

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS EDIFICACIONES QUE APLICAN LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL CON EL ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION Y LAS CONVENCIONALES, RESPECTO A LA PRODUCTIVIDAD EN ACABADOS, PUENTE PIEDRA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jhonatan Arela Huaman

Asesor:

Ing. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2018



## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>17</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>ÍNDICE DE IMAGENES .....</b>	<b>20</b>
<b>ÍNDICE DE GRAFICOS.....</b>	<b>21</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>25</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>27</b>
1.1. Realidad Problemática .....	27
1.2. Formulación del problema.....	36
1.3. Importancia.....	36
1.4. Justificación.....	38
1.5. Limitación del Estudio .....	40
1.6. Objetivos .....	41
1.7. Hipótesis.....	42
1.8. Marco teórico.....	43
<b>CAPÍTULO 2.METODOLÓGIA .....</b>	<b>97</b>
2.1. Variables.....	97
2.2. Metodología de la investigación.....	100
2.3. Tipo de Estudio .....	100
2.4. Diseño .....	102
2.5. Población, muestra y muestreo (Materiales, instrumentos y métodos).....	103
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	104
2.7. Procedimiento de análisis de datos .....	111
2.8. Desarrollo de la investigación .....	113
<b>CAPÍTULO 3.RESULTADOS.....</b>	<b>320</b>
3.1. Resultados del análisis comparativo .....	320
3.2. Resultados 1: Respecto a la aplicación de la planificación y control del enfoque Lean Construction.....	327
3.3. Resultados 2: Respecto a la aplicación de la planificación del enfoque Lean Construction.....	328

3.4.	Resultados 3: Respecto a la aplicación del control del enfoque Lean Construction.	330
3.5.	Resultados 4: Respecto a la diferencia económica del enfoque Lean Construction.	332
3.6.	Análisis estadístico.....	334
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>366</b>
4.1.	Discusión .....	366
4.2.	Conclusión.....	370
4.3.	Recomendaciones .....	376
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>380</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>385</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Comparación de la producción tradicional vs enfoque Lean</i> .....	34
Tabla 2. <i>Resumen de los tipos de trabajo según el enfoque aplicado.</i> .....	53
Tabla 3. <i>Resumen de los tipos de trabajo según el enfoque aplicado y el tipo de partida analizada.</i> .....	54
Tabla 4. <i>Resumen de costo según el enfoque aplicado y el tipo de partida analizada.</i> .....	54
Tabla 5. <i>Diferencia de tiempo de ejecución en función al enfoque</i> .....	55
Tabla 6. <i>Resumen de las causas de no cumplimiento(CNC) de mayor influencia por cada etapa..</i> .....	57
Tabla 7. <i>Resumen de los tipos de trabajo según el enfoque aplicado.</i> .....	58
Tabla 8. <i>Análisis de los rendimientos obtenidos de las partidas estudiadas</i> .....	59
Tabla 9. <i>Diferencia de tiempo de ejecución en función al enfoque</i> .....	61
Tabla 10. <i>Diferencia de tiempo de ejecución en función al enfoque</i> .....	62
Tabla 11. <i>Diferencia de tiempo de ejecución en función al enfoque</i> .....	63
Tabla 12. <i>Ejemplo de análisis de restricciones.</i> .....	84
Tabla 13. <i>Ejemplo de mediciones del PPC.</i> .....	89
Tabla 14. <i>Ejemplo de causas de no cumplimiento.</i> .....	90
Tabla 15. <i>Ejemplo de clasificación de tipos de trabajos</i> .....	93
Tabla 16. <i>Operacionalización de Variable independiente</i> .....	98
Tabla 17. <i>Operacionalización de Variable Dependiente</i> .....	99
Tabla 18. <i>Resumen de las muestras de estudio</i> .....	103
Tabla 19. <i>Formato de toma de datos de la Carta Balance.</i> .....	105
Tabla 20. <i>Formato de toma de datos de calculo de rendimientos.</i> .....	106
Tabla 21. <i>Formato para la elaboración del Lookahead.</i> .....	107

