



# **CURSO/GUÍA PRÁCTICA DEL LEAN BIM CONSTRUCTION Y DEL LEAN 6 SIGMA.**

**Construcción sin pérdidas y con calidad.**





## Índice

<b>¿QUÉ APRENDERÁ?</b>	<b>31</b>
<b>Introducción</b>	<b>32</b>
<b>PRELIMINAR</b>	<b>34</b>
<b>El Lean Bim Construction en 14 preguntas y respuestas.</b>	<b>34</b>
<b>1. ¿Qué es el Lean Construction y por qué debería importarle?</b>	<b>34</b>
a. La construcción es una industria única y cada proyecto es diferente al anterior.	34
b. Definición del Lean Construction	35
c. Los principios y objetivos del Lean Construction	35
d. ¿Es el Lean Construction lo mismo que el Lean Production (fabricación)?	36
e. Diseñar sistemas constructivos con el objetivo de ahorrar tiempo, esfuerzo y desperdicio de materiales.	37
f. Lean Construction aumenta la productividad de la construcción.	37
g. ¿Por qué debería importarle el Lean Construction?	37
h. Los clientes notarán grandes mejoras a medida que implemente lean y probablemente quieran ser parte de su proceso.	38
<b>2. ¿Cómo explicar lo más básico del Lean Construction a un ingeniero que lleva 20 años a pie de obra?</b>	<b>39</b>
a. Valor.	39
b. Corriente de valor. El valor de un dibujo: mapeo del flujo de valor.	40
c. Flujo.	40
d. Pull (Tirar).	40
e. Perfección.	41
<b>3. ¿Cuáles son las características del Lean Construction?</b>	<b>41</b>
a. Características esenciales clave	41
b. Tener en cuenta a todos los agentes de la edificación	41
c. Los principios del pensamiento Lean se aplican al implementar el Lean Construction.	42
<b>4. ¿Cuáles son las herramientas Lean?</b>	<b>42</b>
a. ¿Cuántas veces sus proyectos se han atascado en algún punto entre el desarrollo y la entrega?	43
b. Just-in-Time (JIT). Fabricación justo a tiempo	43
c. Mapeo de flujo de valor	44
d. Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA)	45
e. Prueba de errores. La raíz del problema.	45
<b>5. ¿Por qué se dice que el Lean consiste en tirar lo que no es útil?</b>	<b>46</b>
a. ¿Qué es el desperdicio en Lean?	46
El desperdicio puede venir en forma de tiempo, material y mano de obra.	46
b. Los 8 residuos del Lean	47
1. Defectos	47
2. Exceso de procesamiento	47
3. Sobreproducción. WIP "Work In Progress" o "trabajo en proceso".	48
4. Retrasos	49
5. Inventario	50
6. Transporte	50
7. Movimiento	51
8. Talento no utilizado	51
<b>6. ¿Qué entendemos por "Residuos de construcción" (Construction wastes)?</b>	<b>52</b>
a. Actividades de valor añadido y sin valor añadido	52
b. Las pérdidas materiales se consideran sinónimo de residuos.	53
c. Los verdaderos residuos en la construcción.	53
d. Sobreproducción	53



e. Sustitución de materiales de obra _____	54
f. Tiempo de espera _____	54
g. Transporte interno de materiales en la obra. _____	54
h. Procesamiento o tecnologías constructivas. _____	54
i. Inventarios inapropiados del material de obra _____	55
j. Desplazamientos innecesarios en la obra. _____	55
k. Producción de productos defectuosos _____	55
<b>7. ¿Por qué es tan importante organizarse con las 5s Lean? _____</b>	<b>55</b>
Clasificar _____	56
Ordenar _____	56
Limpiar _____	57
Estandarizar _____	57
Disciplina _____	58
<b>8. ¿Qué tipo de residuos de la construcción afectan a la gestión? _____</b>	<b>58</b>
a. Causas controlables asociadas con los flujos en la obra. _____	58
Recursos _____	58
Información en la obra _____	58
b. Causas controlables asociadas con las conversiones _____	59
Método _____	59
Planificación _____	59
c. Causas controlables asociadas con las actividades de gestión _____	59
Toma de decisiones _____	59
Supervisión / control ineficaces _____	59
<b>9. ¿Qué es la predicción del rendimiento del proyecto constructivo? _____</b>	<b>59</b>
a. La ocupación en obra _____	59
b. Los siete medidores de la ocupación en obra _____	60
Efectividad _____	60
Eficiencia _____	60
Calidad _____	60
Productividad _____	60
Calidad de vida laboral _____	60
Innovación _____	60
Rentabilidad _____	60
<b>10. ¿Cuáles son los principios del Lean Construction? _____</b>	<b>61</b>
a. Los cinco principios Lean fundamentales _____	61
Especificar el valor _____	61
Identificar el flujo de valor _____	61
Flujo _____	61
Pull (tirar/producir lo necesario) y "Just In Time". _____	61
Perfección _____	62
b. Principios Lean. _____	62
<b>11. ¿Cuáles son las técnicas de Lean Construction? _____</b>	<b>63</b>
a. Ingeniería concurrente _____	64
b. Último planificador _____	64
c. Reuniones diarias de huddle _____	65
d. El sistema Kanban _____	65
e. Plan de Condiciones y Ambiente de Trabajo en la Industria de la Construcción _____	65
f. Herramientas de gestión de la calidad _____	66
g. Inspección visual _____	66
<b>12. ¿Cuáles son los canales de aplicación del Lean Construction _____</b>	<b>67</b>
a. Lean Project Delivery System (LPDS) _____	67
b. Last Planner System (LPS). Porcentaje de promesas cumplidas (PPC) _____	68
<b>13. ¿Cuáles son las mejoras operativas en la obra? _____</b>	<b>71</b>
a. Tiempo dedicado a la mejora _____	71
Tiempo dedicado a la producción _____	71
Apoyo de la gerencia _____	72



Motivación de empleados _____	72
Necesidad percibida de mejora _____	73
<b>b. Mecanismos y habilidades de mejora de la ocupación _____</b>	<b>74</b>
Mecanismos de mejora de la ocupación _____	74
Habilidades de mejora de la ocupación _____	75
<b>c. Perspectiva y metas de mejora _____</b>	<b>75</b>
Diferentes metas _____	76
Perspectivas diferentes _____	77
Mejoras operativas _____	77
Complejidad del problema _____	78
Resultados de mejora y ciclos de retroalimentación. _____	79
<b>14 ¿Por qué razones el BIM mejora al Lean Construction? _____</b>	<b>80</b>
a. Lean BIM Construction: Beneficios del BIM en el Lean Construction _____	80
b. ¿Cómo se vinculan BIM y Lean Construction? _____	80
c. BIM y Lean Construction están estrechamente vinculados _____	81
d. Lean Construction Management y BIM adoptan enfoques similares _____	82
<b>PARTE PRIMERA _____</b>	<b>83</b>
<b>Introducción al 'LEAN BIM CONSTRUCTION y LEAN 6 SIGMA. Construcción sin pérdidas y con calidad. _____</b>	<b>83</b>
<b>Capítulo 1. Introducción al 'LEAN BIM CONSTRUCTION y LEAN 6 SIGMA. Construcción sin pérdidas y con calidad. _____</b>	<b>83</b>
<b>1. ¿Qué es el Lean Construction? _____</b>	<b>83</b>
<b>2. Diferencia entre producción convencional y mediante Lean Construction _____</b>	<b>84</b>
Enfoque _____	84
Procesos _____	85
Resultados _____	85
<b>3. El Lean Construction como alternativa de gestión en el sector de la construcción. _____</b>	<b>86</b>
Visión Tradicional vs. Lean _____	86
Beneficios del Lean Construction _____	86
Cambio de Mentalidad _____	86
<b>4. Modelo LPD (Lean Project Delivery) y perspectiva integral de la cadena de valor. _____</b>	<b>87</b>
<b>5. Sistema del Último Planificador (SUP) _____</b>	<b>88</b>
<b>Capítulo 2. Herramientas Básicas del Lean Construction _____</b>	<b>91</b>
<b>1. Last Planner System (Sistema del Último Planificador) _____</b>	<b>91</b>
Origen y Propósito del LPS _____	91
Fases del LPS _____	91
Porcentaje de Tareas Completadas (PTC) _____	92
Beneficios del LPS _____	92
<b>2. Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor) _____</b>	<b>92</b>
Origen y Propósito del VSM _____	93
Elementos del VSM _____	93
Proceso del VSM en Construcción _____	93
Beneficios del VSM en Construcción _____	93
<b>3. Lean Project Delivery System (Sistema de Entrega de Proyectos Lean) _____</b>	<b>94</b>
<b>Capítulo 3. Herramientas de Diagnóstico en Lean Construction _____</b>	<b>96</b>
<b>1. VSM (Value Stream Mapping) _____</b>	<b>96</b>
<b>2. Poka-Yokes: dispositivos a prueba de errores _____</b>	<b>97</b>
Historia y Orígenes _____	97
Tipos de Poka-Yokes _____	98
Aplicación en la Construcción _____	98



3. Técnicas de comunicación de grupo: Brain storming y Diagrama de Ishikawa	99
Brain storming (Tormenta de ideas)	99
Diagrama de Ishikawa (Diagrama de espina de pescado o Causa-Efecto)	99
4. Gestión visual y técnicas simplificadas	100
<b>Capítulo 4. Organización y Estándares: Las 5S.</b>	<b>102</b>
1. Introducción a las 5S	102
Orígenes de las 5S	102
Objetivos principales de las 5S	102
Componentes de las 5S	102
2. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke	104
Seiri (Clasificar)	104
Seiton (Ordenar)	104
Seiso (Limpiar)	104
Seiketsu (Estandarizar)	104
Shitsuke (Sostener/Disciplinar)	105
3. Casos prácticos y aplicación en la construcción	105
Renovación de un centro comercial	106
Construcción de un parque de ocio	106
Ejemplo práctico estructurado	107
<b>Capítulo 5. Planificación y Control en Lean Construction</b>	<b>108</b>
1. Herramientas de planificación: Last Planner System, Value Stream Mapping, Lean Project Delivery System	108
Last Planner System (LPS)	108
Value Stream Mapping (VSM)	108
Lean Project Delivery System (LPDS)	109
2. Diagnóstico de la productividad en la obra: Analizar, Dimensionar, Corregir, Aplicar y Mejorar	109
<b>Capítulo 6. Herramientas Avanzadas del Lean Construction</b>	<b>112</b>
1. Productividad: TP, TC, TNC	112
Tiempo Productivo (TP)	112
Tiempo de Ciclo (TC)	112
Tiempo No Conforme (TNC)	113
2. Variabilidad y Buffers (Amortiguadores)	113
3. Just in time y Curva de aprendizaje	115
4. Sectorización, Tren de actividades	116
<b>Capítulo 7. Herramientas Preliminares y su Aplicación</b>	<b>118</b>
1. Herramientas durante la fase de construcción y planeamiento	118
Programación por caminos críticos (CPM)	118
Diagrama de Gantt	118
Programación Pull (Pull Planning)	119
2. Mantener el flujo constante del proyecto	119
Importancia del flujo constante	120
Factores que afectan al flujo	120
Estrategias para mantener el flujo	120
3. Desarrollo, implementación y uso en el proyecto de obra	121
<b>Capítulo 8. LPS, IPD, Target Cost.</b>	<b>123</b>
1. LPS, IPD, Target Cost	123
Last Planner System (LPS). Último planificador	123



