

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS Y ANÁLISIS DE
LAS MEJORES PRÁCTICAS DEL PROCESO PARA LA EMPRESA COMERTEX S.A**

**ANA MILENA PÁEZ GARZÓN
JULIETH KATERINE PINEDA REINA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2012**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS Y ANÁLISIS DE
LAS MEJORES PRÁCTICAS DEL PROCESO PARA LA EMPRESA COMERTEX S.A**

**ANA MILENA PÁEZ GARZÓN
JULIETH KATERINE PINEDA REINA**

**Proyecto presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERA INDUSTRIAL**

**Director:
CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHORQUEZ
Ingeniero Industrial y Msc. en Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A los profesores por brindarnos
su acompañamiento y orientación durante este proceso.

Al señor Rogelio Botero Machado por su apoyo. Al Ingeniero Oscar Lizarazo
por su tiempo, paciencia y amabilidad en la orientación durante todo el proyecto.
A Julián Cadena por su constante acompañamiento, guía
y colaboración, y en general a toda
la familia Comertex S.A.

Ana y Julieth

DEDICATORIA

A mis padres y hermano por su constante compañía y apoyo,
a mi familia por estar presente y a mis amigos que
hicieron esta etapa de mi vida inolvidable.

Ana Milena

A mi mami por su apoyo incondicional, mi papá, mis hermanos
y todas las personas que estuvieron conmigo, que me
apoyaron para que esto fuera posible.

Julieth Pineda

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	28
1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	35
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
1.2. ENTIDADES INTERESADAS	38
1.3. OBJETIVOS	39
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	39
1.5. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	41
2. REVISIÓN DE LITERATURA	43
2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALISTAMIENTO	49
2.2. Alistamiento de pedidos, caso Comertex S.A.	70
2.3. Desarrollo metodológico	72
3. IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES EN EL TIEMPO DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS	74
3.1. Generalidades del estudio realizado	75
3.2. Desarrollo del estudio	79
3.3. Elaboración de los formatos	81
3.4. Tamaño de la muestra	82
3.5. Análisis de datos: Gráficos de control.	83
3.6. Resultados del estudio: Distribución del tiempo de los alistadores en el proceso.	87

4. BUENAS PRÁCTICAS QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS	94
4.1. Buenas Prácticas ajustadas para la operación de Comertex S.A.....	104
5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE RUTEO Y ALISTAMIENTO DE PEDIDOS.	114
5.1. Diseño de modelo conceptual y recolección de datos.....	116
5.2. Desarrollo de la simulación.....	130
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SIMULACIÓN.	134
6.1. Análisis estadístico del tiempo promedio de alistamiento por pedido.....	134
6.2. Análisis estadístico de las distancias promedio recorridas.....	136
6.3. Análisis estadísticos de los factores de utilización de los recursos	137
RECOMENDACIONES	139
CONCLUSIONES.....	142
BIBLIOGRAFÍA	144
ANEXOS	149

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Infraestructura de Comertex S.A.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2. Segmentación de clientes Comertex S.A</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3. Grupos de tareas o cargos en el proceso de alistamiento para cada UEN manejada.</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 4. Como se presenta el corte dentro de las líneas de materia prima</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 5. Grupos de trabajo establecido para el alistamiento por líneas de producto en el CEDI Bogotá - COMERTEX S.A.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 6. Tabla del tamaño de la muestra para cada cargo- Materia Prima.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 7. Datos de la actividad Buscar</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 8. Observaciones correspondientes a exportaciones.</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 9. Valor de ponderación para cada cargo.</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 10. Valor de ponderación para cada cargo.</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 11. Frecuencia de pedidos por día en materias primas.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 12. COI promedio por línea</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 13. Número de estantes para cada línea.</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 14. Objetos utilizados en la simulación.</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 15. Tiempo promedio por escenario.</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 16. Variación del factor de utilización promedio de cada uno de los recursos.</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 17. Promedio del Factor de Utilización promedio escenario 4.</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 18. Segmentación de clientes Comertex S.A</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 19. Resumen de las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de política de alistamiento por lotes</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 20. Actividades identificadas como representativas en el transcurso del estudio, para materias primas.</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 21. Actividades identificadas como representativas en el transcurso del estudio, para producto terminado.</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 22. Lista de auxiliares de bodega por cargo, para el estudio del trabajo en el CEDI principal.</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 23. Tabla del tamaño de la muestra para cada cargo - Producto terminado.</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 24. Datos de la actividad Buscar</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 25. Datos de la actividad Recoger.</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 26. Datos de la actividad Desplazamiento.</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 27. Datos de la actividad Desplazamiento Administrativo</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 28. Datos de la actividad Cortar</i>	<i>196</i>
<i>Tabla 29. Datos para la actividad Esperar</i>	<i>197</i>

Tabla 30. Datos para la actividad Empaque tipo A.....	198
Tabla 31. Datos para la actividad Empaque tipo B.....	199
Tabla 32. Datos para la actividad Pesar.....	200
Tabla 33. Datos para la actividad Revisar.....	201
Tabla 34. Datos para la actividad Otras en Proceso	202
Tabla 35. Datos de la actividad Consultar a un Compañero	203
Tabla 36. Datos para la actividad Pegar Rótulos	204
Tabla 37. Datos para la actividad Sumar Metros.....	205
Tabla 38. Datos para la actividad marcar mercancía	206
Tabla 39. Datos para la actividad Generar Tirilla	207
Tabla 40. Datos para la actividad Escribir en documento	208
Tabla 41. Datos para la actividad Personales	209
Tabla 42. Datos para la actividad Buscar.....	210
Tabla 43. Datos para la actividad Desplazamiento	211
Tabla 44. Datos de la actividad Desplazamiento administrativo.....	212
Tabla 45. Datos para la actividad Cortar	214
Tabla 46. Datos para la actividad Esperar	215
Tabla 47. Datos para la actividad EMPACAR TIPO A.....	215
Tabla 48. Datos para la actividad REVISAR	216
Tabla 49. Datos para la actividad OTRAS EN PROCESO.....	217
Tabla 50. Datos para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO	218
Tabla 51. Datos para la actividad PEGAR RÓTULOS	219
Tabla 52. Datos para la actividad ESCRIBIR EN DOCUMENTO.....	221
Tabla 53. Datos para la actividad PERSONALES.....	222
Tabla 54. Datos para la actividad BUSCAR	223
Tabla 55. Datos para la actividad RECOGER.....	224
Tabla 56. Datos para la actividad DESPLAZAMIENTO	225
Tabla 57. Datos para la actividad DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO	226
Tabla 58. Datos de la actividad EMPACAR TIPO A.....	227
Tabla 59. Datos de la actividad REVISAR	228
Tabla 60. Datos para la actividad OTRAS EN PROCESO.....	229
Tabla 61. Datos para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO	230
Tabla 62. Datos de la actividad GENERAR TIRILLA	231
Tabla 63. Datos para la actividad ESCRIBIR EN DOCUMENTO.....	232
Tabla 64. Datos para la actividad PERSONALES.....	233
Tabla 65. Puntos atípicos para Recolección	235
Tabla 66. Puntos atípicos para Revisión	237