Tabla 22. <i>Formato para la elaboración del análisis de restricciones</i> .....	107
Tabla 23. <i>Formato para la elaboración de la planificación semanal</i> . ....	108
Tabla 24. <i>Formato para la elaboración de la planificación diaria</i> .....	109
Tabla 25. <i>Formato para la elaboración del porcentaje de plan completado.(PPC)</i> .....	110
Tabla 26. <i>Clasificación de tipos de trabajo para la partida de tarrajeo de cielo raso</i> ....	124
Tabla 27. <i>Clasificación de tipos de trabajo para la partida de tarrajeo de muros</i> .....	127
Tabla 28. <i>Clasificación de tipos de trabajo para la partida de contrapiso frotachado</i> ...	131
Tabla 29. <i>Clasificación de tipos de trabajo para la partida de enchapado de ceramica</i> .	134
Tabla 30. <i>Cuadro de tipos de trabajos de la muestra N°1 y N°2</i> .....	140
Tabla 31. <i>Cuadro de productividad de la muestra N°1 y N°2</i> .....	141
Tabla 32. <i>Duración de actividades de la muestra N°1</i> . ....	145
Tabla 33. <i>Calculo de holguras de las actividades de la muestra N°1</i> . ....	146
Tabla 34. <i>PPC Semana N°1 de la muestra N°1</i> .....	149
Tabla 35. <i>PPC Semana N°2 de la muestra N°1</i> .....	150
Tabla 36. <i>PPC Semana N°3 de la muestra N°1</i> .....	150
Tabla 37. <i>Análisis de Restricciones de la muestra N°1</i> . ....	151
Tabla 38. <i>Cuadro de las causas de no cumplimiento de la muestra N°1</i> . ....	151
Tabla 39. <i>Lookahead planner de la muestra N°2</i> . ....	155
Tabla 40. <i>Análisis de Restricciones de la muestra N°2</i> . ....	156
Tabla 41. <i>Programación semanal, semana N°1 de la muestra N°2</i> . ....	157
Tabla 42. <i>Programación semanal, semana N°2 de la muestra N°2</i> . ....	157
Tabla 43. <i>Programación Semanal, semana N°3 de la muestra N°2</i> .....	158
Tabla 44. <i>Programación diaria, día N°1 de la muestra N°2</i> . ....	159
Tabla 45. <i>PPC Semana N°1 de la muestra N°2</i> .....	160
Tabla 46. <i>PPC Semana N°2 de la muestra N°2</i> .....	161

Tabla 47. <i>PPC Semana N°3 de la muestra N°2</i> .....	161
Tabla 48. <i>Análisis de Restricciones de la muestra N°2</i> .....	162
Tabla 49. <i>Cuadro de las causas de no cumplimiento de la muestra N°2</i> .....	163
Tabla 50. <i>Comparación de los tipos de planificación, descripción</i> .....	164
Tabla 51. <i>Comparación de los tipos de planificación, aspectos positivos y negativos</i> ....	165
Tabla 52. <i>Cuadro resumen del PPC, muestra N°1</i> .....	167
Tabla 53. <i>Cuadro resumen del PPC, muestra N°2</i> .....	167
Tabla 54. <i>Carta balance de la partida de tarrajeo de Cielo Raso, muestra N° 1</i> .....	169
Tabla 55. <i>Distribución de trabajo por operario, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1</i> .....	173
Tabla 56. <i>Distribución de trabajo productivo, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1</i> .....	177
Tabla 57. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1</i> .....	178
Tabla 58. <i>Distribución de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, Muestra N°1</i> .....	179
Tabla 59. <i>Resumen general de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1</i> .....	179
Tabla 60. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1</i> .....	181
Tabla 61. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1</i> .....	182
Tabla 62. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida tarrajeo de cielo raso, Muestra N°1</i> .....	183
Tabla 63. <i>Calculo de la productividad, partida tarrajeo de Cielo raso, de la muestra N°1</i> .....	184
Tabla 64. <i>Carta balance de la partida de tarrajeo de tarrajeo de muros, muestra N° 1</i> .....	184
Tabla 65. <i>Distribución de trabajo por operario, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i> .....	188
Tabla 66. <i>Distribución de trabajo productivo, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i> .....	191

Tabla 67. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida tarrajeo de muros, muestra N°1.</i>	192
Tabla 68. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida tarrajeo de muros, muestra N°1.</i>	193
Tabla 69. <i>Resumen general de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i>	194
Tabla 70. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i>	196
Tabla 71. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i>	197
Tabla 72. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i>	198
Tabla 73. <i>Ficha de recolección de datos N°4, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i>	199
Tabla 74. <i>Calculo de la productividad, partida tarrajeo de muros, muestra N°1.</i>	200
Tabla 75. <i>Carta balance de la partida de contrapiso frotachado, muestra N° 1.</i>	200
Tabla 76. <i>Distribución de trabajo por operario, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	204
Tabla 77. <i>Distribución de trabajo productivo, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	208
Tabla 78. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	209
Tabla 79. <i>Distribución de trabajo no contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	210
Tabla 80. <i>Resumen general de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	211
Tabla 81. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	212
Tabla 82. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	213
Tabla 83. <i>Calculo de la productividad, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	214
Tabla 84. <i>Carta balance de la partida de enchapado de ceramica, muestra N° 1.</i>	214
Tabla 85. <i>Distribución de trabajo por operario, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	218

Tabla 86. <i>Distribución de trabajo productivo, partida enchape de ceramica, muestra N°1.</i>	220
Tabla 87. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida enchape de ceramica, muestra N°1.</i>	221
Tabla 88. <i>Distribución de trabajo no contributorio, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	222
Tabla 89. <i>Resumen general de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida enchapado de cerámica, muestra N°1.</i>	223
Tabla 90. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	224
Tabla 91. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	225
Tabla 92. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	226
Tabla 93. <i>Calculo de la productividad, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	226
Tabla 94. <i>Carta balance de la partida de tarrajeo de cielo Raso, muestra N° 2.</i>	228
Tabla 95. <i>Distribución de trabajo por operario, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	232
Tabla 96. <i>Distribución de trabajo productivo, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	236
Tabla 97. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	237
Tabla 98. <i>Distribución de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	238
Tabla 99. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	239
Tabla 100. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	240
Tabla 101. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	241
Tabla 102. <i>Ficha de recolección de datos N°4, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i>	242