Integrated Project Delivery (IPD). Entrega integrada de proyectos _____	123
Target Costing. Coste objetivo _____	124
<b>2. Sectorización, Trenes de trabajo, One Touch Handling _____</b>	<b>125</b>
<b>3. Control de productividad, Benchmarking, Subcontratación _____</b>	<b>126</b>
<b>Capítulo 9. Aplicaciones prácticas por las constructoras en talleres de trabajo.128</b>	
<b>1. Aplicación del modelo LPD (Lean Project Delivery) _____</b>	<b>128</b>
<b>2. Sistema del Último Planificador (SUP) _____</b>	<b>129</b>
<b>3. Aplicación práctica de herramientas Lean Construction _____</b>	<b>130</b>
<b>Capítulo 10. Planificación Maestra del Lean Construction _____</b>	<b>133</b>
<b>1. Definición de alcance, EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) y OBS (Organización de Desglose de la Estructura) _____</b>	<b>133</b>
<b>2. Metodología LPS (Last Planner System), Pull Planning _____</b>	<b>134</b>
<b>3. Planificación de fases, Plan intermedio, Reuniones _____</b>	<b>135</b>
<b>Capítulo 11. Six Sigma _____</b>	<b>138</b>
<b>1. Fundamentos de Six Sigma _____</b>	<b>138</b>
Definición _____	138
Principios clave _____	138
Metodología DMAIC _____	139
<b>2. Herramientas y técnicas de Six Sigma _____</b>	<b>140</b>
Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa o Espina de Pescado) _____	140
Histogramas _____	140
Diagrama de Pareto _____	140
Análisis de Regresión _____	140
Control Estadístico de Procesos (CEP) _____	140
Diseño de Experimentos (DOE) _____	140
FMEA (Análisis de Modo y Efecto de Fallo) _____	141
5 Whys (5 Porqués) _____	141
<b>3. Beneficios y aplicaciones en la construcción _____</b>	<b>141</b>
Beneficios de Six Sigma en la construcción _____	142
Aplicaciones prácticas en la construcción _____	142
<b>Capítulo 12. Reflexiones sobre el impacto de Lean Construction y Lean 6 Sigma en la industria. _____</b>	<b>144</b>
<b>1. Reflexiones sobre el impacto de Lean Construction y Lean 6 Sigma en la industria</b>	<b>144</b>
<b>2. Desafíos y oportunidades _____</b>	<b>146</b>
<b>3. Innovaciones y tendencias emergentes _____</b>	<b>147</b>
<b>PARTE SEGUNDA _____</b>	<b>150</b>
<b>¿Por qué razón la construcción no tiene la misma productividad que el resto de la industria? _____</b>	<b>150</b>
<b>Capítulo 13. Las claves del Lean Production (producción sin pérdidas). _____</b>	<b>150</b>
<b>1. El Lean Production o producción sin pérdidas _____</b>	<b>150</b>
<b>2. Los principios del Lean Production _____</b>	<b>151</b>
<b>3. ¿En qué mejoró el modelo Toyota al modelo de Ford? _____</b>	<b>152</b>
Implementación de Lean Production _____	152
Selección de Subcontratistas _____	152
Participación del Personal _____	152
Calidad Total o Cero Defectos _____	152



4. Desperdicio es todo lo que no genera valor. _____	153
<b>Capítulo 14. ¿Dónde está el valor en la cadena de producción? _____</b>	<b>156</b>
1. Reducir las actividades que no agregan valor. _____	156
2. Reducir la variabilidad. _____	157
3. Reducir el tiempo del ciclo. _____	157
4. Simplificar. _____	158
Reducción de componentes _____	158
Minimización de pasos _____	158
Eliminación de actividades no agregadoras de valor _____	158
Acortamiento de flujos _____	158
Cambios de diseño y partes prefabricadas _____	159
Estandarización _____	159
Minimización de información necesaria _____	159
5. Incrementar la transparencia en los procesos. _____	159
6. Mejora continua. _____	160
7. Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking) _____	161
8. Caso práctico: La transformación de una constructora hacia un modelo Lean _____	162
<b>Capítulo 15. ¿Cómo mido los resultados? _____</b>	<b>164</b>
1. Medición de datos. _____	164
2. Identificación de las pérdidas de productividad. _____	165
3. Caso Práctico: Cómo mido los resultados? El desafío en la medición de productividad _____	166
<b>Capítulo 16. Del Lean Production al Lean Construction. _____</b>	<b>169</b>
1. ¿Qué es Lean Production? _____	169
2. Evolución histórica del Lean Production. Toyota. _____	170
3. La visita del MIT, Instituto Tecnológico de Massachusetts a Toyota. _____	171
4. La aplicación del sistema lean a la construcción. _____	172
Mejora continua _____	173
Justo a Tiempo (JIT) _____	173
Control de Producción _____	173
Reforma de la ingeniería de métodos _____	173
5. Las diferencias principales entre la fabricación y la construcción _____	174
Lugar de producción _____	174
Estandarización _____	174
Interconexión de procesos _____	174
Incertidumbre _____	174
Mano de obra _____	174
Control de calidad _____	174
Aprovisionamiento de materiales _____	175
Ciclo de vida del proceso de producción _____	175
Mapa de la cadena de valor _____	175
Cambio cultural _____	175
6. Caso Práctico: Diferencias principales entre fabricación y construcción. La Transición de una Constructora hacia el Sistema Lean _____	175
<b>Capítulo 17. Lean aplicado a la construcción _____</b>	<b>178</b>
1. El sistema tradicional: el promotor encarga el diseño, el constructor estima el coste y sumamos los costes indirectos. _____	178



<b>2. El sistema Lean Construction: ajustar producto y precio al cliente.</b>	<b>179</b>
Colaboración temprana y equipo de gestión Lean	179
Enfoque en el cliente	179
Valor para el cliente	180
Costes de construcción improductivos	180
Flexibilidad y adaptabilidad	180
Mejora continua	180
Gestión de la cadena de suministro	180
Planificación y control visual	180
<b>3. Herramientas del Lean Construction</b>	<b>181</b>
a. Lean Project Delivery System (LPDS)	181
b. Target Costing (Coste Objetivo)	181
c. Integrated Project Delivery (IPD)	181
d. Last Planner System (LPS)	181
e. Las 5S	182
f. Kanban	182
g. Value Stream Mapping (VSM)	182
<b>4. Caso Práctico: Herramientas del Lean Construction. Constructora y su Transformación Lean</b>	<b>182</b>
<b>5. Caso Práctico: Lean Construction como sistema de gestión de proyectos de construcción. Constructora y su Viaje hacia la Excelencia con Lean Construction</b>	<b>184</b>
Crear Valor para el Cliente	184
Identificación de la Cadena de Valor	184
Flujo	185
Sistema Pull	185
Perfección y Transparencia:	185
Capacitación Profesional	185
<b>PARTE TERCERA</b>	<b>186</b>
<b>Lean Construction. Construcción sin pérdidas.</b>	<b>186</b>
<b>Capítulo 18. Lean Construction. Construcción sin pérdidas.</b>	<b>186</b>
<b>1. La construcción también se mejora con los sistemas lean.</b>	<b>186</b>
<b>2. Aplicar los principios del Lean Production al coste, plazo y productividad en las obras.</b>	<b>187</b>
a. Mantener un flujo continuo en la obra en lugar de detenerse para realizar mejoras.	187
b. Dividir equitativamente el trabajo entre los procesos para crear flujos eficientes y constantes.	187
c. Organizar los procesos de construcción de manera eficiente.	188
<b>3. Caso Práctico: Aplicar los principios del Lean Production al coste, plazo y productividad en las obras. Constructora y la Optimización de Costes y Plazos con Lean Production</b>	<b>188</b>
Flujo Continuo	188
Sistema Last Planner	189
División Equitativa de Tajos	189
Reorganización de Procesos	189
<b>Capítulo 19 ¿Qué es Lean Construction?</b>	<b>190</b>
<b>1. ¿Qué es Lean Construction?</b>	<b>190</b>
<b>2. Principios del Lean Construction.</b>	<b>191</b>
Identificar el valor del proyecto e incrementarlo bajo las necesidades del cliente	191
Programar el flujo de valores (Value Stream Mapping)	191
Simplificar y minimizar pasos y etapas (Flow)	191
Implementar la entrega por demanda (Pull)	191
Buscar la perfección y el desarrollo continuo	191



Reducir la variabilidad _____	192
Reducir los tiempos de ciclo _____	192
Incrementar la flexibilidad _____	192
Incrementar la transparencia _____	192
Otorgar poder de decisión a los trabajadores _____	192
Benchmarking (Modelos de éxito) _____	192
<b>3. Herramientas del Lean Construction. _____</b>	<b>193</b>
a. Administración de procesos por demanda (pull-driven process management) _____	193
b. Justo a tiempo (just in time) _____	193
c. Reingeniería en el proceso de negocio (business process reengineering) _____	193
d. Sistema de administración basado en la localización (location-based management system) _____	193
e. Gestión de calidad total (total quality management) _____	193
f. Último planificador (last planner system) _____	194
<b>4. Caso Práctico: Herramientas del Lean Construction. La Renovación de una constructora con Herramientas Lean _____</b>	<b>194</b>
<b>Capítulo 20. Diferencias entre el proceso de construcción tradicional y el Lean Construction. _____</b>	<b>196</b>
<b>1. Diferencias entre el proceso de construcción tradicional y el Lean Construction. _____</b>	<b>196</b>
a. Creación del valor para el consumidor final _____	196
b. Eficiencia _____	196
c. Mejora continua _____	197
<b>2. Caso Práctico: Diferencias entre el proceso de construcción tradicional y el Lean Construction. Constructora y su Transición al Lean Construction _____</b>	<b>197</b>
<b>Capítulo 21. Productividad en la construcción, una de las actividades más intensivas en mano de obra. _____</b>	<b>200</b>
<b>1. Estandarizar el trabajo. Tajos de la obra. _____</b>	<b>200</b>
Productividad y relación input-output _____	200
Niveles de estudio de productividad _____	200
Intensidad en mano de obra en la construcción _____	200
Importancia de la estandarización _____	201
Estandarización para mejorar la eficiencia _____	201
Documentación y entrenamiento _____	201
Cambio de mentalidad _____	201
<b>2. Ejemplos de trabajos de obra estandarizados. Uso de prefabricados en la obra. _____</b>	<b>202</b>
a. Estandarización del trabajo en la construcción _____	202
Preparación y el vertido de hormigón _____	202
Ferralla _____	202
b. Uso de prefabricados en la obra _____	202
Las alfombras de refuerzo _____	203
<b>3. Caso Práctico: Productividad en la construcción, una de las actividades más intensivas en mano de obra. La constructora y el Desafío de la Productividad _____</b>	<b>203</b>
<b>Capítulo 22. Si el Lean Construction trata de crear en valor ¿cuál es el concepto de valor en la construcción? _____</b>	<b>205</b>
<b>1. La cadena de valor en la Construcción. _____</b>	<b>205</b>
Definición de la cadena de valor _____	205
Actividades valiosas _____	205
Actividades no valiosas _____	205
Ejemplos de actividades no valiosas en la construcción _____	206
Creación de la cadena de valor _____	206
Mejora continua _____	206
<b>2. El valor de la obra la define el cliente. _____</b>	<b>206</b>
<b>3. Diagrama de las 7 C _____</b>	<b>208</b>



