



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPACTO DE LA LOGÍSTICA EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS OPERATIVOS Y COSTOS EN PROYECTOS EN BISA CONSTRUCCIÓN S. A.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero industrial**

**Autor:**

Luis Humberto Villacorta Chirinos

**Asesor:**

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca – Perú

2015

# INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
EPIGRAFE .....	v
LISTA DE ABREVIACIONES .....	vi
INDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
<b>CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del problema .....	7
1.3 Justificación .....	7
1.3.1 Justificación teórica.....	7
1.3.2 Justificación práctica .....	8
1.3.3 Justificación valorativa .....	8
1.3.4 Justificación académica .....	8
1.4 Limitaciones.....	8
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivo general .....	9
1.5.2 Objetivos específicos .....	9
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases teóricas .....	12
2.2.1. Enfoque del PMI.....	12
2.2.2 El Enfoque del Lean Construction .....	13
2.2.3 El Enfoque del Instituto Goldratt .....	14
2.3 Logística .....	16
2.3.1. La Logística y su evolución.....	16
2.3.2. Definición de la "Logística" .....	20
2.3.3. La logística en la construcción.....	21
2.3.4 La gestión de la cadena del abastecimiento.....	21
2.4 Diagrama Ishikawa – causa y efecto.....	24
2.5 Lista de materiales BOM .....	25

2.6	Lean Construction .....	26
2.7	Toyota Production System .....	28
2.8	Método Just in time .....	29
2.9	Método Jidoka (Autonomía) .....	30
2.10	Nueva filosofía de producción: Lean Production .....	31
2.11	Observaciones del Just in time.....	32
2.12	Observaciones del Total Quality Management .....	33
2.13	Lean Thinking .....	36
2.14	Lean Construction .....	38
2.15	Lean Project Delivery System .....	39
2.16	Last Planner System .....	42
2.17	Control de las unidades de producción .....	48
2.18	Control del flujo de trabajo.....	49
2.19	Planificación intermedia (Lookahead planning).....	49
2.20	Sistema de arrastre (Pull system) .....	50
2.21	Equilibrio entre carga y capacidad .....	51
2.22	Estructuración del sistema Último Planificador .....	52
	2.22.1. Cronograma maestro (Master schedule) .....	52
	2.22.2. Planificación por fases (Phase scheduling) .....	52
	2.22.3. Planificación intermedia: Lookahead planning.....	55
2.23	Conceptos.....	55
	2.23.1. Lookahead schedule (Cronograma intermedio o anticipatorio) .....	56
	2.23.2. Lookahead window (Ventana intermedia o anticipatoria) .....	56
2.24	Funciones del proceso lookahead.....	59
2.25	Definición de actividades .....	60
2.26	Análisis de restricciones (Constraints analysis) .....	62
2.27	Reserva de trabajo ejecutable (Workable backlog).....	65
2.28	Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan).....	65
2.29	Asignaciones de calidad (Quality assignments).....	66
2.30	Porcentaje de plan cumplido (Percent plan complete – PPC) .....	67
2.31	Razones de no cumplimiento (Reasons for non-conformances) .....	67
2.32	Definición de términos básicos.....	68
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>		<b>72</b>
3.1	Formulación de la hipótesis .....	73
3.2	Variables.....	73
	3.2.1. Variable independiente .....	73
	3.2.2. Variable dependiente .....	73
3.3	Operacionalización de variables.....	73
<b>CAPITULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>75</b>
4.1	Tipo de diseño de investigación .....	76
4.2	Material de estudio .....	76
	4.2.1. Unidad de estudio .....	76
	4.2.2. Población.....	76
	4.2.3. Muestra .....	76
	4.2.4. Análisis documental.....	77
	4.2.5. Encuesta .....	78
4.3	Técnicas, procedimientos e instrumentos. ....	78

