

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, EN OBRAS DEL SECTOR RETAIL, APLICANDO LEAN CONSTRUCTION PARA LA EMPRESA CORPORACION BRINPER S.A.C. 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Henry Roland Salazar Mory

Asesor:

Ing. Mg. César Manuel Guardia Calixtro

Lima - Perú

2021



Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN EJECUTIVO	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Reseña de la empresa	12
1.2 Organigrama de la empresa.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Marco histórico	15
2.1.1. <i>Evolución de la aplicabilidad de Lean Construction</i>	15
2.1.2. <i>Evolución del estudio de la Productividad</i>	19
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema	20
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	23
2.3.1. <i>Principios Lean Construction</i>	23
2.3.2. <i>Conceptos importantes Lean Construction</i>	27
2.3.2.1. <i>Sistema Pull vs Sistema Push:</i>	27
2.3.3. <i>Herramientas Lean Construction</i>	29
2.3.3.1. <i>Sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS)</i>	30
2.3.3.2. <i>Integrated Project Delivery (IPD)</i>	38
2.3.3.3. <i>Last Planner System (LPS)</i>	40
2.3.4. <i>Productividad</i>	59
2.3.5. <i>Clases de Productividad</i>	60
2.3.5.1. <i>Productividad de materiales:</i>	60
2.3.5.2. <i>Productividad de la mano de obra:</i>	60
2.3.5.3. <i>Productividad de la maquinaria:</i>	61
2.3.6. <i>Dimensiones de la productividad</i>	61
2.3.6.1. <i>Eficiencia</i>	61
2.3.6.2. <i>Eficacia</i>	62
2.3.7. <i>Causas de Improductividad</i>	63
2.4. Definición de términos básicos	65
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	73
3.1 Ingreso a la empresa.....	73
3.2 Funciones desempeñadas	73
3.3 Personas involucradas en el proyecto	74
3.4 Desarrollo del proyecto (Planificación).....	75
3.4.1 <i>Diagnóstico del problema</i>	75
3.4.1.1 <i>Uso de herramientas de diagnóstico:</i>	75
3.4.2 <i>Formulación del problema</i>	81

3.4.3	Importancia y justificación del estudio	81
3.4.4	Limitación del estudio	82
3.4.4.1	Limitación temática	82
3.4.4.2	Limitación en Aplicación	82
3.4.5	Objetivos	83
3.4.5.1	Objetivo General.....	83
3.4.5.2	Objetivos específicos.....	83
3.5	Metodología (Implementación del proyecto por etapas).....	84
3.5.1	Datos del Proyecto.....	84
3.5.2	Aplicación de modelos y herramientas de solución.....	87
3.5.2.1	Diagrama operacional del proceso constructivo y Funciones del equipo de obra	87
3.5.2.2	Estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS) y Estructura de la organización del proyecto (OBS)	96
3.5.2.3	Planificación maestra y Planificación de fases.....	97
3.5.2.4	Programación detallada (Look Ahead), Análisis de restricciones e ITE	102
3.5.2.5	El Plan semanal, Análisis del PPC y Análisis de las CNC	122
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		131
4.1	Resultados objetivo específico 01 - Estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS) y la Estructura de organización del proyecto (OBS)	131
4.2	Resultados objetivo específico 02 - Planificación maestra y Planificación de fases	133
4.3	Resultados objetivo específico 03 - Programación detallada (Look Ahead), el Análisis de restricciones y el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE)	134
4.4	Resultados objetivo específico 04 - Plan semanal, el Análisis del porcentaje del plan completado (PPC) y Análisis de las causas de no cumplimiento (CNC)	138
4.5	Resultados objetivo específico 05 - Optimización de la eficiencia y eficacia	142
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES		144
5.1	Conclusiones objetivo específico 01 - Estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS) y la Estructura de organización del proyecto (OBS)	144
5.2	Conclusiones objetivo específico 02 - Planificación maestra y Planificación de fases.....	145
5.3	Conclusiones objetivo específico 03 - Programación detallada (Look Ahead), el Análisis de restricciones y el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE)	146
5.4	Conclusiones objetivo específico 04 - Plan semanal, el Análisis del porcentaje del plan completado (PPC) y Análisis de las causas de no cumplimiento (CNC).....	148
5.5	Conclusiones objetivo específico 05 - Optimización de la eficiencia y eficacia	149
5.6	Conclusiones generales	149
CAPÍTULO VI. LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES		150
6.1	Recomendaciones objetivo específico 01 - Estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS) y la Estructura de organización del proyecto (OBS)	150
6.2	Recomendaciones objetivo específico 02 - Planificación maestra y Planificación de fases ...	151
6.3	Recomendaciones objetivo específico 03 - Programación detallada (Look Ahead), el Análisis de restricciones y el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE)	152
6.4	Recomendaciones objetivo específico 04 - Plan semanal, el Análisis del porcentaje del plan completado (PPC) y Análisis de las causas de no cumplimiento (CNC).....	153
6.5	Recomendaciones objetivo específico 05 - Optimización de la eficiencia y eficacia.....	154
6.6	Recomendaciones generales.....	154