<b>4. En la construcción la cadena de valor hay que trocearla.</b>	<b>209</b>
<b>5. Mapeo de la cadena de valor en la construcción.</b>	<b>210</b>
a. Elección del tipo de construcción que se quiere mejorar	210
b. Mapear el estado actual	210
c. Mapeo del flujo de información	210
d. Análisis del Mapa del estado actual	210
e. Mapeo del estado futuro	210
<b>6. Caso Práctico: Mapeo de la cadena de valor en una obra de construcción. La Transformación de la Obra a través del Mapeo de la Cadena de Valor</b>	<b>211</b>
<b>7. Caso Práctico: El concepto de valor en la construcción. La Búsqueda de Valor en una constructora.</b>	<b>212</b>
<b>8. Caso práctico: las 3 Ps del Lean que no entiende la construcción. Desentrañando las 3 Ps del Lean en una Constructora</b>	<b>214</b>
a. Nota preliminar: las 3 Ps (Problem Solving, Dealing with People and Partners, Process Flow).	214
Problem Solving en la construcción	214
Dealing with People and Partners en la construcción	214
Process Flow en la construcción	215
b. Caso práctico	215
Entender la Causa Raíz de los Problemas	215
Fomentar Buenas Relaciones Internas y Externas	216
Garantizar un Flujo Correcto en la Obra	216
<b>9. Caso Práctico: Constructora y la Búsqueda de la Satisfacción del Cliente a través del Lean Construction</b>	<b>216</b>
Diálogo Directo con el Cliente	217
Visualización y Mapeo de Procesos	217
Capacitación y Concienciación del Equipo	217
Flexibilidad y Adaptabilidad	217
<b>Capítulo 23. ¿Qué se entiende por desperdicio en la construcción? Lo que no genera valor.</b>	<b>219</b>
<b>1. Los desperdicios en la construcción.</b>	<b>219</b>
a. Desperdicios que se deben corregir	219
Defectos de construcción	219
Sobreproducción	219
Inventario o Stock	219
Procedimientos innecesarios	219
Movimiento innecesario de la mano de obra	220
b. Desperdicios no eliminables económicamente	220
c. Desperdicios inevitables	220
<b>2. Los 7 tipos de desperdicios en obra.</b>	<b>220</b>
<b>3. Actividades que realiza un trabajador en obra y los tres grupos de trabajo.</b>	<b>221</b>
Trabajo Productivo (TP)	222
Trabajo Contributivo (TC)	222
Trabajo No Contributivo (TNC)	222
<b>4. Aplicación de LEAN construction</b>	<b>223</b>
Errores en los diseños y falta de especificaciones de la obra	223
Defectuoso control y supervisión del personal de obra	223
Defectuoso control de los materiales en obra	223
Condiciones adversas en la obra	223
<b>5. Aplicación del Lean Construction en diseños, compras, logística, planificación, inventarios y construcción.</b>	<b>224</b>
Proyecto y Diseño de la Obra	224
Logística y Compra de Materiales	224



Planificación de la Obra _____	224
Logística de la Obra _____	224
Comunicación entre Dirección Técnica y Personal de Obra _____	225
<b>6. Implementación de LAST PLANNER, último planificador. _____</b>	<b>225</b>
Definición de Unidades de Producción _____	225
Control del Flujo de Actividades _____	225
Medición del PAC _____	225
Planificación Intermedia y Semanal _____	226
Identificación de Obstáculos _____	226
<b>7. Caso Práctico: Los Desafíos del Desperdicio en Obras de una Constructora _____</b>	<b>226</b>
Desperdicios que se deben corregir _____	227
Procedimientos innecesarios _____	227
Desperdicio no eliminable porque no compensa económicamente _____	227
Desperdicios inevitables _____	227
<b>8. Caso Práctico: Los 7 tipos de desperdicios en obra. La Batalla Contra los Desperdicios en Obras de una Constructora _____</b>	<b>228</b>
Errores de Construcción _____	228
Acompasamiento de Tajos _____	229
Material Sin Uso _____	229
Almacenamiento Inadecuado de Herramientas _____	229
Trabajos Innecesarios _____	229
Logística Deficiente _____	229
Tiempos Muertos _____	229
<b>9. Caso Práctico: Aplicación de LEAN construction y los errores en los diseños y falta de especificaciones de la obra. _____</b>	<b>230</b>
<b>10. Caso Práctico: Aplicación del Lean Construction en diseños, compras, logística, planificación, inventarios y construcción. _____</b>	<b>231</b>
Proyecto y Diseño de la Obra _____	232
Logística y Compra de Materiales _____	232
Planning de la Obra _____	232
Logística de la Obra _____	232
Comunicación entre Dirección Técnica y Personal de Obra _____	232
<b>11. Caso Práctico: Implementación de LAST PLANNER, último planificador en una constructora _____</b>	<b>233</b>
Formación y Sensibilización _____	233
Planificación Colaborativa _____	234
Reuniones Semanales _____	234
Tablero Visual _____	234
Análisis de Varianzas _____	234
<b>PARTE CUARTA _____</b>	<b>235</b>
<b>Herramientas de Lean Construction _____</b>	<b>235</b>
<b>Capítulo 24. Herramientas Lean. _____</b>	<b>235</b>
<b>1. Herramientas de diagnóstico. VSM o mapa del flujo de valor. Value Stream Mapping (VSM) _____</b>	<b>235</b>
<b>2. Controles de calidad. Poka-Yokes o dispositivos a prueba de errores. _____</b>	<b>236</b>
<b>3. Gestión visual simplificada de las técnicas. _____</b>	<b>237</b>
<b>4. Organizar, ordenar, limpiar, estandarizar y ser disciplinado. Las 5S _____</b>	<b>238</b>
Seiri (Organizar/Seleccionar) _____	238
Seiton (Ordenar) _____	239
Seiso (Limpiar) _____	239
Seiketsu (Estandarizar) _____	239
Shitsuke (Disciplina) _____	239



<b>5. Técnicas de comunicación de grupo.</b>	<b>240</b>
Obeya (Habitación Grande)	240
Tormenta de Ideas (Brainstorming)	240
Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)	240
<b>6. Caso Práctico: Herramientas Lean en una obra de construcción.</b>	<b>241</b>
<b>Capítulo 25. Herramientas de planificación y control del Lean Construction.</b>	<b>243</b>
<b>1. Las tres herramientas básicas del Lean Construction.</b>	<b>243</b>
Last Planner System (Sistema del Último Planificador)	243
Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor)	243
Lean Project Delivery System (Sistema de Entrega de Proyectos)	244
<b>2. Aplicación del Lean Construction sobre todas las etapas de los proyectos de construcción</b>	<b>244</b>
Diagnosticar la productividad en la obra	244
Analizar	245
Dimensionar	245
Corregir	245
Aplicar y mejorar	245
<b>3. Caso Práctico: Las tres herramientas básicas del Lean Construction. La Revolución Lean en una Constructora</b>	<b>245</b>
<b>4. Caso Práctico: Aplicación del Lean Construction sobre todas las etapas de los proyectos de construcción. Transformando una Constructora con el Enfoque Lean</b>	<b>247</b>
<b>Capítulo 26. Herramientas del Lean Construction.</b>	<b>249</b>
<b>1. Productividad.</b>	<b>249</b>
a. Trabajo Productivo (TP)	249
b. Trabajo Contributorio (TC)	249
c. Trabajo No Contributorio (TNC)	250
<b>2. Variabilidad. No todo es previsible.</b>	<b>250</b>
<b>3. Just in time (justo a tiempo).</b>	<b>251</b>
<b>4. Curva de aprendizaje</b>	<b>252</b>
<b>5. Sectorización.</b>	<b>253</b>
División de Tareas	253
Mantenimiento del Flujo Continuo	253
Relación con Lotes de Producción y Lotes de Transferencia	254
Optimización de Recursos y Curva de Aprendizaje	254
Beneficios para el Sistema de Producción	254
<b>6. Tren de actividades</b>	<b>254</b>
Incremento de la Productividad	254
Mejora de la Curva de Aprendizaje	255
Planificación y Control Precisos	255
Reducción de Trabajos Rehechos	255
Visualización del Avance	255
<b>7. Buffers o técnicas de programación (amortiguadores porque no todo es previsible).</b>	<b>255</b>
Buffer de Inventario	256
Buffer de Tiempo	256
Buffer de Capacidad	256
<b>8. Caso Práctico: Herramientas del Lean Construction. Optimización de Proyectos en una Constructora</b>	<b>257</b>
<b>Capítulo 27. Herramientas preliminares del Lean Construction.</b>	<b>259</b>