Tabla 103. <i>Calculo de la productividad, partida tarrajeo de cielo raso, de la muestra N°2.</i>	243
Tabla 104. <i>Carta balance de la partida de tarrajeo de tarrajeo de muros, muestra N° 2.</i>	243
Tabla 105. <i>Distribución de trabajo por operario, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	247
Tabla 106. <i>Distribución de trabajo productivo, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	251
Tabla 107. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	252
Tabla 108. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	253
Tabla 109. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	254
Tabla 110. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	255
Tabla 111. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	256
Tabla 112. <i>Ficha de recolección de datos N°4, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	257
Tabla 113. <i>Calculo de la productividad, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	259
Tabla 114. <i>Carta balance de la partida de contrapiso frotachado, muestra N° 2.</i>	259
Tabla 115. <i>Distribución de trabajo por operario, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i>	263
Tabla 116. <i>Distribución de trabajo productivo, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i>	268
Tabla 117. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i>	269
Tabla 118. <i>Distribución de trabajo no contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i>	270
Tabla 119. <i>Resumen general de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida contrapiso frotachado, muestra N°1</i>	270

Tabla 120. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i> .....	272
Tabla 121. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i> .....	273
Tabla 122. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i> .....	274
Tabla 123. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i> .....	275
Tabla 124. <i>Calculo de la productividad, partida contrapiso frotachado, muestra N°2. ..</i>	276
Tabla 125. <i>Carta balance de la partida de enchapado de ceramica, muestra N°2. ....</i>	276
Tabla 126. <i>Distribución de trabajo por operario, partida enchapado de ceramica, muestra N°2.</i> .....	280
Tabla 127. <i>Distribución de trabajo productivo, partida enchape de ceramica, muestra N°1.</i> .....	282
Tabla 128. <i>Distribución de trabajo contributorio, partida enchape de ceramica, muestra N°2.</i> .....	283
Tabla 129. <i>Distribución de trabajo no contributorio, partida enchapado de ceramica, muestra N°2. ....</i>	284
Tabla 130. <i>Resumen general de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida enchapado de cerámica, muestra N°2. ....</i>	285
Tabla 131. <i>Ficha de recolección de datos N°1, partida enchapado de ceramica, muestra N°2.</i> .....	286
Tabla 132. <i>Ficha de recolección de datos N°2, partida enchapado de ceramica, muestra N°2.</i> .....	287
Tabla 133. <i>Ficha de recolección de datos N°3, partida enchapado de ceramica, muestra N°2.</i> .....	288
Tabla 134. <i>Ficha de recolección de datos N°4, partida enchapado de ceramica, muestra N°2.</i> .....	289
Tabla 135. <i>Calculo de la productividad, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i>	290
Tabla 136. <i>Comparación de los tipos de control, descripción. ....</i>	291
Tabla 137. <i>Comparación de los tipos de control, aspectos positivos y negativos .....</i>	292

Tabla 138. <i>Cuadro resumen de tipos de trabajos por cuadrilla de las partidas analizadas, muestra N°1.</i> .....	293
Tabla 139. <i>Cuadro resumen de tipos de trabajos por cuadrilla de las partidas analizadas, muestra N°2.</i> .....	294
Tabla 140. <i>Cuadro resumen de tipos de trabajos por cuadrilla de las partidas analizadas, muestra N°2.</i> .....	295
Tabla 141. <i>Cuadro resumen de rendimientos de las partidas analizadas, muestra N°1.</i> ..	295
Tabla 142. <i>Cuadro resumen de rendimientos de las partidas analizadas, muestra N°2.</i> ..	296
Tabla 143. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida tarrajeo de cielo raso, según registro de la muestra N°1.</i> .....	298
Tabla 144. <i>Costo promedio de mano de obra, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1.</i> .....	299
Tabla 145. <i>Comparativo de APUs de Mano de obra, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1.</i> .....	299
Tabla 146. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida tarrajeo de muros, según registro de la muestra N°1.</i> .....	300
Tabla 147. <i>Costo promedio de mano de obra, partida tarrajeo de muros, muestra N°1.</i> ..	302
Tabla 148. <i>Calculo de APUs de Mano de obra, partida tarrajeo de muros, muestra N°1</i> .....	302
Tabla 149. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida contrapiso frotachado, según registro de la muestra N°1.</i> .....	303
Tabla 150. <i>Costo promedio de mano de obra, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i> .....	304
Tabla 151. <i>Calculo de APUs de Mano de obra, partida contrapiso frotachado, muestra N°1.</i> .....	304
Tabla 152. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida enchapado de ceramica, según registro de la muestra N°1.</i> .....	305
Tabla 153. <i>Costo promedio de mano de obra, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i> .....	306
Tabla 154. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida enchapado de ceramica, muestra N°1.</i> .....	307