REFERENCIAS.....	155
ANEXOS	156
ANEXO n.º 1. Plano de planta de local comercial.	156
ANEXO n.º 2. Plano de localización.	157
ANEXO n.º 3. Portada de plan para la vigilancia, prevención y control covid 19.	158
ANEXO n.º 4. Aprobación del MINSA del plan de vigilancia contra el covid 19.	159
ANEXO n.º 5. Layout de area de operaciones dentro de centro comercial para eliminación de material excedente.....	160
ANEXO n.º 6. Layout de area de operaciones dentro de centro comercial para ingreso de material de préstamo	161
ANEXO n.º 7. Layout de area de operaciones dentro de centro comercial para el vaciado de concreto, con mixer y bomba.....	162
ANEXO n.º 8. Evidencia fotográfica Obras provisionales y preliminares	163
ANEXO n.º 9. Evidencia fotográfica demolición de losa y eliminación de escombros	164
ANEXO n.º 10. Evidencia fotográfica excavación de terreno y eliminación de escombros	165
ANEXO n.º 11. Evidencia fotográfica obras civiles.....	166
ANEXO n.º 12. Evidencia fotográfica vaciado y acabado frotachado de losa.....	167
ANEXO n.º 13. Evidencia fotográfica trabajos varios (resanes en techo y muros, retiro de alambres, fierros, desmontaje de muros)	168
ANEXO n.º 14. Evidencia fotográfica acometidas e instalaciones	169