Tabla 67. Puntos atípicos para Montacargas	239
Tabla 68. Datos para la actividad Buscar	242
Tabla 69. Datos para la actividad Recoger	243
Tabla 70. Datos para la actividad desplazamiento	244
Tabla 71. Datos para la actividad Desplazamiento administrativo	245
Tabla 72. Datos para la actividad esperar	246
Tabla 73. Datos para la actividad Pesar	247
Tabla 74. Datos para la actividad revisar	248
Tabla 75. Datos para la actividad Otras en Proceso	249
Tabla 76. Datos para la actividad Hablar con Compañero	251
Tabla 77. Datos para la actividad Elaborar y Pegar Rótulos	252
Tabla 78. Datos para la actividad Sumar Cantidades Alistadas	253
Tabla 79. Datos para la actividad Otras fuera de proceso	254
Tabla 80. Datos para Inactivo o personales	255
Tabla 81. Datos para la actividad Empaque tipo A	256
Tabla 82. Datos para la actividad preparar	257
Tabla 83. Datos para la actividad Escribir en documento	258
Tabla 84. Datos para la actividad buscar	259
Tabla 85. Datos para la actividad Recoger	260
Tabla 86. Datos para la actividad Desplazamiento	261
Tabla 87. Datos para la actividad Desplazamiento Administrativo	262
Tabla 88. Datos para la actividad Esperar	263
Tabla 89. Datos para la actividad Pesar	264
Tabla 90. Datos para la actividad Revisar	265
Tabla 91. Datos para la actividad Otras en Proceso	266
Tabla 92. Datos para la actividad Hablar con Compañero	267
Tabla 93. Datos para la actividad Elaborar y Pegar Rótulos	268
Tabla 94. Datos para la actividad Sumar Cantidades Alistadas	269
Tabla 95. Datos para la actividad Otras Fuera de Proceso	270
Tabla 96. Datos para la actividad Personales	271
Tabla 97. Datos para la actividad Empaque Tipo B	273
Tabla 98. Datos para la actividad Preparar	274
Tabla 99. Datos para la actividad Escribir Documento	275
Tabla 100. Datos para la actividad Recoger	276
Tabla 101. Datos para la actividad Desplazamiento	277
Tabla 102. Datos para la actividad Desplazamiento Administrativo	278
Tabla 103. Datos para la actividad Revisar	280

<i>Tabla 104. Datos para la actividad Otras en Proceso</i>	<i>281</i>
<i>Tabla 105. Datos para la actividad Otras fuera de proceso</i>	<i>281</i>
<i>Tabla 106. Datos para la actividad Personales</i>	<i>282</i>
<i>Tabla 107. Datos para la actividad Empaque Tipo A</i>	<i>283</i>
<i>Tabla 108. Datos para la actividad Escribir Documento</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 109. Datos atípicos para Recolección</i>	<i>286</i>
<i>Tabla 110. Datos atípicos para Recolección</i>	<i>287</i>
<i>Tabla 111. Datos atípicos para Revisión</i>	<i>288</i>
<i>Tabla 112. Datos atípicos para Empaque</i>	<i>289</i>
<i>Tabla 113. Matriz de valor agregado de materias primas.</i>	<i>293</i>
<i>Tabla 114. Matriz de valor agregado de producto terminado.</i>	<i>307</i>
<i>Tabla 115. Registro de las respuestas frecuentes en la encuesta realizada al personal de alistamiento de pedidos (Girón).....</i>	<i>322</i>
<i>Tabla 116. Global Table - Locations.....</i>	<i>353</i>
<i>Tabla 117. Global Table - Orders.....</i>	<i>354</i>

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Actividad del Picking Vs. Variedad de SKU's.....	49
Gráfico 2. Formato de muestreo de trabajo para materias primas, CEDI - GIRÓN.....	81
Gráfico 3. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Buscar	86
Gráfico 4. Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores en Materias Primas.	89
Gráfico 5. Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores de pedidos en Producto Terminado.....	92
Gráfico 6. Tiempo entre llegadas de pedidos de materias primas.....	108
Gráfico 7. Número de referencias por pedido despachado en Materias Primas	109
Gráfico 8. Datos considerados en la entrada y salida de la evaluación.	116
Gráfico 9. Gráfico de las medias del tiempo promedio de alistamiento por pedido.	135
Gráfico 10. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Buscar	193
Gráfico 11. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Recoger	194
Gráfico 12. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento.....	195
Gráfico 13. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento Administrativo	196
Gráfico 14. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Cortar	197
Gráfico 15. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Esperar	198
Gráfico 16. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Empaque tipo A.....	199
Gráfico 17. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Empaque tipo B.....	200
Gráfico 18. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Pesar	201
Gráfico 19. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Revisar	202
Gráfico 20. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Otras en proceso	203
Gráfico 21. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Consultar a un Compañero	204

Gráfico 22. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Pegar Rótulos	205
Gráfico 23. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Sumar Metros	206
Gráfico 24. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad marcar mercancía.....	207
Gráfico 25. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Generar Tirilla.....	208
Gráfico 26. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Escribir en Documento	209
Gráfico 27. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Personales	210
Gráfico 28. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Buscar	211
Gráfico 29. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento.....	212
Gráfico 30. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento Administrativo	213
Gráfico 31. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Cortar	214
Gráfico 32. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Esperar	215
Gráfico 33. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad EMPACAR TIPO A.....	216
Gráfico 34. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad REVISAR.....	217
Gráfico 35. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad OTRAS EN PROCESO	218
Gráfico 36. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO	219
Gráfico 37 Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad PEGAR RÓTULOS.....	220
Gráfico 38. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad SUMAR METROS.....	220
Gráfico 39. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad SUMAR METROS.....	221

Gráfico 40. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad ESCRIBIR EN DOCUMENTO	222
Gráfico 41. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad PERSONALES	223
Gráfico 42. Gráfico de control para la actividad BUSCAR.....	224
Gráfico 43. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad RECOGER	225
Gráfico 44. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad DESPLAZAMIENTO.....	226
Gráfico 45. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO	227
Gráfico 46. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad EMPACAR TIPO A.....	228
Gráfico 47. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad REVISAR.....	229
Gráfico 48. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO"	230
Gráfico 49. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO	231
Gráfico 50. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad GENERAR TIRILLA	232
Gráfico 51. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR EN DOCUMENTO"	233
Gráfico 52. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad PERSONALES	234
Gráfico 53. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad Buscar	242
Gráfico 54. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad Recoger	243
Gráfico 55. Gráfico de control con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento	244
Gráfico 56. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO ADM."	245
Gráfico 57. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad "ESPERAR".....	246
Gráfico 58. Gráfico de control <i>P</i> con tamaño muestral variable para la actividad "PESAR".....	247

Gráfico 59. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "REVISAR"	249
Gráfico 60. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO".	250
Gráfico 61. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "HABLAR CON COMPAÑERO"	251
Gráfico 62. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS"	252
Gráfico 63. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "SUMAR CANTIDADES ALISTADAS"	253
Gráfico 64. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS FUERA DE PROCESO"	254
Gráfico 65. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para "INACTIVO O PERSONALES"	255
Gráfico 66. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO A"	256
Gráfico 67. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PREPARAR"	258
Gráfico 68. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR EN DOCUMENTO"	259
Gráfico 69. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "BUSCAR"	260
Gráfico 70. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "RECOGER"	261
Gráfico 719. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO"	261
Gráfico 72. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO"	263
Gráfico 73. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESPERAR"	264
Gráfico 74. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PESAR"	265
Gráfico 75. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "REVISAR"	266
Gráfico 76. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO"	267

Gráfico 77. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "HABLAR CON COMPAÑERO"	268
Gráfico 78. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS"	269
Gráfico 79. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "SUMAR CANTIDADES ALISTADAS"	270
Gráfico 80. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS FUERA DE PROCESO"	271
Gráfico 81. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PERSONALES"	272
Gráfico 82. Datos para la actividad Empaque Tipo A.....	273
Gráfico 83. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO A"	273
Gráfico 84. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO B"	274
Gráfico 85. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PREPARAR"	275
Gráfico 86. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR DOCUMENTO"	276
Gráfico 87. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "RECOGER".....	277
Gráfico 88. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO"	278
Gráfico 89. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO"	279
Gráfico 90. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "REVISAR"	280
Gráfico 91. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO"	281
Gráfico 92. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS FUERA DE PROCESO"	282
Gráfico 93. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PERSONALES"	283
Gráfico 94. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO A"	284
Gráfico 95. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR DOCUMENTO"	285

<i>Gráfico 96. Componentes del 7,76% de las actividades clasificadas como Personales</i>	305
<i>Gráfico 97. Tablas estadísticas</i>	356
<i>Gráfico 98. Área de la bodega de Comertex S.A. Girón</i>	362
<i>Gráfico 99. Guía para la ubicación de la estantería dentro de la bodega</i>	363