4.3.1.	Para recolectar datos .....	78
4.3.2.	Para analizar información .....	79
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
5.1.	Análisis de la situación actual.....	81
5.2	Ubicación del proyecto .....	81
5.3	Cambios a la ingeniería de detalle original .....	81
5.3.1	Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (PTAA) .....	82
5.3.2	Ampliación de la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE).....	83
5.4.	Estimación del costo a invertir.....	84
5.5	Infraestructura de los proyectos instalados.....	84
5.5.1	Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (PTAA) .....	84
5.5.2	Ampliación de la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE).....	88
5.6	Reporte de no conformidad (NCR).....	91
5.7	Presupuesto final:.....	91
5.8	Propuesta de mejora .....	95
5.9	Resultados.....	97
5.10	Propuesta de mejora .....	106
5.10.1.	Diagrama de flujo - Proceso anterior .....	107
-	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (PTAA) – Área eléctrica.....	107
-	Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE) - Área eléctrica.....	109
-	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (PTAA) y Planta de Efluentes (PTE) – Área instrumentación .....	112
5.10.2.	Diagrama de flujo - Proceso mejorado .....	114
-	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (PTAA) – Área eléctrica.....	115
-	Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE) - Área eléctrica.....	117
-	Planta de tratamiento de Aguas Ácidas (PTAA) y Planta de Efluentes (PTE) – Área instrumentación .....	120
5.11	Resultados del análisis económico financiero.....	129
5.12	Control de los proyectos de PTAA y PTE .....	129
<b>CAPITULO 6.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>135</b>
<b>CAPÍTULO 7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>CAPÍTULO 8.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>140</b>
<b>CAPÍTULO 9.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>144</b>
<b>CAPÍTULO 10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>146</b>
ANEXO N.º 1.	Formato de encuesta .....	147
ANEXO N.º 2.....	.....	148
Plano de la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas.....	.....	148
Plano de la Ampliación de la Planta de Tratamiento de Efluentes .....	.....	149
ANEXO N.º 3.	No conformidades (NCR).....	150
ANEXO N.º 4.	Carta por gastos generales adicionales por parte de HLC S.A.C.....	159
ANEXO N.º 5.	Valorización por Gastos Generales Adicionales.....	160
ANEXO N.º 6.	Gastos Generales Adicionales - 23/12/2013 al 15/03/2014 .....	161
ANEXO N.º 7.	Gastos Generales Adicionales - 16/03/2014 al 15/04/2014 .....	163
ANEXO N.º 8.	Fotos .....	165

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1. Composición del producto bruto interno por tipo de gasto .....	3
Tabla n° 2. Lookahead Schedule – Three week .....	58
Tabla n° 3. Desglose de actividades .....	61
Tabla n° 4. Métodos y técnicas de muestreo .....	77
Tabla n° 5. Estimado del costo de inversión inicial .....	84
Tabla n° 6. Presupuesto para los proyectos de PTAA y PTE .....	92
Tabla n° 7. Costo total de los proyectos de PTAA y PTE .....	92
Tabla n° 8. Cuadro comparativo de postores.....	93
Tabla n° 9. Costo de capital por especialidades de los proyectos de PTAA y PTE .....	94
Tabla n° 10. Pérdida total de los proyectos de PTAA y PTE .....	94
Tabla n° 11. Relación de empresas encuestadas por cantidad de empleados y obreros.....	97
Tabla n° 12. Costos totales de PTAA y PTE con gastos indirectos adicionales.....	114
Tabla n° 13. Costos totales de PTAA y PTE del proceso mejorado .....	122
Tabla n° 14. Costos totales de PTAA y PTE del proceso anterior y mejorado .....	122
Tabla n° 15. Costo de los cursos de mejora continua .....	126
Tabla n° 16. Formato de auditoría .....	128
Tabla n° 17. Cronograma de las obras civiles de PTAA y PTE .....	130
Tabla n° 18. Cronograma contractual de la construcción de PTAA y PTE.....	131
Tabla n° 19. Cronograma con las fechas probables de término de las actividades en PTAA y PTE .....	132
Tabla n° 20. Cronograma con fechas reales de término de obra .....	133
Tabla n° 21. Monto total de pérdidas de los proyectos de PTAA y PTE .....	134