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	<i>PRINCIPIOS DEL LAST PLANNER SYSTEM</i>	41
TABLA 2	<i>COMPONENTES A CONSIDERAR EN UN PROGRAMA MAESTRO</i>	45
TABLA 3	<i>OBJETIVOS DE LA PULL SESSION</i>	47
TABLA 4	<i>LISTADO DE RESTRICCIONES MÁS FRECUENTES</i>	50
TABLA 5	<i>OBJETIVOS DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA</i>	52
TABLA 6	<i>CATÁLOGO DE CNC MAS COMUNES PARTE 1</i>	55
TABLA 7	<i>CATÁLOGO DE CNC MAS COMUNES PARTE 2</i>	56
TABLA 8	<i>PRINCIPALES RECURSOS</i>	60
TABLA 9	<i>CLASIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS</i>	63
TABLA 10	<i>CAUSAS QUE DIFICULTAN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS</i>	64
TABLA 11	<i>ALTERNATIVAS DE GESTIÓN: CAUSAS MÁS RELEVANTES DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD</i>	81
TABLA 12	<i>FUNCIONES DEL ENCARGADO DE PROYECTO</i>	93
TABLA 13	<i>FUNCIONES DEL RESIDENTE DE OBRA</i>	94
TABLA 14	<i>FUNCIONES DEL JEFE DE PRODUCCIÓN</i>	95
TABLA 15	<i>FUNCIONES DEL MAESTRO DE OBRA</i>	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	14
FIGURA 2 LPDS	32
FIGURA 3 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO	34
FIGURA 4 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE DISEÑO LEAN	35
FIGURA 5 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE ABASTECIMIENTO LEAN	36
FIGURA 6 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE EJECUCIÓN LEAN.....	37
FIGURA 7 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE USO	37
FIGURA 8 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	38
FIGURA 9 HERRAMIENTAS EN LA FASE DE TRABAJO ESTRUCTURADO	38
FIGURA 10 ACTORES O AGENTES SOCIALES QUE INTEGRA EL IPD.....	39
FIGURA 11 MOMENTOS DE INTERVENCIÓN DE ACTORES O AGENTES SOCIALES QUE INTEGRA EL IPD.....	40
FIGURA 12 ESQUEMA DEL DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE.....	43
FIGURA 13 RELACIÓN ENTRE EL DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE Y LAS FASES DE PLANIFICACIÓN DEL LPS	43
FIGURA 14 MODELO DE PLAN DE HITOS PRINCIPALES.....	46
FIGURA 15 MODELO DE PLANIFICACIÓN INTERMEDIA	49
FIGURA 16 PRINCIPALES CATEGORIAS PARA IDENTIFICAR RESTRICCIONES	50
FIGURA 17 MODELO DE LISTADO DE RESTRICCIONES	51
FIGURA 18 MODELO DE PLANIFICACIÓN SEMANAL, A CORTO PLAZO.....	53
FIGURA 19 MODELO DE RUTINA PARA UNA REUNIÓN SEMANAL DEL LPS.....	57
FIGURA 20 COMPARATIVO ENTRE EFECTIVIDAD Y EFICIENCIA.....	59
FIGURA 21 ANÁLISIS DE UNA CARTA DE BALANCE ELABORADA AL INGRESAR A LA EMPRESA EN ESTUDIO	77
FIGURA 22 ANÁLISIS DE UNA CARTA DE BALANCE ELABORADA AL INGRESAR A LA EMPRESA EN ESTUDIO	78
FIGURA 23 ANÁLISIS DE 2DO NIVEL DE DETALLE DE UNA CARTA DE BALANCE ELABORADA AL INGRESAR A LA EMPRESA.....	79
FIGURA 24 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	80
FIGURA 25 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	86
FIGURA 26 DIAGRAMA OPERACIONAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE TODO EL PROYECTO	87
FIGURA 27 TAREAS DEL PROCESO DE OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES.....	88
FIGURA 28 TAREAS DEL PROCESO DE DEMOLICIÓN.....	89
FIGURA 29 TAREAS DEL PROCESO DE OBRAS CIVILES	90
FIGURA 30 TAREAS DEL PROCESO DE TABIQUES DRYWALL.....	91
FIGURA 31 TAREAS DEL PROCESO DE ACOMETIDAS - INSTALACIONES	92
FIGURA 32 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO EDT (WBS)	96
FIGURA 33 ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO (OBS)	97
FIGURA 34 PLANIFICACIÓN MAESTRA	98
FIGURA 35 PLAN DE HITOS PRINCIPALES A PARTIR DEL CUAL SE HARÁ LA PLANIFICACIÓN DE FASES	99
FIGURA 36 PLANIFICACIÓN DE FASES	101
FIGURA 37 PLANIFICACIÓN INTERMEDIA SEMANA 1 A 3.....	105
FIGURA 38 PLANIFICACIÓN INTERMEDIA SEMANA 2 A 4.....	106
FIGURA 39 PLANIFICACIÓN INTERMEDIA SEMANA 3 A 5.....	107
FIGURA 40 PLANIFICACIÓN INTERMEDIA SEMANA 4 A 5.....	108
FIGURA 41 REGISTRO DE RESTRICCIONES – LOOK AHEAD SEMANA 1 A 3	111
FIGURA 42 REGISTRO DE RESTRICCIONES – LOOK AHEAD SEMANA 2 A 4	112
FIGURA 43 REGISTRO DE RESTRICCIONES – LOOK AHEAD SEMANA 3 A 5	113
FIGURA 44 REGISTRO DE RESTRICCIONES – LOOK AHEAD SEMANA 4 A 5	114
FIGURA 45 INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE – SEMANA 1 (SEMANA 37 DEL 2020)	117
FIGURA 46 INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE – SEMANA 2 (SEMANA 38 DEL 2020)	118