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO A. Generalidades de la empresa.	148
ANEXO B. Estructura organizacional Comertex S.A. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO C. Descripción de la segmentación de los clientes COMERTEX	151
ANEXO D. Portafolio de productos de Comertex S.A.	154
ANEXO F. Profundización y generalidades de las políticas de alistamiento.	159
ANEXO G. Métodos de evaluación aplicados para el análisis de políticas de alistamiento y ruteo.	166
ANEXO H. Análisis EIQ (Entry item quantity).	173
ANEXO I. Fundamentación teórica del estudio del muestreo de trabajo.	175
ANEXO J. Sensibilización Muestreo de Trabajo. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO K. Diagramas de flujo del proceso de alistamiento en PT y MP. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO L. Definición de las actividades claves en el proceso de alistamiento de Materias Primas y Producto Terminado.	180
ANEXO M. Formato y registro de observaciones muestreo de trabajo en Materias Primas, CEDI – Girón. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO N. Descripción del desarrollo del formato de muestreo de trabajo para la UEN de producto terminado.	189
ANEXO O. Formato y registro de observaciones en el muestreo de trabajo en Producto Terminado, CEDI – Bogotá. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO P. Cálculo del tamaño de la muestra para el estudio de muestreo de trabajo de producto terminado.	191
ANEXO Q. Gráficos de control de las actividades en cada grupo de tareas para Materias Primas.	193
ANEXO R. Datos atípicos presentados en las observaciones de cada cargo y actividad en el proceso de alistamiento de Materias Primas.	235
ANEXO S. Gráficos de control de las actividades en cada grupo de tareas para Producto Terminado.	241

ANEXO T. Datos atípicos presentados en las observaciones de cada cargo y actividad en el proceso de alistamiento de Producto Terminado.	285
ANEXO U. Cálculos para la distribución del tiempo de los alistadores en Materias Primas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO V. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en Materias Primas.	292
ANEXO W. Cálculos para la distribución del tiempo de los alistadores en Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO X. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en Producto Terminado.	306
ANEXO Y. Formato encuestas al personal relacionado con el proceso de alistamiento en la bodega de Girón.	320
ANEXO Z. Resultados de la encuesta al personal relacionado con el proceso de alistamiento en la bodega de Girón. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AA. Registro de las respuestas frecuentes en la encuesta realizada al personal de alistamiento de pedidos (Girón).	322
ANEXO AB. Diferencias percibidas durante la realización de los estudios de muestreo del trabajo en las bodegas de Comertex S.A (Bogotá y Girón). (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AC. Indicadores de desempeño en logística y operaciones.	323
ANEXO AD. Profundización de las buenas prácticas que influyen en el alistamiento de pedidos (organizadas por autor).	325
ANEXO AE. Análisis para el almacenamiento de referencias en estibas y medias estibas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AF. Promedio de pedidos por día en Materias Primas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AG. Pedidos liberados en horas no laborales-Materias Primas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AH. Pedidos liberados los fines de semana-Materias Primas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AI. Tiempos entre llegadas de pedidos de Materias Primas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AJ. Porcentaje de aparición de cada una de las referencias de Materias Primas en los pedidos despachados en el año 2011 en Comertex S.A. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO AK. Número de referencias solicitadas por pedido despachado en Materias Primas. (Ver carpeta de anexos).	

- ANEXO AL. Número de rollos por pedido. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AM. Promedio de pedidos por día en Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AN. Tiempos entre llegadas de los pedidos de Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AO. Número de referencias por pedido despachado en Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AP. Porcentaje de aparición de cada una de las referencias de Producto Terminado en los pedidos despachados en el año 2011 en Comertex S.A. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AQ. Modelo de simulación de las políticas de alistamiento con la Ruta Transversal. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AR. Modelo de simulación de las políticas de alistamiento con la Ruta Punto Medio. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AS. Etapas del desarrollo de las actividades para la evaluación de las políticas. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AT. Pedidos por día de materias primas en el 2011. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AU. Análisis del promedio de pedidos por día de la semana. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AV. Tiempos por cronometro de actividades claves del proceso de alistamiento en Materias Primas y Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AW. Referencias pareto, Referencias de consumo frecuente. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AX. Caracterización de equipos. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AY. Espacio ocupado por cada referencia de consumo frecuente, de acuerdo a inventario máximo y despacho diario e índice COI. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO AZ. Tiempo consumido en el desplazamiento vertical y horizontal de un equipo. 349
- ANEXO BA. Mezcla entre líneas en los pedidos-Materias Primas y Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).
- ANEXO BB. Ubicación gráfica de las referencias de consumo frecuente en la bodega. (Ver carpeta de anexos).

ANEXO BC. Cantidad de pedidos por intervalos de horas - Materia Prima. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BD. Cantidad de pedidos por intervalos de horas - Producto Terminado. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BE. Criterios de agrupación de pedidos para la política de alistamiento por lotes. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BF. Listas de pedidos para lotes, Ruta Punto Medio y transversal. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BG. Listas de pedidos para alistamiento Pedido a pedido, Ruta Punto Medio y Transversal. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BH. Descripción de las tablas de entrada del modelo.	352
ANEXO BI. Tablas de entrada del modelo. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BJ. Modelo conceptual de la simulación del proceso de alistamiento. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BK. Descripción de los objetos utilizados en la simulación.	357
ANEXO BL. Visual tool utilizado para delimitar el área de la bodega de Comertex S.A. Girón.	362
ANEXO BM. Estadísticas arrojadas por los modelos simulados (Outputs). (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BN. Análisis estadísticos del tiempo promedio de alistamiento por orden. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BO. Análisis estadístico de las distancias recorridas. (Ver carpeta de anexos).	
ANEXO BP. Análisis estadístico de los factores de utilización de los recursos. (Ver carpeta de anexos).	

TABLA CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	CUMPLIMIENTO
1	Analizar la situación actual del proceso de alistamiento de pedidos para definir el impacto del tiempo consumido por las actividades propias del proceso.	Capítulo 3. Impacto de las actividades en el tiempo del proceso de alistamiento de pedidos.
2	Documentar buenas prácticas de alistamiento de pedidos a través de diferentes fuentes de información, para seleccionar las más aptas para la empresa.	Capítulo 4. Buenas prácticas que influyen en el proceso de alistamiento de pedidos.
3	Evaluar las políticas de alistamiento de pedidos que permitan mostrar diferentes escenarios a la empresa y le sirvan como apoyo para la toma de decisiones.	Capítulo 6. Análisis estadístico de los resultados obtenidos en la simulación.
4	Describir la metodología de evaluación de las diferentes políticas de alistamiento de pedidos, de tal manera que dicho proceso pueda ser utilizado en otros escenarios.	Capítulo 5. Descripción de la metodología de evaluación de las políticas de ruteo y alistamiento: Ruta transversal, punto medio, alistamiento por lotes y pedido a pedido.

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS Y ANÁLISIS DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DEL PROCESO PARA LA EMPRESA COMERTEX S.A.*

AUTORES: ANA MILENA PÁEZ GARZÓN
JULIETH KATERINE PINEDA REINA[±]

PALABRAS CLAVES: Alistamiento de pedidos, simulación, políticas de alistamiento y de ruteo, centros de distribución.

El presente proyecto evalúa una serie de políticas de alistamiento y de ruteo con el propósito de realizar una comparación teórica que permita identificar la influencia de las mismas en el tiempo de alistamiento de pedidos y en el factor de utilización de los recursos participantes en el proceso. Las políticas seleccionadas, alistamiento por lotes, alistamiento pedido a pedido, ruteo transversal y punto medio, corresponden a dos políticas de alistamiento de pedidos y dos políticas de ruteo, respectivamente, las cuales fueron evaluadas a través de un software de simulación, en donde la combinación de ellas forman cuatro escenarios. Por otra parte, en esta investigación se realizó un análisis mediante un estudio de muestreo de trabajo, del cual se obtuvo el impacto de las actividades claves en el consumo de tiempo dentro del proceso, con el fin dar una perspectiva más profunda del comportamiento del mismo y facilitar la toma de decisiones operativas que lo lleven a ser más eficiente. Finalmente, contiene una lista de mejores prácticas utilizadas por empresas a nivel mundial que permitirían a la compañía mejorar la productividad de sus operaciones, especialmente en el proceso de alistamiento; además, estas pueden ser un punto de referencia importante que facilite a Comertex S.A. mantenerse en el mercado como una empresa competitiva.