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura n.º 1. Filosofía del PMI .....	12
Figura n.º 2. Matriz de proyectos .....	13
Figura n.º 3. Filosofía del Lean Construction .....	13
Figura n.º 4. Fases de un proyecto .....	14
Figura n.º 5. Filosofía del Instituto Goldratt .....	15
Figura n.º 6. Parte de la Filosofía del Instituto Goldratt .....	15
Figura n.º 7. Clasificación de las Causas de Pérdidas .....	23
Figura n.º 8. Retrasos en la entrega de obra .....	24
Figura n.º 9. Fallas en la compra de equipos y materiales .....	24
Figura n.º 10. Las columnas bases de Toyota Production System .....	29
Figura n.º 11. Modelo de conversión usado en el siglo XIX .....	32
Figura n.º 12. Nuevo modelo de producción .....	34
Figura n.º 13. Cuadro comparativo de modelos de producción .....	35
Figura n.º 14. Lean Project Delivery System .....	41
Figura n.º 15. La formación de asignaciones en el proceso de planificación del Last Planner .....	47
Figura n.º 16. Proceso Lookahead .....	50
Figura n.º 17. Sistema tradicional de planificación "Push" .....	51
Figura n.º 18. Comparación de prácticas tradicionales vs Phase Scheduling .....	54
Figura n.º 19. Análisis FODA del Sistema Last Planner .....	69
Figura n.º 20. Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas – PTAA .....	82
Figura n.º 21. Planta de Tratamiento de Efluentes – PTE .....	83
Figura n.º 22. Sistemas y subsistemas del proyecto PTAA .....	85
Figura n.º 23. Sistemas y subsistemas del proyecto PTE .....	89
Figura n.º 24. Pirámide jerárquica y toma de decisiones .....	95
Figura n.º 25. Ciclo Deming .....	124
Figura n.º 26. Programa Project .....	127

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro n.º 1. Pérdidas de producción .....	4
Cuadro n.º 2. Presupuestos adicionales de PTAA y PTE.....	92
Cuadro n.º 3. Presupuestos totales de PTAA y PTE .....	93
Cuadro n.º 4. Distribución de empresas encuestadas por tamaño .....	98
Cuadro n.º 5. Etapa donde se seleccionan los insumos que se usaran durante la construcción	99
Cuadro n.º 6. Tipo de criterios para seleccionar los materiales y equipos .....	100
Cuadro n.º 7. Porcentaje de metodología para seleccionar materiales y equipos .....	101
Cuadro n.º 8. Metodología a usar .....	102
Cuadro n.º 9. Evaluación del desempeño de sus proveedores .....	103
Cuadro n.º 10. Metodología se emplea para evaluar a los proveedores.....	104
Cuadro n.º 11. Uso de información obtenida .....	105
Cuadro n.º 12. Cursos de mejora continua .....	125
Cuadro n.º 13. Costos de inversión de cursos de Mejora continua .....	126

## RESUMEN

La presente tesis tiene como propósito fundamental mostrar como el manejo de la logística fuera de las fechas estimadas según las programaciones del proyecto, afecta de sobremanera los tiempos operativos estimados de los proyectos electromecánicos generando costos adicionales a los presupuestos de las obras de construcciones industriales perjudicando al cliente y a las contratistas especializadas que desarrollan las obras industriales.

Tomando como punto de partida mi experiencia supervisando diferentes proyectos electromecánicos en diferentes empresas constructoras tanto como contratista como por parte del cliente, aprecié que cuando se toman decisiones equivocadas en la selección y abastecimiento de los equipos y materiales a utilizar durante el desarrollo de los proyectos industriales pueden afectar los tiempos operativos produciendo cuantiosas pérdidas económicas. Por lo tanto, se planteó para minimizar estas pérdidas metodologías como el Lean Construction y el Project Management Institute.

Antes de desarrollar la propuesta de mejora se realizó una revisión bibliográfica para conocer que plantean dos metodologías de gestión de proyectos: el Lean Construction y el Project Management Institute. A partir de la revisión efectuada se concluyó que ninguna de ellas ofrece procedimientos detallados acerca de los aspectos estudiados, por lo cual las propuestas hechas por las dos metodologías de gestión fueron complementadas con otras teorías y herramientas desarrolladas por otras instituciones.