<b>1. Herramientas LEAN durante la fase de construcción.</b>	<b>259</b>
First Run Studies (Estudios de Primera Ejecución)	259
Nivel General de Actividad	259
Carta de Balance	259
<b>2. Herramientas LEAN durante el proceso de planeamiento, programación y control de un proyecto de obra.</b>	<b>260</b>
Last Planner System (LPS)	260
Planificación Maestra	260
Planificación Semanal	260
Look Ahead (Mirada Anticipada)	261
Porcentaje de Plan Completado	261
Seguimiento de Causas de No Cumplimiento	261
Hoshin Kanri (Despliegue de Políticas)	261
<b>3. Herramientas LEAN para mantener el flujo constante del proyecto de obra.</b>	<b>261</b>
<b>4. Herramientas LEAN conforme al proceso de desarrollo, implementación y uso en el proyecto de obra.</b>	<b>262</b>
Sectorización	262
Tren de Actividades	262
Dimensionamiento de Cuadrillas (Circuito Fiel)	263
Last Planner System (Sistema de Último Planificador)	263
Lecciones Aprendidas	263
Curvas de Productividad	263
Nivel General de Actividad	263
Cartas de Balance	263
<b>5. Caso Práctico: Herramientas preliminares del Lean Construction. Mejorando la Eficiencia de Obras en una Constructora</b>	<b>264</b>
<b>Capítulo 28. Herramientas Lean Construction.</b>	<b>266</b>
<b>1. La sectorización y los trenes de trabajo.</b>	<b>266</b>
<b>2. One Touch Handling (desperdicios).</b>	<b>267</b>
<b>3. Líneas de Balance.</b>	<b>268</b>
<b>4. Programación maestra previa al Last Planner System.</b>	<b>269</b>
<b>5. Controles de productividad de la obra. IP o ISP.</b>	<b>270</b>
<b>6. Cartas de balance.</b>	<b>272</b>
Verificación del Dimensionamiento de Cuadrillas	272
Optimización de la Productividad	272
Mejora Continua	272
Aplicación a Etapas Tardías	272
Lecciones Aprendidas	272
Comunicación y Colaboración	273
Identificación de Problemas Potenciales	273
<b>7. El sistema Last Planner. Sistema de último planificador SUP.</b>	<b>273</b>
<b>8. Benchmarking</b>	<b>274</b>
<b>9. La subcontratación bien controlada.</b>	<b>275</b>
<b>10. Caso Práctico: Herramientas Lean Construction. Modernización y Eficiencia en Constructora</b>	<b>277</b>
<b>Capítulo 29. Herramientas específicas del Lean Construction.</b>	<b>279</b>
<b>1. El Sistema del Último Planificador (Last Planner System. LPS)</b>	<b>279</b>
<b>2. IPD (Integrated Project Delivery): Contratos Colaborativos en la Construcción</b>	<b>281</b>
<b>3. Target Cost o Coste Objetivo.</b>	<b>282</b>



4. Caso Práctico: Herramientas específicas del Lean Construction. Transformación Integral en Constructora _____	283
5. Caso Práctico: El Lean Construction como alternativa de la gestión en el sector de la construcción. Renovación Profunda en Constructora _____	284
6. Caso Práctico: Aplicación práctica de las herramientas del Lean Construction. Transformación Integral en Obras _____	286
<b>Capítulo 30. Planificación del Lean Construction _____</b>	<b>288</b>
1. Plan Maestro. _____	288
a. Definición del alcance. _____	288
b. Estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS en el PMBOK). _____	289
c. OBS (Organizational Breakdown Structure) o Estructura de Desglose de la Organización _____	290
2. Hitos en el Plan Maestro. _____	290
a. Metodología del LPS y Planificación de Hitos Generales del Proyecto _____	290
b. Planificación de Fases de la Obra _____	291
3. Método Pull Planning para hacer el Plan maestro. Pull Plan. _____	291
a. Sistema Push vs. Sistema Pull _____	291
b. Pull Sesión (Sesión Pull) _____	292
Ruta Crítica Planificada con las Personas que Harán el Trabajo _____	292
Identificación de la Estrategia del Proyecto _____	292
Objetivos de la Pull Sesión _____	292
Identificación de Prefabricados Necesarios _____	292
Participantes en la Sesión Pull _____	292
Documentación Necesaria _____	292
Ejemplos de Estrategias Pull _____	293
4. Plan de fases o hitos _____	293
Desglose del Plan Maestro _____	293
Enfoque en Objetivos a Corto Plazo _____	293
Anticipación de Actividades Clave _____	293
Visión General del Proyecto _____	294
Enfoque en la Gestión de Riesgos _____	294
Mejora la Comunicación _____	294
Flexibilidad y Adaptabilidad _____	294
5. Plan intermedio. 4-8 semanas vista _____	294
6. Plan 8 semanas vista _____	296
7. Planificación semanal. _____	297
8. Reunión diaria _____	298
9. Caso Práctico: Planificación del Lean Construction _____	299
<b>Capítulo 31. El Visual Management en el Lean Construction. _____</b>	<b>302</b>
1. ¿Por qué debe usar la gestión visual en la construcción? _____	302
2. Visual Management. ¿Por qué no se comunica bien desde la dirección de la obra a los empleados productivos? _____	303
3. Visual Management: la luz que ilumina la agilidad y el alto rendimiento de la obra. _____	304
4. Selección de la información que aparece en el tablón: mejor calidad que cantidad. _____	305
5. Pizarras visuales o Visual Boards en Digital Workplaces _____	306
6. Errores a evitar en el diseño del Visual Management en una obra. _____	307
7. Pasos que debe contener un tablón de anuncios (bulletin board) con los planes de la obra. _____	308



<b>8. Las seis categorías de gestión visual que permiten aumentar el control de los estándares, el rendimiento y la calidad.</b>	<b>309</b>
<b>9. La relación entre el Visual Management y el Lean.</b>	<b>310</b>
a. Cuadros de Control de Proceso	310
b. Tablero Kanban	311
c. Tablones (Huddle Boards)	311
d. Paseos Gemba (Gemba Walk)	311
e. 5S	311
<b>10. Caso Práctico: El Visual Management en el Lean Construction.</b>	<b>312</b>
<b>Capítulo 32. Metodología Kanban en la construcción.</b>	<b>314</b>
<b>1. Metodología Kanban</b>	<b>314</b>
<b>2. ¿Qué es Kanban? Conceptos básicos</b>	<b>315</b>
Tablero Visual Kanban	315
Límite WIP (Work in Progress)	315
Lead Time	315
Cycle Time	316
Cumulative Flow Diagram (CFD)	316
Ley de Little	316
Teoría de Restricciones	316
Principios, Reglas y Prácticas de Kanban	316
<b>3. ¿Qué consigue Kanban en la construcción?</b>	<b>317</b>
a. Beneficios de Kanban en la construcción	317
b. Metodología de trabajo de implantación de Kanban en la construcción	318
<b>4. Fases de la metodología Kanban en la construcción</b>	<b>319</b>
Fase 0: Análisis, diagnóstico y concienciación de la situación actual	319
Fase 1: Programación de los trabajos de implantación de Kanban	319
Fase 2: Motivación	319
Fase 3: Formación	319
Fase 4: Diseño del tablero Kanban	320
Fase 5: Análisis de los resultados, seguimiento y orientación	320
<b>5. Caso Práctico: Metodología Kanban en la construcción. Transformación de Proyecto Edificio con Metodología Kanban</b>	<b>320</b>
<b>Capítulo 33. El concepto de la cadena de valor eficiente en el Lean Construction.</b>	<b>323</b>
<b>1. En la construcción no se puede hacer una cadena de valor de todo el proyecto en global.</b>	<b>323</b>
<b>2. Mapeo de la cadena de valor adaptada a la construcción.</b>	<b>324</b>
Mapeo del flujo físico	324
Mapeo del flujo de información	325
<b>Capítulo 34. La gestión del tiempo en el Lean Construction.</b>	<b>326</b>
<b>1. El mayor enemigo del flujo de valor en la construcción: los buffers (colchones o amortiguadores) que introducen los subcontratistas en las estimaciones de tareas para cubrirse las espaldas y acabar a tiempo.</b>	<b>326</b>
<b>2. ¿Por qué agregan los subcontratistas estos buffers o colchones en sus predicciones?</b>	<b>327</b>
<b>3. El control de los buffers (colchones o amortiguadores) en el Método de la Cadena Crítica (Critical Chain Method)</b>	<b>328</b>
a. En la planificación	328
b. En la ejecución	328
c. Clases de buffers o colchones en el CCPM	328



d. Recomendaciones para la gestión de los buffers	329
<b>4. Caso Práctico: La gestión del tiempo en el Lean Construction. El Desafío de las Buffers / Amortiguaciones en una Constructora</b>	<b>329</b>
<b>Capítulo 35. Cadena crítica (Critical chain) y dimensionamiento de los buffers del proyecto planning y project management).</b>	<b>331</b>
<b>1. El Método de la Cadena Crítica (CCPM) respecto de la construcción.</b>	<b>331</b>
<b>2. Dimensionamiento de buffers (colchones) en la construcción.</b>	<b>332</b>
Revisar métodos experimentales de medición de buffers	332
Calcular el tamaño de los buffers en un caso ejemplo	332
Comprobar el comportamiento de los buffers durante la ejecución del caso de estudio	333
Comparar diferentes metodologías de dimensionamiento	333
Determinar técnicas adecuadas según el tipo de proyecto	333
<b>3. Metodología de bloques de tiempo en la construcción.</b>	<b>334</b>
Reserva de programación	334
Margen horario	334
Colchón de seguridad	334
Amortiguador	334
<b>4. Clases de buffers aplicados al proceso constructivo.</b>	<b>335</b>
a. Buffer de proyecto (Project Buffer)	335
b. Buffer de alimentación (Feeding Buffer)	335
c. Buffer de recurso (Resource Buffer)	336
<b>5. Tamaño de los Buffers</b>	<b>336</b>
Método de "Cortar y Pegar"	336
Método del "Tercio Crítico"	336
Método de la "Raíz Cuadrada de la Suma de Cuadrados"	337
<b>6. Caso Práctico: Cadena crítica (Critical chain) y dimensionamiento de los buffers del proyecto planning y project management) en una obra de construcción. "Optimizando Proyectos en una Constructora"</b>	<b>337</b>
<b>Capítulo 36. Planificación de las obras para mejorar el suministro de materiales de obra.</b>	<b>339</b>
<b>1. Muchas obras, muchos tajos, muchos jefes de producción, y cada uno por su cuenta.</b>	<b>339</b>
Economías de escala	339
Evitar duplicaciones	339
Mejor planificación y control	340
Reducción de inventarios	340
Mayor visibilidad	340
Optimización de proveedores	340
Reducción de costes operativos	340
<b>2. Hay que centralizar las compras, basta con un programa informático.</b>	<b>341</b>
<b>3. Caso Práctico: Planificación de las obras para mejorar el suministro de materiales de obra. "Optimización de Suministros en una constructora"</b>	<b>342</b>
<b>Capítulo 37. La logística en el Lean Construction. Movimientos de material y maquinaria a pie de obra.</b>	<b>344</b>
<b>1. Un mundo ideal: saber el tiempo exacto, el coste y la calidad del proceso de construcción.</b>	<b>344</b>
Suministro de materiales	344
Almacenaje	344
Suministro de mano de obra	345
Control de programas de construcción	345
Movimiento de maquinaria de construcción	345