Con el propósito de suministrar información que permita identificar los datos y procedimientos realizados, se elaboró una descripción de la metodología empleada para la evaluación de los escenarios.

* Proyecto de grado.

[±] Facultad de Ingenierías físico-mecánicas, Escuela de Estudios industriales y Empresariales, Director Msc. Carlos Eduardo Díaz.

ABSTRACT

TITLE: ORDER PICKING PROCESS EVALUATION AND ANALYSIS OF BEST PRACTICES OF THE PROCESS FOR COMERTEX S.A.*

AUTHORS: ANA MILENA PÁEZ GARZÓN
JULIETH KATERINE PINEDA REINA[±]

KEY WORDS: Order picking, simulation, order picking and routing policies, warehouses.

This Project attempts to evaluate a series of Order picking and routing policies with the purpose of carrying out a theoretical comparison that allows identifying the influence of these policies in the order picking time and in the usage factor of the resources participating in the process. The policies that were selected, that is, Batch picking, discrete picking, transversal routing and midpoint routing, correspond to two order picking and two routing policies. These policies have been assessed through simulation software that showed that the combination of all of them formed four scenarios. Otherwise, this research analyzed, through a working sampling study, the impact of the key activities in the order picking time. This, with the purpose of having a wider perspective of the order picking time and therefore, facilitating making operational decisions that helps it to be more efficient. Finally, this study contains a list of the best practices used worldwide by some enterprises that will allow the company to improve the productivity of its operations, especially in the order picking process. Moreover, these practices can be an outstanding benchmark that helps Comertex to keep on being a competitive enterprise on the market.

In order to provide information that allows identifying the data and the procedures that were carried out, it was described the methodology applied for the assessment of the scenarios.

* Work Degree.

[±] Faculty of Physico-Mechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies, Director. Msc. Carlos Eduardo Díaz.

INTRODUCCIÓN

El manejo de la logística es una de las actividades más importantes para muchas compañías (según *The Material Handling Institute of America*¹, MHIA 2007), pues su misión es lograr un eficiente flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro, donde los centros de distribución juegan un papel significativo debido a que actúan como amortiguador entre los productores y consumidores quienes conocen las condiciones cambiantes del mercado y buscan reducir la incertidumbre de el mismo (Mengfei Yu², 2008).

Teniendo en consideración que aproximadamente el 60% de todas las actividades y el 65% de los gastos operativos en un centro de distribución, los consume el alistamiento de pedidos (Gademann y Van de Velde³, 2005), enfocarse en dicho proceso, mediante la evaluación y definición de políticas adecuadas que regulen el desarrollo de las actividades que hacen parte del mismo, son las bases para la eficiencia e innovación continua de la logística de la empresa, por tanto, es fundamental para mejorar el nivel de servicio que según Kees Jan Roodbergen y Iris F. A. Vis⁴ (2005), debe ser el objetivo del proceso. Respecto a lo anterior, es válido aclarar que la elección de una política de alistamiento tiene efectos trascendentales no solo en la eficiencia sino también en el costo de los sistemas de alistamiento en empresas comercializadoras (Petersen⁵, 2000), como es el caso de Comertex S.A.

Políticas tales como las de alistamiento y ruteo, buscan el mejoramiento del proceso e implican la caracterización de las actividades que forman parte del mismo, ya que, por

¹ YU, Mengfei. Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. Shanghai, 2008, p. 1.

² Ibid.

³ GADEMANN, N. y VAN de Velde, S. Order batching to minimize total travel time in a parallel-aisle warehouse. 2005. Citado por: YU, Mengfei. Por: Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. Shanghai, 2008, p. 1.

⁴ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

⁵ PETERSEN, C. G. An evaluation of order picking policies for mail order companies. 2000.

un lado, las políticas de alistamiento determinan la forma en que los artículos son agrupados según las órdenes de pedidos, la liberación de estos y la disposición de los productos previamente seleccionados (De Koster⁶ et al., 2007); mientras que, por otro lado, las políticas de ruteo, son las encargadas de definir la secuencia de desplazamientos del alistador, para recoger el número de artículos requeridos de acuerdo a las órdenes de pedido liberadas. Así, la determinación de las políticas está íntimamente relacionada con la distribución física del almacén, la política de almacenamiento existente y el número de selecciones por pasillo (F. Caron⁷ y R. Hall⁸).

El presente proyecto busca evaluar, bajo un escenario predeterminado, políticas de alistamiento y de ruteo basados en información histórica de la empresa Comertex S.A., donde existe un sistema de preparación de pedidos manual y se tiene como propósito la búsqueda de alternativas para disminuir los tiempos consumidos por el proceso. De tal manera, el desarrollo del proyecto brindará herramientas de apoyo para la toma de decisiones posteriores, pues presentará tanto una visualización específica de las alternativas como una general de los resultados que se podrían obtener tras una implementación de las políticas seleccionadas, bajo las condiciones establecidas.

Este documento esta compuesto por seis capítulos, el capítulo 1, que contiene la descripción del proyecto, donde se expone información general del mismo, justificación, entidades interesadas, objetivos, entre otras; posteriormente en el capítulo 2 se encuentra la revisión de literatura realizada como fundamento teórico para el desarrollo del proyecto y el capítulo 3 comprende el desarrollo y los resultados obtenidos del estudio del muestreo de trabajo, que buscaba identificar el impacto de las actividades

⁶ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

⁷ CARON, F., MARCHET G.; REGO, A .PE. Routing policies and COI-based storage policies in picker- to-part systems. Volumen 36. 1998, p. 713-732.

⁸ HALL, R.W. Distance approximations for routing manual pickers in a warehouse. 1993. Citado por: ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. En: A model for warehouse layout. 2005.

en el tiempo de alistamiento. El capítulo 4, lo abarcan las buenas prácticas identificadas en la literatura, las cuales tienen un impacto positivo en el alistamiento de pedidos. Adicionalmente, en el capítulo 5 se presentan la descripción de la metodología de evaluación de las diferentes políticas y por último, tanto los resultados como el análisis de estos se registran en el capítulo 6.

GLOSARIO

ARMAR LIOS: En materia prima hace referencia a la tarea de unir y empacar dos o más rollos en un solo paquete llamado lío; inicialmente se unen los rollos con zuncho de poliéster y posteriormente se empaca en una bolsa plástica. En producto terminado, hace referencia a unir con cinta adhesiva generalmente dos cajas pequeñas y posteriormente envolverlas con papel autoadhesivo. Cabe resaltar que los líos se arman con mercancía a despachar para un mismo cliente, donde el número de rollos de cada lío y las cajas de producto terminado adecuadas, está dado por el criterio de cada auxiliar, los cuales se guían principalmente por el peso que pueden cargar.

BAHÍA: Es la posición o ubicación horizontal que tiene cada cajonera dentro de un estante.

BLOQUE: Es el conjunto de pasillos (*llamados subpasillos*) formados por un determinado número de estantes que se encuentran entre dos pasillos transversales.

CAJONERA: En Comertex S.A se le llama cajonera al espacio de almacenamiento mínimo donde se ubica la mercancía dentro de las estanterías, es el punto de localización de las referencias.

ESTIBAS AUTOAPILABLES: Son una herramienta fundamental para productos que por sus características físicas se consideran de difícil manipulación y almacenamiento, ya que éstas se adaptan al producto agilizando de manera efectiva el recibo, despacho, transporte, manipulación y almacenamiento. Al ser un sistema de almacenamiento dinámico las estibas auto apilables ayudan a solucionar los picos de inventario que se

puedan presentar; cuando el inventario disminuye, se pueden desarmar de manera eficiente, liberando hasta en un 80 % el espacio ocupado.

GLOBAL TABLE: Es una herramienta del simulador que se crea a través de cuadros de diálogo especiales y puede almacenar datos numéricos. Un modelo puede tener cualquier número de tablas globales.

PAPEL FILM: Es el papel transparente autoadhesivo con el cual se forran las cajas pequeñas de producto terminado cuando se está armando un lío.

PEDIDO PICKEADO: Pedido al cual se le ha separado la mercancía virtualmente.