Para evitar que los proyectos electromecánicos generen tiempos muertos y costos adicionales que perjudiquen económicamente los presupuestos estimados, se propone aplicar una metodología como el Sistema Last Planner que permita tomar decisiones basadas no sólo en costos sino en criterios cualitativos buscando generar el ahorro y la rentabilidad de las obras industriales.

Se concluye finalmente que esta información será de gran utilidad para los estudiantes que desarrollan proyectos, investigadores, para las personas que se inician en el estudio de la administración de proyectos, y todos aquellos profesionales que incursionen en este campo o que deseen perfeccionar sus conocimientos adquiridos.



## **ABSTRACT**

This thesis has as fundamental purpose show how the management of the logistics out of the estimated dates according to the project schedules, greatly affects the estimated operating times of the electromechanical projects generating additional costs to the budgets of the works of industrial constructions harming the client and to the specialized contractors to develop the industrial works.

Taking as a starting point my experience overseeing different electromechanical projects in different construction companies both as a contractor and the customer, I appreciated that when you take wrong decisions in the selection and supply of equipment and materials to use during the development of the industrial projects can affect the operating times producing enormous economic losses. Therefore, it is raised to minimize these losses methodologies such as Lean Construction and the Project Management Institute.

Before you develop the proposal for improvements are carried out a literature review to find out which pose two project management methodologies: Lean Construction and the Project Management Institute. From the review it was concluded that none of them offers detailed procedures about the aspects studied by which the proposals made by the two management methodologies were supplemented with other theories and tools developed by other institutions.

To avoid that the electromechanical projects generate dead times and additional costs that may harm economically the estimated budgets, it is proposed to implement a methodology, such as the Last Planner system enabling them to make decisions based not only on costs, but also in qualitative criteria seeking to generate savings and profitability of the industrial works.

It concludes that this information will be useful for students who develop projects, researchers, for the people that start the study of the management of projects, and all of those professionals who rampage in this field or who wish to improve their knowledge.

## **NOTA DE ACCESO**

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

## Bibliografía

- Arbulu, Roberto & Ballard, Glenn (2004). *Lean Supply Systems in Construction*. Conpenhague, Dinamarca. International Group for Lean Construction.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. A PhD, School of Civil Engineering, University of Birmingham, 3-1.
- Ballard, G. (2000). *Phase Scheduling*. Lean Construction Institute, White Paper-7
- Bertelsen, S. & Nielsen, J. (1997). *Just-In-Time Logistics in the Supply of Building Materials*. Singapore. 1st International Conference on Construction Industry Development
- Biesek, G., Issatto, E. & Formoso, C. (2008). *Implementing Customized Method for the Evaluation of Subcontractors*. Manchester, Inglaterra. International Group for Lean Construction
- Council of Supply Chain Management Professionals.
- Howell, G. (2005). *Improving Construction Logistics*. Report of the Strategic Forum for Construction Logistics Group.
- Howell, G. (1999). *What is Lean Construction*. California, EE.UU. International Group for Lean Construction.
- Howell, G. (1999). *What is Lean Construction – 1 - Proc. 7th Ann.*, Berkeley, CA, USA, Conf. International Group for Lean Construction
- Koskela L. & Tzortzopoulos P. (2009). Last Planner System: Experiences From Pilot Implementation In The Middle East”. IGLC-17, Taipen – Taiwan.
- Lean Construction Institute. <http://www.leanconstruction.org/>
- Revista Logistec, edición N°31. *La Logística en la Industria de la Construcción*.
- Project Management Institute (2003). Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos – PMBOK Guide. Versión V. Newtown Square, Pennsylvania. EE.UU
- Project Management Institute. <http://www.pmi.org/>
- Vrijhoef, R .& Koskela, L. (1999). *Roles of Supply Chain Management in Construction*. California, EE.UU. International Group for Lean Construction