Dirección de flujos de construcción _____	345
<b>2. Planificación, organización y el control de los trabajos de construcción. _____</b>	<b>345</b>
Planificación y Organización _____	345
Control _____	346
Dirección de Flujos de Información _____	346
Logística de Recursos _____	346
Logística en Terreno del Proceso _____	346
Objetivos de la Logística _____	346
<b>3. Mejorar el flujo de información de la constructora con el cliente y con los proveedores. _____</b>	<b>347</b>
Comunicación con el Cliente _____	347
Relaciones con Proveedores _____	347
Comunicación Interna _____	347
Tecnología de la Información _____	348
Capacitación y Cultura Organizacional _____	348
Retroalimentación y Mejora Continua _____	348
<b>4. ¿Y todo esto para qué? Para reducir costes. _____</b>	<b>348</b>
Costes Totales vs. Costes Individuales _____	348
Eficiencia de Procesos _____	349
Gestión de Inventarios _____	349
Optimización de la Cadena de Suministro _____	349
Tecnología de la Información _____	349
Calidad del Servicio _____	349
Sostenibilidad _____	349
<b>5. Caso Práctico: La logística en el Lean Construction. Movimientos de material y maquinaria a pie de obra. "Eficiencia Logística en Obras" _____</b>	<b>350</b>
<b>Capítulo 38. El sistema "Kaizen" (proceso de mejora constante enfocada en reducir los costes de producción y mano de obra incrementando la calidad) en la construcción. _____</b>	<b>352</b>
<b>1. La implementación de las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) en la industria de la construcción _____</b>	<b>352</b>
Seiri (Clasificación - Separar lo necesario de lo innecesario) _____	352
Seiton (Orden - Ordenar el lugar de trabajo) _____	352
Seiso (Limpieza - Mantener el lugar de trabajo limpio) _____	353
Seiketsu (Normalización - Estandarizar las mejores prácticas) _____	353
Shitsuke (Disciplina - Mantener y mejorar constantemente) _____	353
<b>2. Caso Práctico: "Transformación Kaizen en Constructora" _____</b>	<b>353</b>
<b>3. Caso Práctico: Gestión de la variabilidad en obras de infraestructura con estrategias y software de la construcción. "Optimizando la Variabilidad en una constructora" _____</b>	<b>355</b>
<b>PARTE QUINTA _____</b>	<b>357</b>
Aplicación práctica de las herramientas del Lean Construction a una constructora. _____	357
<b>Capítulo 39. Lean Project Delivery System (metodología Lean para desarrollar los proyectos de construcción). _____</b>	<b>357</b>
<b>1. El Lean Project Delivery System (metodología Lean para desarrollar los proyectos de construcción). _____</b>	<b>357</b>
<b>2. Fases del Lean Project Delivery System. _____</b>	<b>358</b>
Definición del Proyecto _____	358
Diseño Lean _____	358
Abastecimiento Lean _____	358
Ejecución y Montaje Lean _____	359
Uso y Mantenimiento _____	359



<b>3. Caso Práctico: Lean Project Delivery System (metodología Lean para desarrollar los proyectos de construcción). "Transformando la Entrega de Proyectos en una constructora"</b>	<b>360</b>
--	------------

## **Capítulo 40. El control de las pérdidas en el Lean Construction. Descubrir las pérdidas de tiempo y dinero en la construcción. 362**

<b>1. ¿Qué es una pérdida para el Lean Construction? Actividades que USAN RECURSOS, pero NO AÑADEN VALOR.</b>	<b>362</b>
<b>2. Fuente de la Pérdida.</b>	<b>363</b>
Gestión de Administración	363
Gestión de Uso de Recursos	363
Gestión de Información	364
<b>3. Clases de pérdidas del Lean Construction.</b>	<b>364</b>
Esperas e Interrupciones en el Tajo	364
Defectos por Errores u Omisiones	365
Transporte Innecesario	365
Errores de Coordinación entre los Procesos de Trabajo (Tajos).	365
Inventario	365
Talento Desaprovechado	365
Errores de Producción	365
La Improvisación Mal Entendida	365
Trabajo Rehecho	365
Daño de Materiales por Deficiente Almacenamiento.	366
Daño de Herramientas y/o Maquinarias por Mal Mantenimiento.	366
Paralización del Tajo al no Recibir Instrucciones.	366
Espera de Materiales.	366
Espera por Herramientas o Maquinarias.	366
Espera por Mano de Obra.	366
Movimiento Innecesario de Personal.	366
Movimiento Innecesario de Materiales o Herramientas.	366
Pérdida de Material	366
Materiales Sobrantes	366
Herramientas y Maquinarias no Utilizadas	366
Desaprovechar Capacidades del Personal	366
Desaprovechar Motivación del Personal	366
Exceso de Producción	366
Equipamientos y Materiales Altamente Sofisticados	366
Improvisación o Trabajo que no Cuenta con la Información Necesaria.	367
Fuentes de Pérdidas en el Tajo de Obra	367
<b>4. Clases de trabajo.</b>	<b>368</b>
a. Trabajo Productivo (TP)	368
b. Trabajo Contributivo (TC)	368
c. Trabajo No Contributivo o No Productivo (TNC)	368
<b>5. Mejora Continua (Ciclo de Deming). ISO 9001.</b>	<b>369</b>
Planificar (Plan)	369
Hacer (Do)	369
Verificar (Check)	369
Actuar (Act)	369
<b>6. Caso Práctico: El control de las pérdidas en el Lean Construction. "Eficiencia y Rentabilidad en las Obras de una constructora"</b>	<b>370</b>

## **Capítulo 41. La implementación de mejoras LEAN enfocadas a la eliminación de pérdidas en la construcción. 373**

<b>1. Identificación de pérdidas en una obra.</b>	<b>373</b>
Identificación de Pérdidas en una Obra	373
Encuesta de Pérdidas	373



Análisis de Resultados y Selección de Oportunidades de Mejora	373
Planteamiento	374
Revisión de Impactos y Mejora Continua	374
Problema	374
Plan	374
Seguimiento	374
<b>2. Selección de una partida repetitiva en una obra que se quiere mejorar.</b>	<b>375</b>
<b>3. Involucración de mandos intermedios de la obra y supervisión de experto en Lean Construction.</b>	<b>376</b>
<b>4. Metodología de identificación de tipos y fuentes de pérdidas en el tajo.</b>	<b>377</b>
Taller Inicial de Capacitación	377
Procesamiento de Información	377
Levantamiento de Índices de Productividad en Terreno	377
Búsqueda de Causas de los Errores	377
Uso del Formato A3	377
<b>5. Caso Práctico: La implementación de mejoras LEAN enfocadas a la eliminación de pérdidas en la construcción. "Eficiencia en Obra: El Cambio en una Constructora"</b>	<b>378</b>
<b>6. Caso Práctico: Técnicas de Lean Construction en los procesos de gestión de una empresa constructora.</b>	<b>380</b>
<b>7. Caso Práctico: Uso de herramientas de Lean Construction en una constructora. "Constructora: Hacia una Eficiencia sin Precedentes"</b>	<b>382</b>
<b>Capítulo 42. Contratación de una consultora para que aplique el Lean Construction en un constructora tradicional.</b>	<b>384</b>
<b>1. Pasos previos a la contratación de una consultora especializada en Lean Construction</b>	<b>384</b>
Identificación de la Necesidad	384
Búsqueda y Selección de Consultoras	384
Evaluación de Experiencia y Credenciales	385
Entrevistas y Presentaciones	385
Evaluación de Propuestas	385
Selección de la Consultora	385
Elaboración de un Contrato	385
Ejecución del Proyecto	385
Medición y Evaluación Continua	386
Retroalimentación y Ajustes	386
<b>2. Funciones de una consultora especializada en Lean Construction.</b>	<b>386</b>
a. Objetivos	386
b. Fases de la Consultoría Lean Construction	386
1. Estudio del Proyecto de Obra	386
2. Diseño del Proyecto de Obra	387
3. Redes de Suministro de Materiales y Mano de Obra	387
4. Fase de Ejecución de la Obra	387
5. Cierre de Obra	387
<b>3. La misión del consultor Lean construction al auditar una constructora tradicional.</b>	<b>387</b>
a. Identificación de la "Gestión por Procesos"	388
b. Diseño del Mapa de Procesos	388
c. Tipos de Procesos	388
<b>4. Recomendaciones de valor bajo la metodología Lean en el sector de la construcción.</b>	<b>389</b>
a. Mejora de la calidad de la obra mediante el trabajo en equipo multidisciplinar	389
b. Mejora de las especificaciones en el proceso de ejecución de obra	389
c. Mejora de técnicas edificatorias	389
d. Informatizar las relaciones con proveedores y control de suministros de obra	389



e. Retrasos en las aprobaciones de proyectos de obra _____	390
f. Flujo de información entre los profesionales de la constructora _____	390
<b>5. Resultados prácticos que se esperan de una consultora de Lean Construction. ___</b>	<b>390</b>
Agregar valor a los proyectos de construcción _____	390
Reducción del tiempo de ejecución de los proyectos en un 20% _____	390
Reducción del coste final del proyecto en un 20% _____	390
Mejora de la gestión y los procesos de las constructoras _____	391
Fomento de una nueva forma de trabajo _____	391
<b>6. Ejemplo de errores habituales que detecta una consultora de Lean Construction. 391</b>	
<b>7. Caso Práctico: Contratación de una consultora para que aplique el Lean Construction en un constructora tradicional. "Reformando Constructora: Del Pasado al Futuro Lean" _____</b>	<b>394</b>
<b>8. Caso Práctico: Estrategias de una consultora Lean Construction en el asesoramiento a constructoras tradicionales. "Consultora: Transformando la Construcción Tradicional" _____</b>	<b>396</b>
1. Alineación de Valores y Objetivos - Una Mentalidad "Ganar-Ganar" _____	396
2. Implementación de la Herramienta "Last Planner" _____	396
3. Control Riguroso de Costes _____	396
4. Creación de Equipos Interdisciplinarios y Mejora del Proceso de Toma de Decisiones ___	396
5. Integración de BIM (Building Information Modeling) _____	397
<b>Capítulo 43. El coste objetivo (Target Costing) en la construcción. _____</b>	<b>398</b>
<b>1. ¿Qué es el Target Cost (coste objetivo) en la construcción? _____</b>	<b>398</b>
Definición del objetivo de costes _____	398
Descomposición del coste total _____	398
Comparación con costes estándar _____	399
Identificación de oportunidades de ahorro _____	399
Aplicación de la Reducción de Costes _____	399
Trabajo en equipo interdisciplinario _____	399
<b>2. Olvídate del coste-beneficio, sólo importa el valor. _____</b>	<b>400</b>
Centrarse en el Valor para el Cliente _____	400
Trabajo Colaborativo con Clientes _____	400
Eliminación del Desperdicio _____	400
Enfoque en la Cadena de Valor _____	400
Aplicación en el Diseño de Nuevos Productos _____	400
Conciencia de la Cadena de Valor _____	401
<b>3. El valor es lo que fija el precio. _____</b>	<b>401</b>
Comprender el Valor para el Cliente _____	401
Fijar un Precio Basado en el Valor _____	401
Calcular el Coste Permitido _____	401
Comparar el Coste Permitido con el Coste Actual _____	402
Encontrar Maneras de Reducir Costes _____	402
Mantener el Equilibrio entre Valor y Coste _____	402
<b>4. Plan de acción práctico. _____</b>	<b>402</b>
<b>5. Principios del Target Costing. _____</b>	<b>403</b>
a. Precio como referencia para la fijación de costes _____	403
b. Centrarse en los clientes _____	403
c. Enfoque en el diseño _____	403
d. Metodología de mejora multifuncional _____	403
e. Cadena de valor _____	403
f. Atención a los ciclos de vida involucrados _____	404
<b>6. Caso Práctico: El coste objetivo (Target Costing). Constructora: Enfocándose en el Coste Objetivo" _____</b>	<b>404</b>
<b>Capítulo 44. Principios del Target costing en la construcción. _____</b>	<b>406</b>