PEDIDO EN BACKORDER: Pedido que ha sido despachado parcialmente, quedando activo en el sistema los pendientes, a la espera de la disponibilidad de la mercancía restante. Son los pedidos pendientes por despachar a falta de inventario.

PEDIDO LIBERADO: Estado del pedido en el que ya ha pasado por todos los trámites administrativos, sólo está a la espera de ser pickeado y asignado a un auxiliar para que lo aliste.

PÉRDIDA DESCONOCIDA: Es la diferencia entre el stock teórico y el stock real de las mercancías con las que se comercia. Son causadas por la imprudencia o deshonestidad de empleados y clientes que no han llegado a ser identificados⁹.

PREPACK: Se le denomina prepack a aquellos pedidos de producto terminado en los que la cantidad solicitada, es igual a la cantidad entregada por el proveedor y no requiere ningún tipo de preparación adicional.

⁹ NUENO, José Luis; VIDELA, Pedro. Impacto de la Pérdida Desconocida en la distribución comercial española. 2004.

REFERENCIAS ACTIVAS: Son las referencias que según el sistema ERP de la empresa, han tenido al menos un movimiento en el sistema de información en los últimos seis meses.

REFERENCIAS PARETO: Son las que representan el 90% de las cantidades vendidas¹⁰ de las obtenidas al filtrar de las referencias activas de materias primas entre el 2010 y 2011, aquellas en proceso de liquidación y aquellas correspondientes a muestras que fueron requeridas para realizar trámites comerciales pero que en la actualidad no se comercializan. Estos productos resultantes fueron tomados para los estudios del presente proyecto como las referencias de consumo frecuente, por tanto, la información se contrastó previamente con el comportamiento de las referencias durante todo el 2011 con ayuda de los gerentes comerciales y el coordinador del CEDI principal, de las cuales fueron eliminadas algunas, correspondientes a productos que no volvieron a pedirse al proveedor (proceso de liquidación).

RÓTULOS DE DESPACHO: Son formatos utilizados para marcar la mercancía a ser despachada con información relevante de los clientes a quienes se les envía dichos productos. En la bodega de Girón estos son impresos en papel adhesivo, mientras que en la bodega de Bogotá, son formatos que se deben llenar a mano con toda la información para posteriormente pegarse con cinta a cada uno de las unidades empacadas a despachar.

SUBPASILLO: La parte de un pasillo de selección que está entre dos pasillos transversales adyacentes, se conoce como un sub-pasillo¹¹.

¹⁰ PELÁEZ, Johana C. y NIÑO, Edna J. Diseño de una propuesta de localización para los centros de distribución (cedis) de la empresa Comertex S.A. a partir de un modelo matemático. Bucaramanga, 2012. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Industrial de Santander.

¹¹ SHARP, Gunter P., ROODBERGEN, Kees Jan, VIS, Iris F. A. Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. 2007, p.02.

TIRILLAS DE CORTE: Conocidos en Comertex S.A. como tickets de corte. Son los rótulos autoadhesivos que contienen información del rollo: el nombre de la referencia, el código, la palabra “corte” (la cual establece que el rollo ha sido cortado anteriormente), los metros que quedan, entre otras.

UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO (UEN): Unidad operativa que agrupa productos o servicios diferenciados, vendidos a un conjunto definido de clientes y que enfrenta al mismo tiempo un grupo determinado de competidores¹². En el caso de Comertex S.A se existen dos unidades, una de materias primas (MP) y otra de producto terminado (PT).

ZUNCHAR: En materia prima, es la unión de los rollos armados en un lío con una abrazadera. Para producto terminado, es la acción de reforzar con dichas abrazaderas las cajas a despachar. Cabe resaltar que se zunchan todas las cajas a excepción de las pequeñas, que se pueden armar en líos.

¹² Kotler, P.; Armstrong, G.; Escalona, R.; Raso, I (2003) *Fundamentos de marketing*. 6ta. Edición. España: Pearson Educación S.A.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

COMERTEX S.A. como comercializadora de productos textiles, está orientada al mejoramiento de los procesos como clave para el crecimiento continuo de la organización, la cual tiene proyectado dentro de su planeación estratégica cambios en el centro de distribución principal por medio del estudio y análisis de los procesos logísticos de la empresa, realizados desde el direccionamiento del proyecto raíz: “Diseño e implementación de mecanismos y herramientas conceptuales y tecnológicas para el mejoramiento del sistema logístico de la empresa COMERTEX S.A ”.

Ahora bien, el alistamiento de pedidos ha sido considerado por los expertos como una de las actividades más críticas en las operaciones de los almacenes, ya que se encuentra en el centro del flujo de productos de los proveedores a los consumidores (James Tompkins y J. Smith¹³, 1998) y su función básicamente es recuperar los productos almacenados en lugares específicos de acuerdo lo requerido por el cliente (Y.Merkuryev, A. Burinskiene y G. Merkuryeva¹⁴, 2009). Adicionalmente, es la actividad que consume más tiempo y mano de obra, representando hasta un 55% de los gastos totales del funcionamiento en la mayoría de los centros de distribución (De Koster¹⁵ et al, 2007).

De acuerdo a lo anterior, se evidenció la necesidad de enfocarse en dicho proceso para mitigar ineficiencias en las actividades del mismo, las cuales impactan negativamente el

¹³ TOMPKINS, James y SMITH, Jerry D. The Warehouse management handbook. Estados Unidos, 1998, p. 803.

¹⁴ MERKURYEV, Y.; BURINSKIENE, A.; MERKURYEVA, G. Simulation-Based Case Studies in Logistics. En: Warehouse Order Picking Process. 2009.

¹⁵ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

nivel de servicio al cliente y los siguientes eslabones de la cadena de suministro. Además, es indiscutible que la mejora del proceso es una forma importante de ahorrar costos, considerando a su vez, que los clientes hoy en día tienden a ordenar tarde y a esperar una entrega rápida, obligando a los almacenes a mejorar la productividad en la preparación de pedidos (R. Dekker, M.B.M. De Koster, K.J. Roodbergen y H. van Kalleveen¹⁶, 2004).

Rouwenhorst¹⁷ et al. (2000), también afirmó que desde un punto de vista estratégico, la eficiencia y rentabilidad de los CEDI's, son el resultado de las decisiones tomadas en la tecnología y diseño de los sistemas de almacenamiento y alistamiento de pedidos. Los principales factores que influyen en la eficiencia de este último, son los procedimientos operativos, los cambios en la demanda, el equipo, los anaqueles y la distribución del almacén. Los procesos operativos pueden ser mejorados sin necesidad de invertir un gran capital, a diferencia de lo que se requiere para modificar la estantería o cambiar el equipo utilizado; el tiempo requerido para alistar una orden incluye el tiempo de viaje entre la localización del producto, la selección de los artículos, la disposición de los mismos en el área estipulada y la adquisición de una nueva orden (R. Dekker, M.B.M. De Koster, K.J. Roodbergen y H. van Kalleveen¹⁸, 2004). De esos componentes, el desplazamiento, es la actividad que más tiempo consume (Tompkins¹⁹ et al., 2003) por lo que debe ser lo primero a mejorar.

¹⁶ DEKKER, R.; DE KOSTER, M.B.M.; ROODBERGEN, K.J.; VAN KALLEVEEN, H. Improving order-picking response time at Ankor's warehouse. 2004, p. 303-313.

¹⁷ ROUWENHORST, B., et al. Warehouse design and control: Framework and literature review. 2000. Citado por: RENAUD, Jaques y RUIZ, Ángel. En: Improving product location and order picking activities in a distribution center. 2007.

¹⁸ DEKKER, R.; DE KOSTER, M.B.M.; ROODBERGEN, K.J.; VAN KALLEVEEN, H. Improving order-picking response time at Ankor's warehouse. 2004, p. 303-313.

