓN DEL LAST PLANNER EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS DE CONTENCIÓN – LIMA 2021.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: **Ficha de Observación sobre Last Planner y Procesos Constructivos**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado																		X		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																		X		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																	X			
4. Organización	Existe una organización lógica																	X			
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																		X		
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																	X			
7. Consistencia	Basado en aspectos técnicos científicos																	X			
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																	X			
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																		X		
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																	X			

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87.00%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena Xc) Muy buena

Nombres y Apellidos:	MARLON GIANFRANCO MARQUEZ LANDEO	DNI N°	42177733
Dirección domiciliaria:	JR. CANTA N° 989 – LA VICTORIA - LIMA	Teléfono/Celular:	954 954 065
Grado Académico:	MAESTRENSE		
Mención:	MAESTRIA EN INGENIERIA CON MENCIÓN EN DIRECCION Y GESTION DE PROYECTOS		


 FIRMADA

Lugar y fecha:

FICHAS DE VALIDACIÓN

INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **APLICACIÓN DEL LAST PLANNER EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS DE CONTENCIÓN – LIMA 2021.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: **Ficha de Observación sobre Last Planner y Procesos Constructivos**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																		✓			
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																		✓			
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																		✓			
4. Organización	Existe una organización lógica.																			✓		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																		✓			
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																			✓		
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																			✓		
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																		✓			
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																			✓		
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																		✓			

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y Apellidos:	CRISTIAN PERCY VILLANUEVA CALDERÓN	DNI N°	41164592
Dirección domiciliaria:	AV. LOS LIBERTADORES 1055 - HUANCAYO	Teléfono/Celular:	981627177
Grado Académico:	MAESTRO EN INGENIERIA		
Mención:	INGENIERIA DE TRANSPORTES		



FICHAS DE VALIDACIÓN

INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **APLICACIÓN DEL LAST PLANNER EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS DE CONTENCIÓN - LIMA 2021.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: **Ficha de Observación sobre Last Planner y Procesos Constructivos**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	25	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
1. Claridad	Está formulado en lenguaje apropiado																				✓
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				✓
4. Organización	Existe una organización lógica.																				✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				✓
7. Consistencia	Basado en aspectos técnicos científicos																				✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																				✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				✓
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																				✓

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y Apellidos:	Javier Raymundo Oscaña	DNIN°	20072867
Dirección domiciliar:	Ca. Los Girasoles N° 140	Teléfono/Celular:	973905510
Grado Académico:	Maestro en Ingeniería		
Mención:	Ingeniería de Transportes		



Anexo 05: Instrumento de investigación

FICHA DE OBSERVACIÓN
NIVEL DE PRODUCTIVIDAD

PARTIDA OBSERVADA:	OBSERVADOR:	

CUADRILLA :		UBICACIÓN:
-------------	--	------------

FECHA:	
--------	--

MEDICIÓN DE TIEMPOS		
Tiempos contributivos	Minutos	Efecto
- Actividad contributoria 1		
- Actividad contributoria 2		
- Actividad contributoria 3		
- Actividad contributoria 4		
TOTAL DEL TIEMPO		

MEDICIÓN DE TIEMPOS		
Tiempos no contributivos	Minutos	Efecto
- Actividad no contributoria 1		
- Actividad no contributoria 2		
- Actividad no contributoria 3		
- Actividad no contributoria 4		
TOTAL DEL TIEMPO		

MEDICIÓN DE TIEMPOS		

Tiempos productivos	Minutos	Efecto
- Actividad productiva 1		
- Actividad productiva 2		
- Actividad productiva 3		
- Actividad productiva 4		
TOTAL DEL TIEMPO		

FICHA DE OBSERVACIÓN
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO

PARTIDA OBSERVADA:	OBSERVADOR:	

CUADRILLA		UBICACIÓN:
-----------	--	------------

FECHA:	
--------	--

PLANIFICACIÓN SEMANAL		
Rendimiento real		UND:
CUADRILLA DE TRABAJO:		Cumplimiento tarea 01
- Operario	Cantidad:	
- Oficial	Cantidad:	
- Peón	Cantidad:	
CUADRILLA DE TRABAJO:		Cumplimiento tarea 02
- Operario	Cantidad:	
- Oficial	Cantidad:	
- Peón	Cantidad:	

FICHA DE OBSERVACIÓN**CURVA DE APRENDIZAJE**

PARTIDA OBSERVADA:	OBSERVADOR:

CUADRILLA:	UBICACIÓN:
------------	------------

MEDICIÓN DE HORAS	
Rendimiento del expediente técnico (presupuestado)	und
Rendimiento real	und
Tiempo de aprendizaje	und
Tiempo de estandarización	und
Cumplimiento del rendimiento estandarizado	