1. El Precio determina el coste de la obra.	406
2. Siempre hay algo más que ofrecer al cliente.	406
3. Enfoque en Diseño	407
4. Equipos interfuncionales.	407
5. La cadena de valor extendida a los proveedores.	407
6. Vigilancia continua del proyecto. Target Value Design (TVD)	408
7. Caso Práctico: Principios del Target costing en la construcción. "Construyendo con Precisión: El Viaje de una constructora hacia el Target Costing"	409
<b>Capítulo 45. El sistema integrado de proyectos: Integrated Project Delivery (IPD) en la construcción.</b>	<b>411</b>
1. ¿Qué es el sistema integrado de proyectos: Integrated Project Delivery (IPD) aplicado a la construcción?	411
2. Más allá del propietario, proyectista y constructor.	412
3. Caso Práctico: El sistema integrado de proyectos: Integrated Project Delivery (IPD) en la construcción. "Hacia una Construcción Integrada: La Evolución de una constructora con el IPD"	413
<b>Capítulo 46. Los principios del Integrated Project Delivery (IPD) adaptados a la construcción.</b>	<b>415</b>
1. Todos los agentes de la construcción forman un equipo.	415
2. Pensar en el beneficio del equipo.	415
3. Lo importante es el valor de la idea, no quien la formula.	416
4. Todos deciden.	416
5. Compartir los objetivos del proyecto de obra.	417
6. Planificación coordinada.	417
7. Comunicación libre entre los agentes de la edificación.	417
8. Tecnología BIM para que todos compartan los datos.	418
9. Liderazgo integrador.	418
10. Caso Práctico: Los principios del Integrated Project Delivery (IPD) adaptados a la construcción. "Construyendo Juntos: El Viaje de una constructora hacia el IPD"	419
<b>Capítulo 47. Miembros del equipo de obra del Integrated Project Delivery (IPD) adaptados a la construcción.</b>	<b>421</b>
1. El promotor	421
2. Proyectista.	422
3. Constructor.	422
4. Caso Práctico: Miembros del equipo de obra del Integrated Project Delivery (IPD) adaptados a la construcción. "Construyendo con Sinergia: Los Tres Pilares del IPD en una constructora"	423
<b>PARTE SEXTA</b>	<b>425</b>
Realismo a pie de obra. Last Planner (El último planificador).	425
<b>Capítulo 48. Sistema de último planificador SUP. Last Planner System.</b>	<b>425</b>
1. ¿Qué hace el Last Planner (El último planificador)? Replanifica con realismo a pie de obra.	425



Desglose de la planificación	425
Planificación intermedia	425
Planificación semanal	426
Gestión de la ejecución	426
Mejora continua	426
<b>2. Clases de planificación de obra.</b>	<b>427</b>
a. Planificación teórica o inicial	427
b. Planificación intermedia a pie de obra	427
c. Planificación semanal	427
<b>3. Revisión y supervisión.</b>	<b>428</b>
Revisión de restricciones	428
Eliminación de restricciones	428
Planificación semanal de calidad	428
Selección de actividades del ITE	428
Mejora continua (Kaizen)	429
Identificación de causas de incumplimiento	429
<b>4. Caso Práctico: Sistema de último planificador SUP. Last Planner System en la construcción. "Adaptando la Construcción con el Sistema de Último Planificador"</b>	<b>429</b>
<b>Capítulo 49. El Último Planificador es quien mejor conoce todo lo que pasa a pie de obra.</b>	<b>431</b>
1. El Último Planificador en fase de diseño de obra es el proyectista.	431
2. El Último Planificador en fase de ejecución es quien asigna los tajos de obra y coordina a los subcontratistas.	432
3. Caso Práctico: El Último Planificador es quien mejor conoce todo lo que pasa a pie de obra. "El Papel Del Último Planificador En La Evolución De Una Obra"	432
<b>Capítulo 50. Last planner system. El sistema del último planificador.</b>	<b>434</b>
1. Sólo sabe planificar un profesional con experiencia.	434
2. El planificador no solamente planifica, sino que controla la obra.	435
3. Planificación maestra (master schedule).	436
4. El sistema de Líneas de Balance [CPM (Método de la ruta crítica), PDM (Método de diagramas de precedencias), PERT (Técnica de programación, evaluación y revisión) y LDB (Método de líneas de balance)].	436
5. La programación por fases [Phase plan o Pull Plan (Pull Planning)]. VERCP	437
6. Caso Práctico: "Optimización de la Construcción mediante el Sistema de Líneas de Balance y otros Métodos"	438
PDM (Método de Diagramas de Precedencias)	439
PERT (Técnica de Programación, Evaluación y Revisión)	439
LDB (Método de Líneas de Balance)	439
7. Caso Práctico. "Innovando en la Construcción con la Programación por Fases"	440
Planificación "Pull" (de atrás hacia adelante)	440
Colaboración y Coordinación	440
Revisiones Constantes	441
Visualización	441
<b>Capítulo 51. Planificación de intervalo corto (Look Ahead Plan).</b>	<b>442</b>
1. ¿Qué es un look ahead plan (plan de previsión – mirar hacia adelante?)	442
a. Planificación a Corto Plazo	442
b. Planificación a Medio Plazo (Look Ahead Plan)	443
2. ¿Cuándo se actualiza el look ahead plan?	443
3. Supuestos de "look ahead plan" a medio plazo.	444



Ventana de Planificación a Medio Plazo _____	444
Flujo de Trabajo Predecible _____	444
Extracción de Restricciones _____	444
Actualización de Restricciones _____	445
Colaboración del Equipo _____	445
Enfoque en la Prevención de Problemas _____	445
Flexibilidad _____	445
<b>4. Inventario de trabajo ejecutable (ITE) _____</b>	<b>445</b>
<b>5. Diferencias con el programa trimestral del Project Management. _____</b>	<b>446</b>
<b>6. Ventanas de tiempo que se extraen del Pull Plan. _____</b>	<b>447</b>
<b>7. Caso Práctico: Planificación de intervalo corto (Look Ahead Plan). "Optimización de Proyectos con la Planificación de Intervalo Corto" _____</b>	<b>448</b>
<b>Capítulo 52. Análisis de las restricciones en el Lean Construction como parte de la ventana "look ahead". _____</b>	<b>450</b>
<b>1. El análisis de las restricciones descubre los "cuellos de botella" del cronograma. _____</b>	<b>450</b>
<b>2. Las restricciones de la obra. _____</b>	<b>451</b>
<b>3. Ejemplo de una identificación de restricciones. _____</b>	<b>453</b>
<b>4. Utilización de un indicador básico de control denominado Porcentaje del Plan Completado (PPC). _____</b>	<b>454</b>
Medición de Confiabilidad _____	454
Enfoque en la Ejecución _____	454
Detección Temprana de Problemas _____	454
Complemento a Indicadores Tradicionales _____	455
Mejora Continua _____	455
<b>5. Caso Práctico: Análisis de las restricciones en el Lean Construction como parte de la ventana "look ahead". "Desentrañando los Cuellos de Botella en el Cronograma de Obras" _____</b>	<b>455</b>
<b>6. Caso Práctico: Utilización de un indicador básico de control denominado Porcentaje del Plan Completado (PPC). "Optimizando el Progreso con el Porcentaje del Plan Completado (PPC)" _____</b>	<b>457</b>
<b>Capítulo 53. Causas de no cumplimiento (CNC). _____</b>	<b>459</b>
<b>1. Causas de no cumplimiento (CNC). _____</b>	<b>459</b>
<b>2. Remedios contra las causas de incumplimiento. Metodologías de planeamiento. Last Planner System. _____</b>	<b>459</b>
<b>3. Caso Práctico: Causas de no cumplimiento (CNC). "Las Causas de No Cumplimiento en Grandes Construcciones y su Solución" _____</b>	<b>461</b>
<b>Capítulo 54. Referenciar permanentemente los procesos con las obras de la competencia (Benchmarking). _____</b>	<b>463</b>
<b>1. El benchmarking o comparativa de los indicadores de productividad con las obras de la competencia. _____</b>	<b>463</b>
<b>2. Fases del Benchmarking en el Lean Construction. _____</b>	<b>464</b>
<b>3. La medición de los indicadores. _____</b>	<b>465</b>
<b>4. Caso Práctico: Referenciar permanentemente los procesos con las obras de la competencia (Benchmarking). "El Poder del Benchmarking en Mega Proyectos de Construcción" _____</b>	<b>467</b>
<b>Capítulo 55. 4D. Una mezcla de simulación con planificación de la obra. _____</b>	<b>469</b>
<b>1. Sistema 4D y sistema de línea de balance para la planificación. _____</b>	<b>469</b>