Tabla 155. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida tarrajeo de cielo raso, según registro de la muestra N°2.</i> .....	308
Tabla 156. <i>Costo promedio de mano de obra, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i> .....	309
Tabla 157. <i>Calculo de APUs de Mano de obra, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2.</i> .....	309
Tabla 158. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida tarrajeo de muros, según registro de la muestra N°2.</i> .....	311
Tabla 159. <i>Costo promedio de mano de obra, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i>	312
Tabla 160. <i>Calculo de APUs de Mano de obra, partida tarrajeo de muros, muestra N°2.</i> .....	312
Tabla 161. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida contrapiso frotachado, según registro de la muestra N°2.</i> .....	313
Tabla 162. <i>Costo promedio de mano de obra, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i> .....	314
Tabla 163. <i>Calculo de APUs de Mano de obra, partida contrapiso frotachado, muestra N°2.</i> .....	315
Tabla 164. <i>Calculo de APUs de mano de obra, partida enchapado de ceramica, según registro de la muestra N°2.</i> .....	316
Tabla 165. <i>Costo promedio de mano de obra, partida enchapado de ceramica muestra N°2.</i> .....	317
Tabla 166. <i>Calculo de APUs de Mano de obra, partida enchapado de ceramica, muestra N°2.</i> .....	317
Tabla 167. <i>Relación de costos de cada partida según el tipo de muestra.</i> .....	318
Tabla 168. <i>Comparación de los tipos de planificación, en función al PPC.</i> .....	320
Tabla 169. <i>Comparación de los tipos de CNC de ambas muestras.</i> .....	320
Tabla 170. <i>Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida tarrajeo de cielo raso</i> .....	321
Tabla 171. <i>Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida tarrajeo de muros.</i> .....	322
Tabla 172. <i>Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida contrapiso frotachado.</i> .....	322

Tabla 173. <i>Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida enchapado de cerámica.</i> .....	323
Tabla 174. <i>Comparación de la productividad para cada partida.</i> .....	324
Tabla 175. <i>Comparación de costo de mano de obra para cada partida.</i> .....	325
Tabla 176. <i>Comparación de todos los registros obtenidos de ambas muestras.</i> .....	327
Tabla 177. <i>Comparación PPC media y fechas de entrega entre ambas muestras.</i> .....	328
Tabla 178. <i>Comparación del trabajo productivo, productividad y costos de mano de obra de cada partida entre ambas muestras.</i> .....	330
Tabla 179. <i>Comparación del costos de mano de obra de cada partida entre ambas muestras.</i> .....	332
Tabla 180. <i>Prueba de normalidad de todas los registros realizados.</i> .....	334
Tabla 181. <i>Prueba de homogeneidad de varianzas de todas los registros realizados.</i> ....	335
Tabla 182. <i>Calculo de parametros estadisticos comparativos de las muestra N°1 y N°2.</i> .....	336
Tabla 183. <i>Calculo de significancia utilizando la prueba de t-student para 2 grados de libertad, comparativo de muestra N°1.</i> .....	337
Tabla 184. <i>Cuadro de frecuencias de ambas muestras correspondientes al PPC</i> .....	338
Tabla 185. <i>Prueba de normalidad de la muestra de los porcentaje de plan completados</i> .....	339
Tabla 186. <i>Calculo de la media, desviación estandar y variacion de los ppc acumulados por cada semana, muestra N°1 y N°2.</i> .....	340
Tabla 187. <i>Calculo de parametros estadisticos comparativos de los PPC de la muestra N°1 y N°2.</i> .....	341
Tabla 188. <i>Calculo resumen de parametros estadisticos comparativos de los PPC de la muestra N°1 y N°2.</i> .....	342
Tabla 189. <i>Calculo de significancia utilizando la prueba de t-student para 2 grados de libertad, comparativo de muestra N°1.</i> .....	343
Tabla 190. <i>Cuadro de frecuencias de ambas muestras correspondientes a la productividad.</i> .....	344
Tabla 191. <i>Prueba de normalidad de la productividad de las partidas estudiadas.</i> .....	347

Tabla 192. <i>Calculo de la media, desviación estandar y variacion de la productividad por cada partida analizada, muestra N°1 y N°2.</i> .....	349
Tabla 193. <i>Calculo de parametros estadisticos comparativos de la productividad de cada partida analizada.</i> .....	351
Tabla 194. <i>Calculo resumen de parametros estadisticos comparativos de la productividad de cada partida analizada.</i> .....	352
Tabla 195. <i>Calculo de significancia utilizando la prueba de t-student para 2 grados de libertad, comparativo entre ambas muestras.</i> .....	354
Tabla 196. <i>Cuadro de frecuencias de ambas muestras correspondientes al costo de la mano de obra.</i> .....	355
Tabla 197. <i>Prueba de normalidad de la productividad de las partidas estudiadas.</i> .....	358
Tabla 198. <i>Calculo de la media, desviación estandar y variacion de la productividad por cada partida analizada, muestra N°1 y N°2.</i> .....	360
Tabla 199. <i>Calculo de parametros estadisticos comparativos del costo de la mano de obra de cada partida analizada.</i> .....	362
Tabla 200. <i>Calculo resumen de parametros estadisticos comparativos de los costos de la mano de obra de cada partida analizada.</i> .....	363
Tabla 201. <i>Calculo de significancia utilizando la prueba de t-student para 2 grados de libertad, comparativo entre ambas muestras.</i> .....	365
Tabla 202. <i>Resumen comparativo del PPC semanal con respecto al tipo de semana.</i> ....	371
Tabla 203. <i>Resumen comparativo del trabajo no contributorio.</i> .....	373
Tabla 204. <i>Resumen comparativo del ahorro economico de ambas muestras.</i> .....	374
Tabla 205. <i>Resumen comparativo del porcentaje de los tipos de restricciones.</i> .....	376