¹⁹ TOMPKINS, J.A., WHITE, J.A., BOZER, Y.A., FRAZELLE, E.H. y TANCHOCO, J.M.A. Facilities Planning. 2003. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

Como punto de partida para el presente proyecto se tomó como base el diagnóstico realizado previamente en COMERTEX S.A.²⁰ (actual CEDI principal), donde se identificaron falencias como: la dificultad en la localización de la mercancía, lo que implica tanto largos desplazamientos como alto consumo de tiempo; problemas en la selección de pedidos, pues hay fallas en la comunicación y programación de las órdenes a alistar; la no definición de una ruta o secuencia determinada de la forma en que se deberían recoger los pedidos a despachar y una cultura de trabajo de los operarios especializada por líneas de producto, que eventualmente permite agilizar la ubicación, pero a su vez limita el proceso en momentos de ausencia de alguno de ellos. Adicional a esto, durante el alistamiento, se presentan actividades especiales como los cambios en la unidad de empaque de producto terminado, cortes, remediación de materia prima y elaboración de muestras; que demandan la utilización de recurso humano, instalaciones, equipos, entre otros, interrumpiendo así el flujo normal del proceso.

Una manera de mejorar la utilización de equipos y recurso humano, es mediante la optimización o definición de rutas en el alistamiento de pedidos, en donde la pregunta a resolver debe ser: ¿cuál es la secuencia que debería tomar el alistador para minimizar la distancia de recorrido? (Kees Jan Roodbergen y René de Koster²¹, 2000). La respuesta a este interrogante está determinada por las características del almacén y el comportamiento de los pedidos, sin embargo, existen métodos heurísticos que pueden crear rutas factibles (cercanas a la óptima) que generan poca confusión en los alistadores y determinan la secuencia que estos deben llevar al recoger los productos (Hall²², 1993). Además de las heurísticas o políticas de ruteo, la determinación de cómo se deben agrupar los pedidos que serán alistados posteriormente, es decir, la definición

²⁰ GÓMEZ, María; PINZÓN, Carolina; RUIZ, Dayana; SAAIBI, Silvia. Mejoramiento De Los Procesos Logísticos Fase 1. Trabajo de grado Ingeniería Industrial 2011.

²¹ ROODBERGEN, Kees Jan; DE KOSTER, René. Routing order pickers in a warehouse with a middle aisle. 2000.

²² HALL, R.W. Distance approximations for routing manual pickers in a warehouse. 1993.

de la política de alistamiento a seguir, es otro elemento influyente en la eficiencia del proceso (Petersen²³, 2000), razón por la cual, también debe ser contemplado en el mejoramiento del mismo.

Como se plantea, el diseño de un verdadero sistema de preparación de pedidos suele ser complicado, debido a que contempla un amplio espectro de factores externos e internos (según Goetschalckx y Ashayeri²⁴, 1989). Por esta razón, se considera pertinente la realización del presente proyecto, con el fin de evaluar técnicas de alistamiento y ruteo que presenten escenarios a los cuales se puedan ajustar las operaciones de la organización en pro del aumento de la eficiencia del proceso.

1.2. ENTIDADES INTERESADAS

Las entidades interesadas en el desarrollo y resultados de este proyecto son: el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), Comertex S.A. y la Universidad Industrial de Santander (UIS), que han financiado el proyecto raíz “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MECANISMOS Y HERRAMIENTAS CONCEPTUALES Y TECNOLÓGICAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO LOGÍSTICO DE LA EMPRESA COMERTEX S.A.”, a el cual el presente proyecto servirá de insumo. Todo bajo la coordinación de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE-UIS).

Otra entidad para la cual es de interés el desarrollo de este proyecto es el grupo de Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos – Grupo ÓPALO, que mediante sus principios de investigación y desarrollo, busca integrar con éxito los conceptos teóricos en el ámbito práctico; contribuyendo así, al

²³ PETERSEN, C. G. An evaluation of order picking policies for mail order companies. Production and Operations Management. 2000.

²⁴ ASHAYERI, J; GOETSCHALCKX, M. Classification and design of order picking. 1989, p.99–106.

fortalecimiento de la imagen de compromiso académico y social de la Universidad Industrial de Santander.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar políticas de ruteo y alistamiento para la toma de decisiones que permitan mejorar el proceso de alistamiento de pedidos de Comertex S.A.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual del proceso de alistamiento de pedidos para definir el impacto del tiempo consumido por las actividades propias del proceso.
- Documentar buenas prácticas de alistamiento de pedidos a través de diferentes fuentes de información, para seleccionar las más aptas para la empresa.
- Evaluar las políticas de alistamiento de pedidos que permitan mostrar diferentes escenarios a la empresa y le sirvan como apoyo para la toma de decisiones.
- Describir la metodología de evaluación de las diferentes políticas de alistamiento de pedidos, de tal manera que dicho proceso pueda ser utilizado en otros escenarios.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La creciente importancia de la logística en todo el mundo, así como la constante complejidad de las redes logísticas y las exigencias en el nivel de servicio del cliente, se han convertido en un reto para los profesionales logísticos, quienes deben brindar

servicios de calidad manteniendo un uso estratégico de las capacidades de los recursos y unas ventajas competitivas que logren hacerlos predominar en el mercado (Harry Chow, K.L. Choy y W.B. Lee²⁵, 2006).

El alistamiento de los artículos de un almacén para satisfacer los pedidos de los clientes es un componente fundamental en la cadena de suministro para muchas empresas (Charles G. Petersen y Gerald Aase²⁶, 2003); por tal razón, el tiempo que se dedique al proceso, debe ser aprovechado a fin de proporcionar una respuesta rápida a los clientes (Mengfei Yu²⁷, 2008). Sumado a esto, el alistamiento se ha identificado como uno de los procesos más importantes en la logística de un almacén, pues se ha definido como la actividad más ardua y costosa para la mayoría de estos (De Koster, Le-Duc, y Roodbergen²⁸, 2007), en consecuencia, las directivas de los centros de distribución toman decisiones drásticas y se concentran en el mejoramiento de las actividades que contemplan la preparación de los pedidos, como es el caso de la comercializadora de textiles, Comertex S.A, quien apuntó a un mejoramiento de su sistema logístico en el centro de distribución (CEDI) principal.

Encaminados por el proyecto raíz que contempla dicho mejoramiento y con el cual se implementarán una o algunas de las políticas que se evalúen en el presente proyecto, se justifica su desarrollo, ya que evaluará estrategias de alistamiento y de ruteo, con lo cual Comertex S.A podrá visualizar nuevas formas de plantear un sistema de preparación de pedidos teniendo como propósito disminuir los tiempos de alistamiento, sin afectar la calidad e integridad de las órdenes despachadas a sus clientes.

²⁵ CHOW, Harry K.H., CHOY K.L., LEE, W.B. A dynamic logistics process knowledge-based system. An RFID multi-agent approach. Hong Kong, 2006.

²⁶ PETERSEN, Charles G.; AASE, Gerald. A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. 2003.

²⁷ YU, Mengfei. Op. cit. p.13.

²⁸ DE KOSTER, R.; LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007

Adicionalmente, medir el impacto de las actividades correspondientes al proceso a investigar, permitirá identificar las actividades que consumen más tiempo y sus principales causantes, lo que podría contribuir en la toma de decisiones a corto plazo, para resolver los inconvenientes presentados en el proceso de alistamiento de pedidos del CEDI principal de Comertex S.A.

1.5. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.5.1. ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Comertex S.A. figura como comercio al por mayor de productos textiles y productos confeccionados para uso doméstico. En el *ANEXO A. Generalidades de la empresa*, se encuentra la reseña histórica y el objeto social de la empresa Comertex S.A.

1.5.2. TAMAÑO DE LA EMPRESA

Estructura organizacional. Existen 250 personas vinculadas directamente a Comertex S.A. a nivel nacional repartidas en 7 gerencias como se puede observar en el *ANEXO B. Estructura organizacional Comertex S.A.*²⁹

Infraestructura. Comertex S.A. cuenta con una infraestructura repartida entre las diferentes sedes de la siguiente manera:

Tabla 1. Infraestructura de Comertex S.A.

CEDI	SEDE	BODEGA (m ³)
CENTRO	BOGOTÁ	2513
ORIENTE	GIRÓN	8991

Fuente 1: Comertex S.A

²⁹ Fuente: Comertex S.A.