Sistema 4D (4D CAD)	469
Sistema de Línea de Balance	470
<b>2. Simulación de obra con modelo 4D CAD.</b>	<b>471</b>
Importancia de la Visualización en el Diseño	471
Beneficios de la Visualización para los Operarios	471
Creación de Modelos 4D CAD	471
Desafíos en la Aplicación del Flujo Continuo	471
<b>PARTE SÉPTIMA</b>	<b>473</b>
<b>BIM Lean construction.</b>	<b>473</b>
<b>Capítulo 56. BIM (modelado de información de construcción).</b>	<b>473</b>
<b>1. ¿Qué significa BIM? 'Building Information Modelling' (modelado de información de la edificación).</b>	<b>473</b>
<b>2. Ventajas del BIM.</b>	<b>474</b>
<b>Capítulo 57. BIM y Lean Construction están estrechamente vinculados.</b>	<b>476</b>
<b>1. Lean Construction Management y Bim son parte de la estrategia corporativa.</b>	<b>476</b>
BIM (Building Information Modeling)	476
Lean Construction Management	477
<b>2. "BIM for Lean Construction".</b>	<b>477</b>
<b>3. BIM y Lean Construction están estrechamente vinculados</b>	<b>478</b>
<b>Capítulo 58. BIM Lean construction. El BIM a pie de obra.</b>	<b>480</b>
<b>1. Gestión de la producción integrando el BIM con el Lean Construction.</b>	<b>480</b>
BIM aplicado al Lean Construction	480
BIM "in situ" y gestión de cambios en tiempo real	480
BIM interoperabilidad con fabricantes e industriales	480
BIM para instrucciones y organización de tareas	481
BIM en estudios de seguridad y salud	481
<b>2. Construcción Lean + BIM: IPD (Integrated Project Delivery).</b>	<b>481</b>
<b>3. Caso Práctico: BIM Lean construction. El BIM a pie de obra. "La Sinergia del BIM y Lean Construction en una constructora"</b>	<b>482</b>
<b>Capítulo 59. Potencialidades de las tecnologías BIM en relación con el Lean Construction</b>	<b>485</b>
<b>1. Lean Design propone la inclusión de Tecnologías de la Información, a través de modelos 3D (BIM).</b>	<b>485</b>
<b>2. Para Lean, un modelo 3D es una herramienta de soporte para el diseño simultáneo del producto y del proceso constructivo.</b>	<b>486</b>
<b>3. Los modelos BIM en 3D pueden ser elevados a una cuarta dimensión con la incorporación de la variable del tiempo (cronogramas).</b>	<b>486</b>
<b>4. BIM durante la etapa de construcción involucra la incorporación de la herramienta en los análisis de Look Ahead y del Último Planificador.</b>	<b>487</b>
a. Planificación del Layout en distintos escenarios	487
b. Comunicación con el Último Planificador	487
c. Cuantificaciones directas y costes	488
d. Logística y proveedores	488
e. Aplicación de modelos 3D en la etapa de diseño	488
f. Aplicación del 4D	488
<b>5. Caso Práctico: Potencialidades de las tecnologías BIM en relación con el Lean Construction "El Futuro Digital de la Construcción: BIM y Lean Construction"</b>	<b>489</b>
1. Tecnología y Diseño en Armonía	489



2. Diseño Simultáneo	489
3. Más allá del 3D	489
4. BIM en la Etapa de Construcción	489
A. Planificación del Layout en Distintos Escenarios	489
B. Comunicación con el Último Planificador	490
C. Cuantificaciones Directas y Costes	490
D. Logística y Proveedores	490
E. Aplicación de Modelos 3D en Diseño	490
F. Introducción del 4D	490
<b>6. Caso Práctico: Construcción Lean y BIM forman el IPD (Integrated Project Delivery). "La Revolución Constructiva: Lean Construction, BIM e IPD"</b>	<b>490</b>
<b>7. Caso Práctico: Data Mining en la construcción. Almacenar datos de obras anteriores. "La Revolución de Datos en ConstruBuild"</b>	<b>492</b>
1. Descubriendo el Poder de los Datos	492
2. Inteligencia Artificial y Análisis Estadístico en la Construcción	492
3. Explorando Asociaciones y Secuencias	492
4. Identificando Clústeres de Proyectos	492
5. Beneficios de la Minería de Datos en la Construcción	493
<b>PARTE OCTAVA</b>	<b>494</b>
<b>6 Sigma. La filosofía de la calidad llega a la construcción.</b>	<b>494</b>
<b>Capítulo 60. 6 Sigma. La filosofía de la calidad en la construcción.</b>	<b>494</b>
1. ¿Qué es 6 Sigma?	494
2. Origen del 6 Sigma.	495
3. Principios del 6 Sigma.	496
Orientación a la satisfacción del cliente	496
Medición de datos y hechos	496
Mejora de procesos	496
Trabajo proactivo	497
Trabajo en equipo	497
Derribar límites al trabajo en equipo	497
Búsqueda de la perfección	497
4. Caso Práctico: 6 Sigma. La filosofía de la calidad en la construcción. "Constructora y su Aventura con 6 Sigma"	497
<b>Capítulo 61. Fases de 6 Sigma. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC).</b>	<b>500</b>
1. Definir (Define)	500
2. Medir (Measure)	501
3. Analizar (Analyze)	501
4. Mejorar (Improve)	501
5. Controlar (Control)	502
6. Fases alternativas al sistema tradicional de 6 Sigma.	502
<b>Capítulo 62. 6 Sigma. Recursos y Herramientas Estadísticas de todo proceso de producción.</b>	<b>504</b>
1. Recursos Humanos y Económicos.	504
2. Herramienta de 6 Sigma.	505
a. Líder de Seis Sigma	505
b. Champions (Responsables de Seis Sigma)	506
c. Máster Black Belts (Máster Cinturón Negro)	506
d. Black Belts (Cinturones Negros)	506



e. Green Belts (Cinturones Verdes)	506
f. Yellow Belts (Cinturones Amarillos)	507

**3. Herramienta de recursos económicos. 507**

**4. Herramientas estadísticas. 508**

**5. Caso Práctico: Recursos y Herramientas Estadísticas de todo proceso de producción. "Constructora y su Viaje con 6 Sigma" 510**

**6. Caso Práctico: Aplicación del 6 Sigma en el sector de la construcción. "Constructora y su Transformación con 6 Sigma" 511**

1. Implementación de 6 Sigma	511
2. Agentes Involucrados	512
3. Procesos de la Construcción	512

**Capítulo 63. Lean 6 Sigma Construction. Relación de la filosofía "LEAN" con el 6 Sigma en relación a la Construcción. 514**

**1. Lean 6 Sigma Construction. 514**

Eliminación de Desperdicios	514
Flujo Continuo	514
Sistema Pull	515
Nivelación de la Carga de Trabajo	515
Cultura de Detener y Solucionar Problemas	515
Estandarización de Tareas	515
Control Visual	515
Respeto por los Trabajadores y Colaboración con Proveedores	515
Enfoque en el Valor del Cliente	515
Mejora Continua	516

**2. Lean 6 Sigma Construction. Reducir la variación y mejora del proceso. 516**

Reducción de la Variación y Mejora del Proceso	516
Herramientas Combinadas	516
Enfoque en la Eliminación de Desperdicio	516
Mejora Continua	517
Roles de Liderazgo	517
Enfoque en la Satisfacción del Cliente	517
Enfrentar Dificultades en la Construcción	517
Identificación de Causas Fundamentales	517

**Capítulo 64. Aplicación del 6 Sigma en el sector de la construcción. 518**

**1. La implementación del 6 Sigma en el estudio de los procesos y los agentes que intervienen en la construcción para la eliminación de errores. 518**

**2. Agentes de la edificación que deben aplicar el sistema 6 Sigma. 520**

Dirección de la constructora	520
Jefe de Obra	520
Departamentos de la empresa constructora	520
Responsables de Unidades de Obra y Producción	521
Ejecución o Mano de Obra	521

**3. Procesos de la Construcción. 521**

La Planificación	521
La Contratación y Subcontratación	522
La Ejecución de la Obra	522
El Control de Ejecución de la Obra	522
La Gestión de la Obra	522

**Capítulo 65. 6 Sigma y Lean Construction son herramientas poderosas para la nueva construcción. 524**

**1. Lean Construction (eliminación del trabajo innecesario) y 6 Sigma (Six Sigma) reducir la variabilidad. 524**



Eliminación de Desperdicio (Lean Construction) _____	524
Reducción de Variabilidad (Six Sigma) _____	524
Mejora Continua _____	525
Planificación de la Producción _____	525
Medición del Rendimiento _____	525
<b>2. El método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar (improve) y Controlar) propuesto en el 6 Sigma y el Sistema Planner. _____</b>	<b>526</b>
<b>3. Último planificador (Last Planner) y metodología 6 Sigma (DMAIC). Porcentaje de medición completo (PPC) _____</b>	<b>527</b>
Definición del Problema y Objetivos _____	527
Medición (Measure) _____	527
Análisis (Analyse) _____	528
Mejora (Improve) _____	528
Control (Control) _____	528
<b>4. Caso Práctico: 6 Sigma y Lean Construction son herramientas poderosas para la nueva construcción. "Constructora y su Transformación Lean-6 Sigma" _____</b>	<b>529</b>
<b>PARTE NOVENA _____</b>	<b>531</b>
<b>Casos prácticos del 'LEAN BIM CONSTRUCTION y LEAN 6 SIGMA. Construcción sin pérdidas y con calidad. _____</b>	<b>531</b>
<b>Capítulo 66. Casos prácticos del 'LEAN BIM CONSTRUCTION y LEAN 6 SIGMA. Construcción sin pérdidas y con calidad. _____</b>	<b>531</b>
<b>Caso Práctico 1: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Inicio de la Transformación Digital _____</b>	<b>531</b>
Contexto _____	531
Causa del problema _____	531
Soluciones propuestas _____	532
Consecuencias previstas _____	532
Resultados de las medidas adoptadas _____	532
Lecciones aprendidas _____	532
<b>Caso Práctico 2: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Optimización de Recursos en Grandes Proyectos _____</b>	<b>533</b>
Causa del problema _____	533
Soluciones propuestas _____	533
Consecuencias previstas _____	533
Resultados de las medidas adoptadas _____	533
Lecciones aprendidas _____	534
<b>Caso Práctico 3: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Actualización de Infraestructura en Un Hospital _____</b>	<b>535</b>
Causa del problema _____	535
Soluciones propuestas _____	535
Consecuencias previstas _____	535
Resultados de las medidas adoptadas _____	536
Lecciones aprendidas _____	536
<b>Caso Práctico 4: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Proyecto de Urbanización de un Barrio Antiguo _____</b>	<b>537</b>
Causa del problema _____	537
Soluciones propuestas _____	537
Consecuencias previstas _____	537
Resultados de las medidas adoptadas _____	538
Lecciones aprendidas _____	538
<b>Caso Práctico 5: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un Hospital Avanzado _____</b>	<b>539</b>
Causa del problema _____	539



Soluciones propuestas	539
Consecuencias previstas	539
Resultados de las medidas adoptadas	540
Lecciones aprendidas	540

<b>Caso Práctico 6: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de una Antigua Estación Ferroviaria</b>	<b>541</b>
Causa del problema	541
Soluciones propuestas	541
Consecuencias previstas	541
Resultados de las medidas adoptadas	541
Lecciones aprendidas	542

<b>Caso Práctico 7: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Creación de un complejo residencial ecológico</b>	<b>543</b>
Causa del problema	543
Soluciones propuestas	543
Consecuencias previstas	543
Resultados de las medidas adoptadas	543
Lecciones aprendidas	544

<b>Caso Práctico 8: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Rehabilitación de un edificio histórico</b>	<b>545</b>
Causa del problema	545
Soluciones propuestas	545
Consecuencias previstas	545
Resultados de las medidas adoptadas	545
Lecciones aprendidas	546

<b>Caso Práctico 9: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un complejo residencial ecológico</b>	<b>547</b>
Causa del problema	547
Soluciones propuestas	547
Consecuencias previstas	547
Resultados de las medidas adoptadas	547
Lecciones aprendidas	548