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Línea de tiempo de la evolución del Lean Construcción, parte N°1 .....	30
<i>Figura 2.</i> Línea de tiempo de la evolución del Lean Construcción, parte N°2 .....	30
<i>Figura 3.</i> Línea de tiempo de la evolución del Lean Construcción, parte N°3 .....	31
<i>Figura 4.</i> Causas de la productividad .....	35
<i>Figura 5.</i> Esquema de Subdivisión en “Paquetes de Trabajo”.....	70
<i>Figura 6.</i> Work Breakdown Structure (WBS) .....	70
<i>Figura 7.</i> Niveles de planificación del Last Planner .....	81
<i>Figura 8.</i> Esquema del proceso de planificación intermedia. ....	83
<i>Figura 9.</i> Modelo general de planificación, Last planner .....	86
<i>Figura 10.</i> Causas de la productividad .....	96
<i>Figura 11.</i> Organigrama de la empresa constructora C&D S.A.C.....	114
<i>Figura 12.</i> Plano de cimentación E-01 de la I.E. N° 586, El Dorado.....	116
<i>Figura 13.</i> Plano de encofrado E-03 de la I.E. N° 586, El Dorado .....	116
<i>Figura 14.</i> Plano de arquitectura DC-01 de la I.E. N° 586, El Dorado .....	117
<i>Figura 15.</i> Plano de cimentación PE-01 de la I.E. 5173 Gustavo Mohme Llona .....	119
<i>Figura 16.</i> Plano de encofrado PE-03 de la I.E. 5173 Gustavo Mohme Llona.....	120
<i>Figura 17.</i> Plano de arquitectura PA-01 de la I.E. 5173 Gustavo Mohme Llona .....	121
<i>Figura 18.</i> Diagrama de flujo de la partida tarrajeo de cielo raso .....	123
<i>Figura 19.</i> Diagrama de flujo de la partida tarrajeo de muros .....	126
<i>Figura 20.</i> Diagrama de flujo de la partida contrapiso frotachado.....	129
<i>Figura 21.</i> Diagrama de flujo de la partida enchapado de ceramica .....	132
<i>Figura 22.</i> Cronograma realizado vs ejecutado de la muestra N°1.....	138
<i>Figura 23.</i> Cronograma realizado vs ejecutado de la muestra N°2.....	138

<i>Figura 24.</i> Esquema de elaboración del diagrama Gantt.....	144
<i>Figura 25.</i> Diagrama de red, muestra N°1 .....	146
<i>Figura 26.</i> Diagrama de ruta crítica de la muestra N°1 .....	147
<i>Figura 27.</i> Diagrama gantt programado de la muestra N°1 .....	148
<i>Figura 28.</i> Diagrama Gantt real ejecutado de la muestra N°1 .....	152
<i>Figura 29.</i> Diagrama Gantt programado de la muestra N°2. ....	154
<i>Figura 30.</i> Sectorización de las áreas de trabajo de la muestra N°2. ....	155
<i>Figura 31.</i> Diagrama Gantt real ejecutado de la muestra N°1 .....	163



## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Cálculo del avance en porcentaje.....	73
<b>Ecuación 2.</b> Cálculo del porcentaje de plan completado (PPC). ....	88
<b>Ecuación 3.</b> Cálculo del porcentaje de cumplimiento de restricciones (PCR) .....	90
<b>Ecuación 4.</b> Cálculo de la productividad.....	96

## ÍNDICE DE IMAGENES

<i>Imagen 1.</i> Ingreso principal de la I.E. N° 586, El Dorado. ....	115
<i>Imagen 2.</i> Ingreso principal de la I.E. 5173 Gustavo Mohme Llona. ....	118
<i>Imagen 3.</i> Toma de datos, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1. ....	172
<i>Imagen 4.</i> Toma de datos, partida tarrajeo de muros, muestra N°1. ....	187
<i>Imagen 5.</i> Toma de datos, partida contrapiso frotachado, muestra N°1. ....	203
<i>Imagen 6.</i> Toma de datos, partida enchapado de cerámica, muestra N°1. ....	217
<i>Imagen 7.</i> Toma de datos, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. ....	231
<i>Imagen 8.</i> Toma de datos, partida tarrajeo de muros, muestra N°2. ....	246
<i>Imagen 9.</i> Toma de datos, partida contrapiso frotachado, muestra N°2. ....	262
<i>Imagen 10.</i> Toma de datos, partida contrapiso frotachado, muestra N°2. ....	279