Cabe resaltar que a mediados de Agosto de 2012 por decisiones de las directivas, el centro de distribución localizado en Pereira, fue cerrado y todos sus inventarios, clientes y proveedores se distribuyeron entre la bodega de Girón y Bogotá.

1.5.3. SEGMENTACIÓN DE CLIENTES.

Comertex S.A. tiene segmentados sus clientes de acuerdo al tipo de producto que compran, materias primas o producto terminado (Ver *Tabla 2*).

Tabla 2. Segmentación de clientes Comertex S.A

MATERIA PRIMA	PRODUCTO TERMINADO
Confección Dotación	Mayoristas PT
Mayoristas MP	
Minoristas MP	
Confección Quirúrgico	Minoristas PT
Publicidad	
Industrial	
Otros (Femenino, Masculino, Infantil y Ropa deportiva)	Grandes superficies

Fuente 2. Comertex S.A.

La descripción de cada uno de los segmentos se encuentra en el *ANEXO C. Descripción de la segmentación de los clientes de COMERTEX S.A.* y en el *ANEXO D. Portafolio de productos de COMERTEX S.A.*, se encuentra una breve descripción de los productos existentes en las seis (6) líneas de producto conformadas por las dos unidades estratégicas de negocio.

La UEN de materias primas la conforman las líneas de punto, plano y no tejidos; mientras que la de producto terminado esta conformada por las líneas de vestuario, hogar y calzado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El mercado se ha vuelto cada vez más fluctuante y difícil de predecir; para lograr ajustarse rápidamente a las necesidades de los clientes y adaptarse a los cambios, las empresas deben utilizar su centro de distribución como la forma de integrar y conectar a todos los socios en la cadena de suministro, permitiendo que los productos sean entregados al cliente cada vez más rápido (Ling-Feng Hsieh y Yi-Chen Huang³⁰, 2011).

La cadena de suministro ha sido definida como el punto clave para la integración de los procesos desde los proveedores hasta el consumidor final (Stock y Lambert³¹, 2001), siendo la logística parte importante de esta integración, como la encargada de todas las actividades relacionadas con el traslado y almacenamiento de productos que tienen lugar tanto dentro como fuera del CEDI (Ballou³², 1991). Por consiguiente, los centros de distribución, son elementos claves en la eficiencia de la cadena de suministro (J. Renaud y A. Ruiz³³, 2007) y desde un punto de vista estratégico, tanto la productividad como la rentabilidad de dichos centros son el resultado de las decisiones tomadas en la tecnología y diseño de los sistemas de almacenamiento y alistamiento de pedidos (Rouwenhorst³⁴ et al, 2000).

En 1989, Ashayeri J. y Goetschalckx M.³⁵, denominaron alistamiento de pedidos a las actividades por las cuales se extrae una pequeña cantidad de mercancías de un sistema de almacenamiento para satisfacer una serie de órdenes de pedido; definición

³⁰ HSIEH, Ling-Feng, HUANG, Yi-Chen, FAN, Chia-Yun. The Design of Batch Construction Heuristic for Order Picking Systems. 2011.

³¹ STOCK, J. R., y LAMBERT, D. M. Strategic Logistics Management. 2001.

³² BALLOU, R. H. Logística Empresarial. Control y Planificación. Madrid, 1991.

³³ RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

³⁴ ROUWENHORST, B., et al. Warehouse design and control: Framework and literature review. 2000. Citado por: RENAUD, Jaques y RUIZ, Ángel. En: Improving product location and order picking activities in a distribution center. 2007.

³⁵ ASHAYERI, J; GOETSCHALCKX, M. Classification and design of order picking. 1989, p.99–106.

que se ha mantenido durante años; pues en el 2007, De Koster, Le-Duc, y Roodbergen³⁶ lo concebían como el proceso de recuperación de mercancía requerida del área de almacenamiento de acuerdo a las órdenes de los clientes; en el 2009, Y. Merkuryev, A. Burinskiene y G. Merkuryeva³⁷ hablaban básicamente de la recuperación de los productos (ubicados en lugares específicos), de acuerdo a los pedidos de los clientes y en el 2011, Yossi Bukchin, Eugene Khmelnitsky y Pini Yakuel³⁸ manifestaron que se trataba del proceso de recuperar los productos procedentes de ubicaciones específicas en el almacén, con el fin de satisfacer la demanda. Teniendo finalmente como propósito completar con éxito las órdenes de pedidos de los clientes mediante la selección de la cantidad apropiada de material procedente de un almacenamiento prediseñado (Yavuz A. Bozer y John A. White³⁹, 1990).

El alistamiento es cada vez más importante en la cadena de suministro, tanto desde el punto de vista del sistema de producción, como en lo que respecta a actividades de distribución (es decir, la preparación de productos para el cliente final), (Marco Melacini, Sara Perotti y Angela Tumino⁴⁰, 2010). Esta importancia se debe a que el proceso puede implicar hasta un 60% de todas las actividades y ser responsable de más del 65% de los gastos operativos de un almacén afirmaron en el 2005, Gademann y Van de Velde⁴¹. Mientras que en el 2006, Bartholdi y Hackman⁴² expresaron que el alistamiento es el proceso principal en los centros de distribución consumiendo más del

³⁶ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

³⁷ MERKURYEV Y.; BURINSKIENE, A.; MERKURYEVA G. Simulation-Based Case Studies in Logistics. En: Warehouse Order Picking Process. 2009.

³⁸ BUKCHIN, Yossi; KHMELNITSKY, Eugene; YAKUEL, Pini. Optimizing a dynamic order-picking process. 2011.

³⁹ BOZER, Yavuz A. ; WHITE, John A. Design and performance models for end-of-aisle order picking systems. 1990.

⁴⁰ MELACINI, Marco; PEROTTI, Sara; TUMINO, Angela. Development of a framework for pick-and-pass order picking system design. 2010.

⁴¹ GADEMANN, N. y DE VELDE, Van, S. Order batching to minimize total travel time in a parallel-aisle warehouse. 2005. Citado por: BUKCHIN, Yossi; KHMELNITSKY, Eugene; YAKUEL, Pini. En: Optimizing a dynamic order-picking process. 2011.

⁴² BARTHOLDI John J. y HACKMAN, Steven T. Warehouse and distribution science. 2006.

55% del costo de operación. Por tanto, la diferencia entre las utilidades y pérdidas dependen de qué tan bien se ejecuten las operaciones del alistamiento de pedidos (Modern Materials Handling⁴³, 1981).

El alto consumo de costos y actividades del proceso, revela la importancia de mejorar la eficiencia del mismo. La mayoría de los esfuerzos para mejorar la eficiencia operativa del alistamiento de pedidos pueden estar categorizados en uno de los tres grupos de las políticas de alistamiento: ruteo, el procesamiento por lotes y la asignación de almacenamiento (K.J. Roodbergen y I.F.A. Vis⁴⁴, 2005). En el mismo año (2005), Hsieh y Tsai ⁴⁵ experimentaron los efectos entre 0 y 10 pasillos transversales, bajo diferentes densidades de alistamiento, con lo cual justificó que la cantidad apropiada de pasillos transversales, acompañado de la planificación de la asignación de almacenamiento, tiene un efecto destacado en la reducción de la distancia total en el proceso, por ende, la adición adecuada de dos o tres pasillos transversales es el mejor diseño para mejorar la eficiencia en la preparación de pedidos y la tasa de utilización del espacio. Sin dejar por alto que desde el año 2000, Kees Jan Roodbergen y René De Koster⁴⁶ habían afirmado que la distribución física de un almacén, puede incidir en la disminución del tiempo de manejo de órdenes por medio de la reducción del tiempo de viaje.

Un objetivo común para el proceso de alistamiento de pedidos, es aumentar el nivel de servicio sujeto a las limitaciones de los recursos, tales como: mano de obra, máquinas y

⁴³ Modern Materials Handling, Split-Case Order Picking-How to Tackle the Problem. 198, p. 63- 71. Citado por: BOZER Yavuz A. y WHITE John A. Design and performance models for end-of-aisle order picking systems. 1990.

⁴⁴ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

⁴⁵ HSIEH, Ling-feng; TSAI, Lihui. The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency. 2005.