<b>Caso Práctico 10: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de un hospital histórico</b>	<b>549</b>
Causa del problema	549
Soluciones propuestas	549
Consecuencias previstas	549
Resultados de las medidas adoptadas	549
Lecciones aprendidas	550

<b>Caso Práctico 11: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un complejo residencial ecológico</b>	<b>551</b>
Causa del problema	551
Soluciones propuestas	551
Consecuencias previstas	551
Resultados de las medidas adoptadas	551
Lecciones aprendidas	552

<b>Caso Práctico 12: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de un histórico edificio del siglo XIX</b>	<b>553</b>
Causa del problema	553
Soluciones propuestas	553
Consecuencias previstas	553
Resultados de las medidas adoptadas	553
Lecciones aprendidas	554

<b>Caso Práctico 13: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Desafíos en la construcción de un hospital de alta tecnología</b>	<b>555</b>
---	------------



Causa del problema	555
Soluciones propuestas	555
Consecuencias previstas	555
Resultados de las medidas adoptadas	555
Lecciones aprendidas	556

**Caso Práctico 14: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Restauración de un monumento histórico** **557**

Causa del problema	557
Soluciones propuestas	557
Consecuencias previstas	557
Resultados de las medidas adoptadas	557
Lecciones aprendidas	558

**Caso Práctico 15: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Modernización de infraestructura hospitalaria** **559**

Contexto	559
Causa del problema	559
Soluciones propuestas	559
Consecuencias previstas	559
Resultados de las medidas adoptadas	559
Lecciones aprendidas	560

**Caso Práctico 16: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un complejo residencial de alta eficiencia** **561**

Causa del problema	561
Soluciones propuestas	561
Consecuencias previstas	561
Resultados de las medidas adoptadas	561
Lecciones aprendidas	562

**Caso Práctico 17: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de un edificio histórico** **563**

Causa del problema	563
Soluciones propuestas	563
Consecuencias previstas	563
Resultados de las medidas adoptadas	563
Lecciones aprendidas	564

**Caso Práctico 18: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un hospital ecológico** **565**

Causa del problema	565
Soluciones propuestas	565
Consecuencias previstas	565
Resultados de las medidas adoptadas	565
Lecciones aprendidas	566

**Caso Práctico 19: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Optimización de la rehabilitación de un edificio histórico** **567**

Contexto	567
Causa del problema	567
Soluciones propuestas	567
Consecuencias previstas	567
Resultados de las medidas adoptadas	568
Lecciones aprendidas	568

**Caso Práctico 20: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Optimización en la construcción de un puente peatonal** **569**

Causa del problema	569
Soluciones propuestas	569
Consecuencias previstas	569
Resultados de las medidas adoptadas	569
Lecciones aprendidas	570



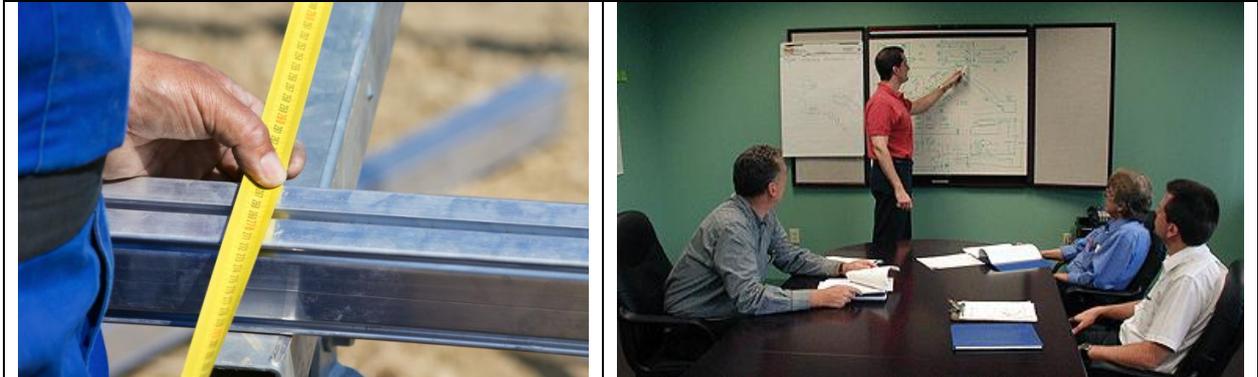
<b>Caso Práctico 21: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de una estación de tren histórica</b>	<b>571</b>
Causa del problema	571
Soluciones propuestas	571
Consecuencias previstas	571
Resultados de las medidas adoptadas	571
Lecciones aprendidas	572
<b>Caso Práctico 22: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un complejo de oficinas eco-amigables</b>	<b>573</b>
Causa del problema	573
Soluciones propuestas	573
Consecuencias previstas	573
Resultados de las medidas adoptadas	573
Lecciones aprendidas	574
<b>Caso Práctico 23: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de un hospital histórico</b>	<b>575</b>
Contexto	575
Causa del problema	575
Soluciones propuestas	575
Consecuencias previstas	575
Resultados de las medidas adoptadas	575
Lecciones aprendidas	576
<b>Caso Práctico 24: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Construcción de un complejo residencial ecológico</b>	<b>577</b>
Causa del problema	577
Soluciones propuestas	577
Consecuencias previstas	577
Resultados de las medidas adoptadas	577
Lecciones aprendidas	578
<b>Caso Práctico 25: LEAN BIM CONSTRUCTION Y LEAN 6 SIGMA - Renovación de un Hospital Histórico</b>	<b>579</b>
Causa del problema	579
Soluciones propuestas	579
Consecuencias previstas	579
Resultados de las medidas adoptadas	579
Lecciones aprendidas	580

## ¿QUÉ APRENDERÁ?



- Fundamentos y principios básicos de LEAN BIM CONSTRUCTION.
- Técnicas avanzadas de modelado de construcción utilizando BIM.
- Cómo aplicar Lean 6 Sigma en la gestión de proyectos de construcción.
- Estrategias para minimizar residuos y maximizar la eficiencia en la construcción.
- Herramientas y software recomendados para la implementación de LEAN BIM.
- Métodos para integrar equipos multidisciplinares en un proyecto LEAN BIM.
- Procedimientos para la mejora continua en la construcción utilizando 6 Sigma.
- Casos de estudio y ejemplos prácticos de proyectos exitosos con LEAN BIM y 6 Sigma.
- Técnicas para la optimización de costes y tiempos en proyectos de construcción.
- Estrategias para enfrentar y superar desafíos comunes en la implementación de LEAN BIM.
- Pasos para la certificación en LEAN BIM CONSTRUCTION y LEAN 6 SIGMA.
- Tendencias futuras y evolución de LEAN BIM y 6 Sigma en el sector de la construcción.

## Introducción



La peor pesadilla para cualquier Project Manager es que su proyecto se convierta en un pozo sin fondo que consuma un tiempo infinito y mucho dinero.

La industria de la construcción se enfrenta a nuevas amenazas y desafíos relacionados con la entrega eficiente de proyectos. En consecuencia, todas las empresas de la construcción están buscando una varita mágica que pueda transformar la previsibilidad y la estabilidad de su proyecto. La solución solo se puede encontrar determinando la causa raíz de la situación.

**Los problemas asociados con la construcción se pueden clasificar en dos categorías fundamentales:**

**1. Problemas con la representación del producto (es decir, qué se debe construir).**

**2. Problemas con el proceso de construcción (es decir, cómo se supone que debemos hacerlo)**

Para mejorar la eficiencia del proceso general de construcción, tanto el proceso de obra como la representación gráfica de la construcción deben ser eficientes tanto aisladamente como al integrarlos.

Las herramientas de representación de productos basadas en 2D han demostrado ser muy ineficientes para la comunicación visual efectiva entre los participantes del proyecto. Aunque usamos miles de hojas para transmitir el diseño y la información relevante, nuestros esfuerzos no se están traduciendo racionalmente para alcanzar una entrega de obra sin problemas.

Además, generalmente se sigue el antiguo sistema de entradas (horas empleadas y materiales) y salidas (tajo de obra realizada), pero olvidamos el flujo de recursos o valor para el cliente (es decir, completar el proyecto con todos los medios que sean necesarios para mejorar la obra).



Estos procesos tradicionales se siguen ampliamente en la construcción debido a que en los despachos, lejos de la obra, se hace una programación idealizada de plazos que ignora los aspectos de evolución y valor de la obra. Una obra es mucho más que una hoja de cálculo. No es algo muerto, la obra está viva y es cambiante.

Toyota encontró soluciones a muchos de estos problemas y revolucionó el sistema de Project Management con el sistema de producción de Toyota. Los académicos que lo hicieron popular lo llamaron el "sistema de gestión de producción lean", que ofrece una forma efectiva de resolver los problemas relacionados con el proceso, ya que se basa en la teoría mejorada "TFV" (Transformación, flujo y valor en el sistema de producción). Al agregar un flujo estipulado y un valor en el proceso, la producción se vuelve más táctica, predecible y confiable. Sin embargo, solo resuelve un problema parcial, es decir, los problemas relacionados con el proceso.

El BIM, a través de un modelo de producto mejorado, resuelve muchos de los problemas asociados con las herramientas CAD 2D. El BIM también ofrece una solución para superar muchos problemas relacionados con los procesos, ya que proporciona un modelo de producto inteligente que reside en una plataforma visual.

La eficiencia del proceso de planificación y control de la producción en la construcción depende significativamente de la confiabilidad y disponibilidad a tiempo de la información de recursos.

Incluso en el sistema Last Planner (conocido por la confiabilidad de la planificación de la producción en la construcción), el control de la producción exige que no se inicie una tarea de construcción a menos que los siete requisitos previos de recursos estén en condiciones satisfactorias. De lo contrario, se perderá tiempo y otros recursos. Sin embargo, esta información no está fácilmente disponible debido a la falta de integración de sistemas que prevalece en la industria de la construcción.

Para resolver algunos de estos problemas, se ha integrado el modelo de información de BIM al modelo de proceso de lean (a través del Last Planner), el resultado es un modelo de proceso colaborativo y procesable para el proyecto de construcción. El sistema admite la coproducción colaborativa del plan en función de las dependencias de operación y recursos.

A pesar de que hay desafíos por delante, la industria ciertamente está avanzando en la adopción de ambas iniciativas: Lean Construction y BIM. Es solo una cuestión de tiempo que Lean se acepte como un sistema estándar del Project Management en la construcción. Por otro lado, BIM también está reemplazando rápidamente las tecnologías de CAD.

El resultado es que Lean Construction y BIM resultan ser la clave para un sistema de gestión de obra eficiente.

## PRELIMINAR

*El Lean Bim Construction en 14 preguntas y respuestas.*



### 1. ¿Qué es el Lean Construction y por qué debería importarle?

a. La construcción es una industria única y cada proyecto es diferente al anterior.