

## Tabla de contenidos

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUM</b> .....	<b>9</b>
<b>Tabla de contenidos</b> .....	<b>11</b>
<b>Tabla de figuras</b> .....	<b>17</b>
<b>Tabla de tablas</b> .....	<b>21</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>1.1 Preguntas de investigación</b> .....	<b>26</b>
<b>1.2 Metodología</b> .....	<b>27</b>
<b>1.3 Estructura del documento</b> .....	<b>28</b>
<b>2 CONTEXTO Y REALIDAD INDUSTRIAL DE LOS SISTEMAS DE SUMINISTRO A LÍNEAS DE MONTAJE</b> .....	<b>31</b>
<b>2.1 Introducción</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2 Evolución y tendencias en la oferta y demanda de automóviles</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3 El movimiento de materiales para el aprovisionamiento a líneas de montaje</b> .....	<b>35</b>
<b>2.4 Clasificación de las políticas de suministro</b> .....	<b>39</b>
<b>2.5 Políticas de suministro de material en planta</b> .....	<b>41</b>
2.5.1 Política de almacenamiento en línea.....	42
2.5.2 Política kanban .....	44
2.5.3 Política <i>kitting</i> .....	45
2.5.4 Política de piezas secuenciadas .....	46
2.5.5 Políticas híbridas y otras consideraciones .....	47
<b>2.6 Discusión del estado del arte de suministro en el automóvil</b> .....	<b>50</b>
<b>2.7 Conclusión</b> .....	<b>54</b>
<b>3 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA SOBRE LOS SISTEMAS DE APROVISIONAMIENTO A LÍNEAS DE MONTAJE</b> .....	<b>57</b>
<b>3.1 Introducción</b> .....	<b>57</b>
<b>3.2 Metodología de búsqueda</b> .....	<b>58</b>

<b>3.3</b>	<b>Propuesta de clasificación de los artículos revisados.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4</b>	<b>Diseño del suministro (DM) .....</b>	<b>63</b>
<b>3.5</b>	<b>Recepción de material (RP).....</b>	<b>67</b>
<b>3.6</b>	<b>Almacenamiento (ST) .....</b>	<b>68</b>
<b>3.7</b>	<b>Secuenciado (SC) .....</b>	<b>70</b>
<b>3.8</b>	<b>Determinación de políticas de suministro (SP) .....</b>	<b>75</b>
<b>3.9</b>	<b>Envíos a línea (DL) .....</b>	<b>81</b>
<b>3.10</b>	<b>Presentación junto a la línea (LP) .....</b>	<b>93</b>
<b>3.11</b>	<b>Discusión de los resultados de la revisión .....</b>	<b>94</b>
<b>3.12</b>	<b>Conclusión .....</b>	<b>104</b>
<b>4</b>	<b><i>REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL TRÁFICO Y SEGURIDAD EN PLANTA .....</i></b>	<b><i>107</i></b>
<b>4.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>107</b>
<b>4.2</b>	<b>Metodología de búsqueda.....</b>	<b>108</b>
<b>4.3</b>	<b>Revisión de la literatura sobre la congestión y el tráfico en planta .....</b>	<b>109</b>
<b>4.4</b>	<b>Revisión de la literatura sobre la seguridad en entornos de producción</b>	
	<b>118</b>	
4.4.1	Mejorar la disposición del entorno de trabajo .....	118
4.4.2	Mejorar el estado de los elementos de mantenimiento.....	119
4.4.3	Mejorar el nivel formativo de los trabajadores.....	120
4.4.4	Mejorar el estado del entorno de trabajo .....	121
4.4.5	Discusión de los resultados .....	122
<b>4.5</b>	<b>Revisión de la literatura sobre herramientas de simulación para la</b>	
	<b>evaluación cuantitativa de la eficiencia y el tráfico en planta .....</b>	<b>125</b>
4.5.1	Enfoques de simulación por eventos discretos .....	125
4.5.2	Enfoques híbridos de simulación y optimización .....	128
<b>4.6</b>	<b>Discusión de las necesidades para la evaluación del tráfico y seguridad de</b>	
	<b>sistemas de suministro .....</b>	<b>131</b>
<b>4.7</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>133</b>
<b>5</b>	<b><i>METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD Y EL TRÁFICO DE LA LOGÍSTICA</i></b>	
	<b><i>INTERNA.....</i></b>	<b><i>135</i></b>
<b>5.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>135</b>

<b>5.2</b>	<b>Propuesta de herramientas y medibles de evaluación cuantitativa de la seguridad.....</b>	<b>135</b>
<b>5.3</b>	<b>Propuesta de herramientas de evaluación cualitativa de la seguridad</b>	<b>139</b>
<b>5.4</b>	<b>Propuesta de metodología de evaluación de la seguridad y el tráfico de la logística interna .....</b>	<b>142</b>
5.4.1	Fase 1: Preliminar .....	144
5.4.2	Fase 2: Diseño.....	145
5.4.3	Fase 3: Estimación cuantitativa .....	146
5.4.4	Fase 4: Estimación cualitativa.....	148
5.4.5	Fase 5: Evaluación .....	148
5.4.6	Fase 6: Discusión de los resultados .....	150
<b>5.5</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>151</b>
<b>6</b>	<b>CASO DE ESTUDIO 1.....</b>	<b>155</b>
<b>6.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>155</b>
<b>6.2</b>	<b>Descripción del caso de estudio .....</b>	<b>156</b>
<b>6.3</b>	<b>Propuesta de mejora al caso de estudio .....</b>	<b>157</b>
<b>6.4</b>	<b>Modelado del problema .....</b>	<b>159</b>
<b>6.5</b>	<b>Modelo programación matemática .....</b>	<b>161</b>
<b>6.6</b>	<b>Aplicación numérica .....</b>	<b>166</b>
<b>6.7</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>169</b>
<b>6.8</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>172</b>
<b>7</b>	<b>CASO DE ESTUDIO 2.....</b>	<b>175</b>
<b>7.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>175</b>
<b>7.2</b>	<b>Descripción de la situación actual del suministro de material a una planta de montaje multimodelo .....</b>	<b>175</b>
<b>7.3</b>	<b>Fase 1: preliminar.....</b>	<b>180</b>
7.3.1	Identificación del problema y del objetivo .....	180
7.3.2	Recogida de datos .....	180
7.3.3	Identificación de los flujos y cuantificación estática de estos .....	180
<b>7.4</b>	<b>Fase 3: Estimación cuantitativa.....</b>	<b>181</b>
7.4.1	Modelar alternativa/as en software de simulación por eventos discretos .....	181
7.4.2	Definir medibles del tráfico necesarios .....	183
7.4.3	Identificar zonas a evaluar .....	184
7.4.4	Incluir elementos <i>andon</i> en el modelo y realizar la experimentación .....	184