<i>FIGURA 47</i> INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE – SEMANA 3 (SEMANA 39 DEL 2020)	119
<i>FIGURA 48</i> INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE – SEMANA 4 (SEMANA 40 DEL 2020)	120
<i>FIGURA 49</i> INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE – SEMANA 5 (SEMANA 41 DEL 2020)	121
<i>FIGURA 50</i> PLAN SEMANAL – SEMANA 1 (SEMANA 37 DEL 2020)	123
<i>FIGURA 51</i> PLAN SEMANAL – SEMANA 2 (SEMANA 38 DEL 2020)	124
<i>FIGURA 52</i> PLAN SEMANAL – SEMANA 3 (SEMANA 39 DEL 2020)	125
<i>FIGURA 53</i> PLAN SEMANAL – SEMANA 4 (SEMANA 40 DEL 2020)	126
<i>FIGURA 54</i> PLAN SEMANAL – SEMANA 5 (SEMANA 41 DEL 2020)	127
<i>FIGURA 55</i> EVOLUCIÓN DEL PPC SEMANAL – SEMANA 1 A 5	129
<i>FIGURA 56</i> PONDERADO DEL PPC COMO OBRA	129
<i>FIGURA 57</i> ANÁLISIS DE LAS CNC – SEMANA 1 A 5	130
<i>FIGURA 58</i> CNC MÁS RECURRENTES – SEMANA 1 A 5	130
<i>FIGURA 59</i> GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL PPC SEMANAL – SEMANA 1 A 5	140
<i>FIGURA 60</i> DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL PPC SEMANAL – SEMANA 1 A 5 Y PPC COMO OBRA	140
<i>FIGURA 61</i> DIAGRAMA DE LAS CNC MÁS RECURRENTES EN CONTRASTE CON EL CATALOGO DE CNC CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS – SEMANA 1 A 5	141
<i>FIGURA 62</i> DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL PPC SEMANAL – SEMANA 1 A 5 Y PPC COMO OBRA	141
<i>FIGURA 63</i> CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS DEL PROYECTO (EFICIENCIA)	142
<i>FIGURA 64</i> GRÁFICO COMPARATIVO DE COSTOS DEL PROYECTO (EFICIENCIA)	142
<i>FIGURA 65</i> CUADRO COMPARATIVO DE TIEMPOS DEL PROYECTO (EFICACIA)	143
<i>FIGURA 66</i> GRÁFICO COMPARATIVO DE TIEMPOS DEL PROYECTO (EFICACIA)	143

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>ECUACIÓN 1</i> FÓRMULA DE CUMPLIMIENTO DE COSTO	61
<i>ECUACIÓN 2</i> FÓRMULA DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO	62

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente trabajo describe detalladamente el proceso seguido para la mejora de la productividad, mediante el uso del Last Planner System, principal herramienta del Lean Construction, en un proyecto del sector Retail ejecutado por la empresa Corporacion Brinper SAC, el cual se desarrolló en un centro comercial del Callao en setiembre del 2020.

Dicha mejora se propuso a partir del diagnóstico obtenido de baja productividad que estaba teniendo la empresa, el cual se vió reflejado por el uso de herramientas tales como reuniones de gerencia, cartas de balance y diagrama de Ishikawa.