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Ejemplo de Curva S. ....	74
<i>Gráfico 2.</i> Filosofía de planificación “Lean” .....	80
<i>Gráfico 3.</i> Ejemplo de resumen general del tiempo en la carta balance de la cuadrilla .....	94
<i>Gráfico 4.</i> Diferencias entre planificaciones, aspectos positivos y negativos.....	166
<i>Gráfico 5.</i> Grafico resumen del PPC de la muestra N°1.....	167
<i>Gráfico 6.</i> Grafico resumen del PPC de la muestra N°2.....	167
<i>Gráfico 7.</i> Porcentaje del tipo de actividad de cada obrero, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1 .....	176
<i>Gráfico 8.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1.	177
<i>Gráfico 9.</i> Porcentaje de trabajo contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1. ....	178
<i>Gráfico 10.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, Muestra N°1. ....	179
<i>Gráfico 11.</i> Porcentaje de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1 .....	180
<i>Gráfico 12.</i> Porcentaje del tipo de trabajo de cada obrero, partida tarrajeo de muros, muestra N°1 .....	191
<i>Gráfico 13.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1. ....	192
<i>Gráfico 14.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1. ....	193
<i>Gráfico 15.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°1. ....	194
<i>Gráfico 16.</i> Porcentaje de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida tarrajeo de muros, muestra N°1 .....	195
<i>Gráfico 17.</i> Porcentaje del tipo de trabajo de cada obrero, partida contrapiso frotachado, muestra N°1 .....	207

<i>Gráfico 18.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida contrapiso frotachado, muestra N°1. .....	208
<i>Gráfico 19.</i> Porcentaje de trabajo contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°1. ....	209
<i>Gráfico 20.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°1. ....	210
<i>Gráfico 21.</i> Porcentaje de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida contrapiso frotachado, muestra N°1 .....	211
<i>Gráfico 22.</i> Porcentaje del tipo de trabajo de cada obrero, partida enchapado de ceramica, muestra N°1 .....	219
<i>Gráfico 23.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida enchape de ceramica, muestra N°1. .....	220
<i>Gráfico 24.</i> Porcentaje de trabajo contributorio, partida enchape de ceramica, muestra N°1. .....	221
<i>Gráfico 25.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida enchape de ceramica, muestra N°1. ....	222
<i>Gráfico 26.</i> Porcentaje de tipos de trabajos, partida enchape de ceramica, muestra N°1. ....	223
<i>Gráfico 27.</i> Porcentaje del tipo de actividad de cada obrero, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. ....	235
<i>Gráfico 28.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. .....	236
<i>Gráfico 29.</i> Porcentaje de trabajo contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. .....	237
<i>Gráfico 30.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. ....	238
<i>Gráfico 31.</i> Porcentaje del tipo de trabajo de cada obrero, partida tarrajeo de muros, muestra N°2. ....	250
<i>Gráfico 32.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. .....	252
<i>Gráfico 33.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. ....	253
<i>Gráfico 34.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida tarrajeo de cielo raso, muestra N°2. ....	253

<i>Gráfico 35.</i> Porcentaje del tipo de trabajo de cada obrero, partida contrapiso frotachado, muestra N°1 .....	267
<i>Gráfico 36.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida contrapiso frotachado, muestra N°1. ....	268
<i>Gráfico 37.</i> Porcentaje de trabajo contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°2. ....	269
<i>Gráfico 38.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida contrapiso frotachado, muestra N°2. ....	270
<i>Gráfico 39.</i> Porcentaje de tipos de trabajos de la cuadrilla, partida contrapiso frotachado, muestra N°1 .....	271
<i>Gráfico 40.</i> Porcentaje del tipo de trabajo de cada obrero, partida enchapado de ceramica, muestra N°2. ....	281
<i>Gráfico 41.</i> Porcentaje de trabajo productivo, partida enchape de ceramica, muestra N°1. ....	282
<i>Gráfico 42.</i> Porcentaje de trabajo contributorio, partida enchape de ceramica, muestra N°2. ....	283
<i>Gráfico 43.</i> Porcentaje de trabajo no contributorio, partida enchape de ceramica, muestra N°2. ....	284
<i>Gráfico 44.</i> Porcentaje de tipos de trabajos, partida enchape de ceramica, muestra N°2. ....	285
<i>Gráfico 45.</i> Diferencias entre tipos de control, aspectos positivos y negativos. ....	292
<i>Gráfico 46.</i> Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida tarrajeo de cielo raso. ....	321
<i>Gráfico 47.</i> Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida tarrajeo de muros. ....	322
<i>Gráfico 48.</i> Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida tarrajeo de muros. ....	323
<i>Gráfico 49.</i> Comparación de los tipos de trabajos de ambas muestras, partida tarrajeo de muros. ....	324
<i>Gráfico 50.</i> Numeros de registros por cada tipo de muestra analizada. ....	339
<i>Gráfico 51.</i> Grafica de probabilidad normal de los porcentaje de plan completado (PPC). ....	340
<i>Gráfico 52.</i> Numeros de registros por cada tipo de muestra analizada. ....	346