<b>7.5</b>	<b>Fase 4: Estimación cualitativa .....</b>	<b>185</b>
7.5.1	Recorrer la planta, Seleccionar zonas de muestra y Recoger datos de las zonas de muestra	185
7.5.2	Aplicar el cuestionario de la herramienta de auditoria .....	186
<b>7.6</b>	<b>Fase 5: Evaluación .....</b>	<b>186</b>
7.6.1	Evaluar los resultados de la estimación cuantitativa.....	186
7.6.2	Evaluar resultados de la estimación cualitativa.....	191
7.6.3	Identificar y documentar puntos críticos.....	191
<b>7.7</b>	<b>Fase 6: Discusión de los resultados y propuestas de mejora futuras....</b>	<b>195</b>
7.7.1	Proponer mejoras a la alternativa final para tratar de reducir el tráfico y aumentar la seguridad	195
<b>7.8</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>196</b>
<b>8</b>	<b>CASO DE ESTUDIO 3.....</b>	<b>199</b>
<b>8.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>199</b>
<b>8.2</b>	<b>Descripción del caso de estudio .....</b>	<b>200</b>
<b>8.3</b>	<b>Fase 1: Preliminar.....</b>	<b>204</b>
8.3.1	Identificación del problema y del objetivo .....	204
8.3.2	Recogida de datos .....	204
8.3.3	Identificación de los flujos y cuantificación estática de estos .....	205
<b>8.4</b>	<b>Fase 2: Diseño .....</b>	<b>206</b>
8.4.1	Diseño preliminar .....	206
8.4.2	Modelado del problema .....	211
8.4.3	Modelo de optimización.....	213
8.4.3.1	Ordenación y asignación de las células en columnas .....	213
8.4.3.2	Mejora local de la asignación.....	215
<b>8.5</b>	<b>Fase 3: Estimación cuantitativa.....</b>	<b>217</b>
8.5.1	Modelar alternativa/as en software de simulación por eventos discretos. ....	217
8.5.2	Definir medibles del tráfico necesarios e Identificar zonas a evaluar .....	218
8.5.3	Incluir elementos <i>andon</i> en el modelo y realizar la experimentación .....	219
<b>8.6</b>	<b>Fase 4: Estimación cualitativa .....</b>	<b>220</b>
8.6.1	Recorrer la planta, seleccionar y recoger datos de las zonas de muestra.....	220
8.6.2	Aplicar el cuestionario de la herramienta de auditoria .....	220
<b>8.7</b>	<b>Fase 5: Evaluación .....</b>	<b>220</b>
8.7.1	Evaluar los resultados de la estimación cuantitativa.....	220
8.7.2	Evaluar resultados de la estimación cualitativa.....	223
8.7.3	Identificar y documentar puntos críticos.....	224
<b>8.8</b>	<b>Fase 6: Discusión de los resultados .....</b>	<b>233</b>
8.8.1	Comparar alternativas y validar diseño .....	233
8.8.2	Proponer mejoras a la alternativa final para tratar de reducir el tráfico y aumentar la seguridad	234

8.8.3	Plantear una posible monitorización del entorno después de una implantación.....	238
<b>8.9</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>238</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>242</b>
<b>10</b>	<b>PUBLICACIONES FRUTO DE ESTA TESIS.....</b>	<b>250</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>252</b>
<b>11.1</b>	<b>Capítulo 5: Simulación en 4 capas.....</b>	<b>252</b>
11.1.1	Enfoque de simulación en 4 capas.....	252
11.1.2	Arquitectura de simulación en 4 capas.....	254
<b>11.2</b>	<b>Capítulo 5: Herramienta de auditoría.....</b>	<b>257</b>
11.2.1	Entorno de trabajo.....	257
11.2.2	Tareas de trabajo, equipos y políticas.....	266
11.2.3	Seguridad del personal de trabajo.....	270
11.2.4	Elementos de mantenimiento.....	272
<b>11.3</b>	<b>Capítulo 7: caso de estudio.....</b>	<b>274</b>
11.3.1	Entorno de trabajo.....	274
11.3.2	Tareas de trabajo, equipos y políticas.....	281
11.3.3	Seguridad del personal de trabajo.....	283
11.3.4	Elementos de mantenimiento.....	285
<b>11.4</b>	<b>Capítulo 8: caso de estudio.....</b>	<b>287</b>
11.4.1	Entorno de trabajo.....	287
11.4.2	Tareas de trabajo, equipos y políticas.....	293
11.4.3	Seguridad del personal de trabajo.....	296
11.4.4	Elementos de mantenimiento.....	297
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>300</b>