Durante el desarrollo del presente proyecto, respecto a la aplicación de competencias profesionales, se mostró liderazgo en la planificación y análisis crítico, logrando un compromiso, con esta nueva metodología de gestión, de todos el equipo bajo mi dirección; ya que es indispensable para empresas en las cuales se comienza a implementar la filosofía Lean.

El empleo del Last Planner System, usado en la etapa de ejecución del proyecto, incluye herramientas como el Plan maestro, Plan de fases, Lookahead, Análisis de restricciones, Inventario de trabajo ejecutable, Plan semanal, Porcentaje de plan cumplido (PPC), Causas de no cumplimiento (CNC). Como resultado de la implementación de esta metodología, la productividad optimizó en un 12% respecto a la eficiencia (reducción de costos) y en un 29% respecto a la eficacia del proyecto (reducción de plazos). Por lo que concluimos que el Last Planner System protege la programación a detalle del plan de trabajos, asegurando su cumplimiento para alcanzar metas establecidas de plazo y costo.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Abdelhamid, T. S. (15 de 05 de 2013). Escuela de Planificación, Diseño y Construcción. *Obtenido de Universidad del estado de michigan: https://msu.edu/user/tariq/Learn_Lean.html*
- Berrocal Zegarra, L. D., & de Souza Ferreyra, P. E. (2014). Aplicación del Método de Planificación "Last Planner" a la Construcción del Edificio Multifamiliar "Monte Real" en Santiago de Surco, Lima - Perú. *Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.*
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda.* EAFIT, 49-64.
- Castillo Maguiña, I. R. (2014). Inventario de Herramientas del Sistema de Entrega de Proyectos Lean (LPDS). *Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.*
- Ghio Castillo, G. (2001). Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta. *Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.*
- Gonzales Ventura, C. A. (2018). Aplicación de la metodología last planner en el planeamiento, programación y control en la construcción de obras públicas de riego. *Lima, Perú: Universidad Privada del Norte.*
- Guzmán Tejada, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. *Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.*
- IGLC. (s.f.). IGLC. *Obtenido de <http://www.iglc.net/>*
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. *Finlandia: CIFE.*
- LCI. (s.f.). LCI. *Obtenido de <https://www.leanconstruction.org/>*
- LCI. (s.f.). Lean Construction Institute - Glosario. *Obtenido de <https://www.leanconstruction.org/learning/education/glossary/>*
- LCI PERU. (s.f.). LCI PERU. *Obtenido de <https://lciperu.org/>*
- Lean Construction Institute. (2007). The Last Planner Production System Workbook. *Berkeley: P2SL University of California.*
- Ocaña Corzo, G. (2018). Gestión de proyectos basado en la guía de PMBOOK para incrementar la productividad de la empresa Soltrak S.A. 2018 . *Lima: Universidad Privada del Norte.*
- Orihuela, P., Orihuela, J., & Ulloa, K. (2011). Herramientas para la Gestión del Diseño en Proyectos de Edificación. *Lima, Perú.*
- Pons Achell, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction. *Madrid, España: Fundación Laboral de la Construcción.*
- Pons Achell, J. F. (2019). Guías prácticas de Lean Construction. *Madrid, España: Fundación Laboral de la Construcción.*
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *Bucaramanga, Colombia.*
- Rodríguez Fernández, A., & Fernando Alar, L. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. *Chile.*
- Samame, R. (s.f.). bsgrupo.com. *Obtenido de <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Que-es-Lean-Construction-o-Construccion-sin-Perdidas-83>*
- Serpell B., A. (1986). *Productividad en la Construcción.* Revista de la Ingeniería de Construcción N° 1, 53-59.
- Valle Rojas, J. M., & Ibáñez Vega, R. (2017). Mejora de la productividad en las partidas de falso cielo raso de superboard e instalación de ventanas de cristal templado mediante el uso de las herramientas de la filosofía lean construction. *Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.*