<i>Gráfico 53.</i> Grafica de probabilidad normal de la productividad de las partidas estudiadas. .....	348
<i>Gráfico 54.</i> Numeros de registros por cada tipo de muestra analizada.....	357
<i>Gráfico 55.</i> Grafica de probabilidad normal de la productividad de las partidas estudiadas. .....	359

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Estudio comparativo de las edificaciones que aplican la planificación tradicional y el sistema Last Planner en las partidas de acabados de las edificaciones que aplican la planificación y control con el enfoque Lean Construction y las convencionales, respecto a la productividad en la mano de obra en las partidas de acabados en el distrito de Puente Piedra” cuyo objetivo principal fue identificar las diferencias que existen en las edificaciones que aplican la planificación y control con el enfoque Lean Construction y las convencionales, respecto a la productividad en la mano de obra en las partidas de acabados.. La muestra a analizar serán las partidas de acabados de dos obras que tiene la misma similitud respecto según el tipo de edificación ejecutada las cuales son construcción de Aulas, en ambos casos mediremos el nivel de productividad que se tiene en el expediente técnico y el nivel de productividad real que se maneja en campo empleando el enfoque Lean construction y el convencional. La presente investigación es de tipo descriptiva y comparativa, ya que describiremos cada una de las filosofías aplicadas en nuestras 2 muestras, en una muestra se aplicó la planificación y control tradicional; y en la segunda muestra se aplicó una herramienta del enfoque Lean construction conocida como Last Planner (Ultimo planificador) y las compararemos para así evaluar cuál es la diferencia entre ambas en los aspectos de planeamiento y control., lo cual se vio reforzado en los resultados, los cuales señalaran cuál de los dos enfoques es el que mejor productividad nos proporciona en la ejecución de la obra. Al finalizar la investigación se determinó que existen diferencias significativas entre edificaciones que aplican la planificación y control con el enfoque Lean Construction y las convencionales, respecto a la productividad en la mano de obra en las partidas de acabados, debido a que enfoque lean mejora nuestra productividad.

**Palabras clave:** Last Planner, Productividad, Control y Mano de Obra.

## ABSTRACT

The present investigation titled “Comparative study of buildings that apply traditional planning and the Last Planner system in the finishing parts of buildings that apply planning and control with the Lean Construction and conventional approach, regarding productivity at hand of work in the finished items in the Puente Piedra district ”whose main objective was to identify the differences that exist in buildings that apply planning and control with the Lean Construction approach and the conventional ones, with respect to labor productivity in the finishing games. The sample to be analyzed will be the finishing games of two works that have the same similarity with respect to the type of building executed which are Classroom construction, in both cases we will measure the level of productivity that is in the technical file and the level of real productivity that is managed in the field using the approach e Lean construction and conventional. The present investigation is descriptive and comparative, since we will describe each of the philosophies applied in our 2 samples, in one sample the traditional planning and control was applied; and in the second sample a Lean construction approach tool known as Last Planner was applied and we will compare them in order to evaluate what is the difference between the two in planning and control aspects, which was reinforced in the results , which will indicate which of the two approaches is the one that provides us with the best productivity in the execution of the work. At the end of the investigation, it was determined that there are significant differences between buildings that apply planning and control with the Lean Construction approach and the conventional ones, regarding the productivity of the workforce in the finished items, because the lean approach improves our productivity.

**Palabras clave:** Last planner, Productivity, Control and Labor.



## **NOTA DE ACCESO**

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

## REFERENCIAS

- Aguilar Barillas, M. A. (Junio de 2010). Estudio comparativo de la productividad de construcción de casas en serie, utilizando el método de planificación tradicional y el sistema del último planificador. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. San Carlos, Guatemala.
- Al Hasan, M., Chaoji, V., Salem, S., & Zaki, M. (2006). Link Prediction using Supervised Learning. *RPI*.
- Alarcón, L. (1997). Herramientas para identificar y reducir perdidas en proyectos de construcción. *Ingeniería de Construcción*.
- Alvarez Aquepucho, G. (2019). Análisis de la productividad en una edificación en altura a través de la implementación de Last Planner System. *Universidad Peruana Unión*. Lima, Lima, Perú.
- Angeli Gutiérrez, C. (2017). Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora. *Universidad Andres Bello*. Santiago de Chile, Chile.
- Ballard, G., & Howell, G. (1994). Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. *Universidad Catolica de Chile*.
- Barría Norambuena, C. F. (2009). Implementación del sistema Last Planner en la construcción de viviendas. *Universidad Austral de Chile*. Valdivia, Chile.
- Boquera Pérez, P. (2015). *Planificación y control de empresas constructoras*. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.
- Botero Botero, L. F. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción. *Ingeniería & Desarrollo*.
- Botero Botero, L., & Álvarez Villa, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda. *Universidad EAFIT Vol.40 N°136*.

- Buleje Revilla, K. E. (2012). Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando los Conceptos de la Filosofía Lean Construcción. *Pontifice Universidad Catolica del Perú*. Lima, Lima, Perú.
- Calongos Saavedra, N., & Reátegui Acedo, M. (2017). Mejora de la productividad en el mantenimiento rutinario de un camino vecinal aplicando la filosofía Lean Construction. *Universidad Científica del Perú*. Tarapoto, Tarapoto, Perú.
- Campero Q., M., & Alarcón C., L. F. (2008). *Administración de proyectos civiles*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Cantu, A., Moreno, J., Gallina, M., & Garcia, G. (2009). Productividad real en obras civiles - análisis de un caso. *ENIDI*.
- Casa Cordillera. (2004). Manual Práctico de Cerámicas. *Cordillera*.
- Castillo Muñoz, C. N., & Flores Ccahuana, M. A. (Agosto de 2016). Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares caso: cerezos de surco- Santiago de Surco. *Universidad de San Martin de Porres*. Lima, Lima, Perú.
- CCorahua chirinos, E. (2016). Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol. *Universidad Andina de Cusco*. Cusco, Cusco, Perú.
- Chavez Espinoza, J. R., & De la Cruz Aquije, C. A. (2014). Aplicación de la filosofía lean construction en una obra de edificación en el condominio -CASA CLUB RECREA -El Agustino. *Universidad San Martin de Porres*. Lima, Lima, Perú.
- Chávez Espinoza, J., & De la Cruz Aquije, C. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación (caso: Condominio Casa Club Recrea–El Agustino). *Universidad San Martin de Porres*. Lima, Lima, Perú.
- Cornejo Lecaros, K., Gonzales Anco, F., & Tapia Maldonado, V. (2017). Implementación de Last Planner en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. Lima, Lima, Perú.

- Crespo Muñoz, W. F. (2015). Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction. *Universidad Central de Ecuador*. Quito, Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta*. Barcelona: Profit.
- Deville del Águila, & Gallo Rentería. (2017). Contribución de Lean construction para alcanzar la construcción sostenible. *Pontifice Universidad Catolica del Perú*. Lima, Lima, Perú.
- Fernandez Solis, J. (2013). Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users. *TAMU*.
- Gabillo Zapata, & Mejia. (2013). Optimización de la eficiencia de los procesos constructivos en las partidas de encofrado de vigas y acero de vigas mediante la aplicación de herramienta de gestión de procesos: Cartas de balance y líneas de balance, bajo el enfoque Lean. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. Lima, Lima, Perú.
- Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en obras de construcción*. Pontifica Universidad Catolica del Peru.
- Guzmán Tejada, A. (2014). Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. *Pontifice Universidad Catolica del Perú*. Lima, Lima, Perú.
- Idrogo Aguilar, A. C., & Paredes Estacio, M. A. (Noviembre de 2014). Análisis de la planificación tradicional y propuesta de un sistema mejorado de planificación aplicando principios generales del sistema last planner en las partidas de concreto armado de la construcción del edificio “Los Treboles” en la ciudad de Trujillo. *Universidad Privada Antenor Orrego*. Trujillo, La Libertad, Perú.
- Liker, J. K. (2010). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Barcelona: Planeta.
- Mattos, A. D., & Fernández de Valderrama, F. G. (2014). *Métodos de planificación y control de obras*. Barcelona: Reverte.

- Miranda Casanova, D. (Febrero de 2012). *Implementación del Sistema Last Planner*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Lima, Perú.
- Panaia, M. (2004). *El sector de la construcción: Un proceso inconcluso*. Argentina: Nobuko.
- Picchi, F. (1993). *Sistemas da Qualidade na Construção de Edifícios*. Sao Paulo, Brasil.
- Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Porras Díaz, H., Sanchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos. *AVANCES Investigación en Ingeniería Vol. 11*, 1-2.
- Rios Pacheco, E. J., & Zavaleta Naccha, A. W. (2015). Estudio de productividad enfocado a la mano de obra para proyectos de edificio multifamiliar. *Universidad Ricardo Palma*. Lima, Lima, Perú.
- Rodriguez Moguel, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. Tabasco: Universidad J. Autonoma de Tabasco.
- Sabbatino Barros, D. E. (2011). Directrices y recomendaciones para una buena implementación del sistema last planner en proyectos de edificación en Chile. Santiago de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (1986). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima: Mantaro.
- Sánchez Gómez, R. (2016). *Gestión y psicología en empresas y organizaciones*. Madrid: ESIC.
- Serpell Bley, A. (2002). *Productividad en la Construcción*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Serpell Bley, A., & Alarcón Cárdenas, L. (2015). *Planificación y control de proyectos*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Taylor, F. W., Fayol, H., & Hit, H. (2003). *Principios de la Administración Científica*.  
Bogota: Edigrama.

Unión Andina de Cemento S.A.A. (2013). *Manual de Construcción. UNACEM*.

Vilca Uzategui, M. P. (Octubre de 2014). *Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Lima, Perú.*

Villamizar Roa, & Ortiz Contreras. (2016). *Implementación de los principios de lean construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario. Villa del Rosario, Villa del Rosario, Colombia.*