⁴⁶ ROODBERGEN, Kees Jan; DE KOSTER, René. Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. 2000.

capital (Kees Jan Roodbergen y Iris F. A. Vis⁴⁷, 2005), por tal razón, el diseño cuidadoso y el control del sistema de preparación de pedidos se hace necesario, sumando a lo enunciado que dicho control permitiría minimizar el tiempo de recoger un pedido, mientras que se maximiza el uso del espacio y recursos, así como la accesibilidad a todos los productos (Felix T.s Chan y H.K Chan⁴⁸, 2010).

La productividad del alistamiento de pedidos es definida como los artículos recogidos por hora hombre (Felix T.s Chan y H.K Chan⁴⁹, 2010); dependiendo de factores tales como los sistemas de almacenamiento (estantería), la distribución física del área y los mecanismos de control (Jan Kees Roodbergen y Rene De Koster⁵⁰, 2001). La productividad de dicho proceso suele ser baja principalmente por la existencia de órdenes de pequeño tamaño, con gran variedad de artículos; el amplio rango de volumen de las órdenes de pedidos, debido a la estacionalidad o las promociones y finalmente, por los artículos con movimiento alto, medio y bajo que son almacenados en los mismos lugares y niveles de las estanterías, luego, los recolectores deben viajar largas distancias gastando mayor tiempo en el alistamiento de los artículos más urgentes, almacenados en altos niveles de la estantería (Felix T.s Chan y H.K Chan⁵¹, 2010).

Por otro lado, James A. Tompkins⁵² (1996) analizó que el tiempo requerido para alistar una orden se distingue por tres grandes componentes: el tiempo de recorrido entre productos, el tiempo de recolectarlos y las actividades restantes; en el 2005, Kees Jan

⁴⁷ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

⁴⁸ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2010.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ ROODBERGEN, K.J.; DE KOSTER, R. Routing order pickers in a warehouse with a middle aisle. European Journal of Operational. 2001.

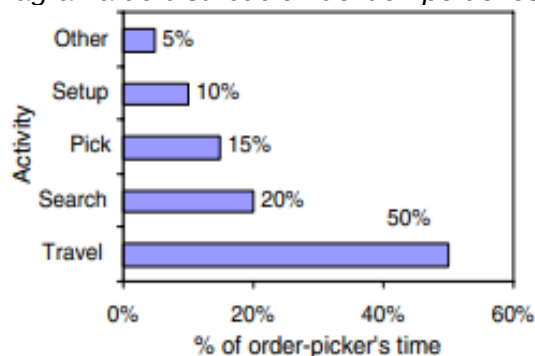
⁵¹ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Ibid.

⁵² TOMPKINS J.A., WHITE J.A., BOZER Y.A., FRAZELLE E.H., TANCHOCO J.M.A. y TREVINO J.. Facilities Planning. New York, 1996.

Roodbergen e Iris F. A. Vis⁵³, también hablaban de estos componentes y enunciaron que las actividades restantes encierran: recoger un vehículo de selección, la adquisición de información y dejar listos los pedidos para que la compañía de transporte los lleve una vez el alistamiento se haya completado. De hecho, cerca del 50% del tiempo total del alistamiento de pedidos, se gasta en recorridos de acuerdo al diagrama de distribución del tiempo de los alistadores (J.A. Tompkins⁵⁴ et al, 1993),

Figura 1. Diagrama de distribución del tiempo de *los alistadores*. El tiempo requerido para recoger los productos y las actividades restantes, es influenciado por aspectos como el tipo de estantería elegido y la capacitación del personal (Kees Jan Roodbergen y Iris F. A. Vis⁵⁵, 2005).

Figura 1. Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores



Fuente 3. Design and control of warehouse order picking: A literature review, 2006

Identificado el alistamiento de pedidos, como el proceso más laborioso y costoso de los almacenes (De Koster, Le-Duc, y Roodbergen⁵⁶ de 2007) y entendiéndolo además, como un elemento crítico en el éxito de las compañías; cuanto más corto sea el tiempo

⁵³ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

⁵⁴ TOMPKINS, J.A., WHITE, J.A., BOZER, Y.A., FRAZELLE, E.H. y TANCHOCO, J.M.A. Facilities Planning. 2003. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

⁵⁵ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

⁵⁶ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Op. Cit. 25.

de esperar una orden, mayor será la oportunidad de ventas (Felix T.s Chan y H.K Chan⁵⁷ de 2010). En otras palabras, tiempos cortos en la recuperación de pedidos, implican una gran flexibilidad en el manejo de cambios de última hora en las órdenes, de lo cual se concluye, que minimizar el tiempo de alistamiento, es un requisito para cualquier sistema de alistamiento de pedidos (Kees Jan Roodbergen y Iris F. A. Vis⁵⁸, 2005).

En La Société des alcools du Québec (SAQ), la única corporación del estado, responsable de comercializar bebidas alcohólicas en Québec (Canadá), la cual doblo el número de productos comercializados en los últimos diez años, pasando de 3851 productos en 1996 a 7633 en el año 2005. Su red de distribución también creció de 494 puntos de ventas en 1996 a 806 en el 2005 y sus ventas incrementaron de CAN\$1,31 billones a 2,54 billones desde 1996 al 2005 (Disponible en el reporte anual de SAQS <http://www.saq.com>). Con el fin de incrementar el manejo de grandes volúmenes de productos y como consecuencia de la expansión de la red de distribución, la mayoría de los grandes centros de distribución, incluyendo SAQs, deberán mejorar sus operaciones para el cumplimiento de sus pedidos, a través de un mejor almacenamiento, alistamiento de pedidos y estrategias de ruteo (Petersen y Aase⁵⁹, 2003); demostrando así, que el impacto de estas operaciones es realmente importante en el éxito de compañías de talla mundial.

Adicionalmente la literatura también define que de acuerdo a la variedad de referencias almacenadas y despachadas, se puede establecer el enfoque de las operaciones del almacén (si predomina el alistamiento de pedidos o el almacenamiento) y el nivel de automatización a emplear en el mismo (*ver Gráfico 1*).

⁵⁷ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Op. Cit. p. 27.

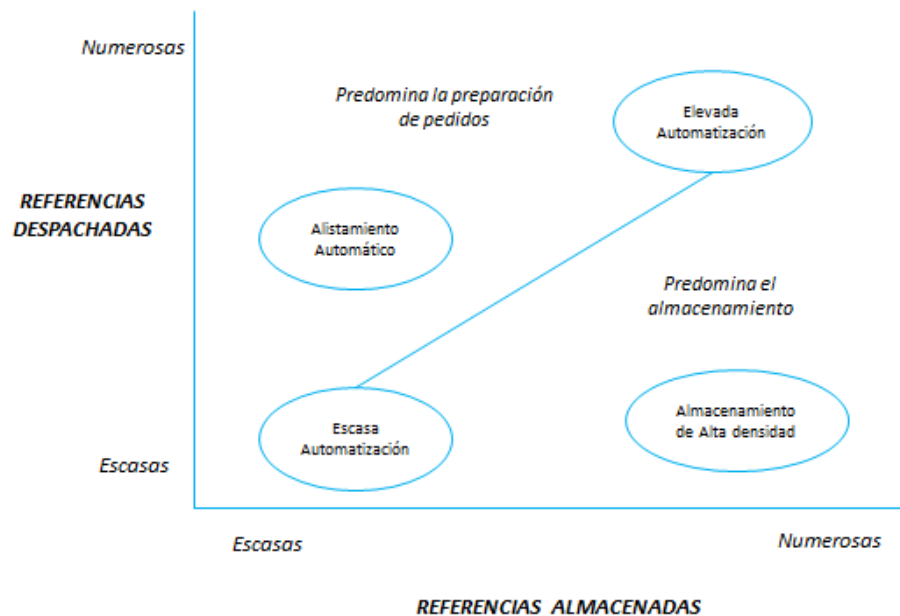
⁵⁸ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

⁵⁹ PETERSEN, Charles G.; AASE, Gerald. A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. 2003.

2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALISTAMIENTO

De acuerdo al movimiento de personas y productos, el proceso de alistamiento se clasifica en sistemas de alistadores a productos (*pickers to parts*), productos a alistadores (*parts to pickers*) y (*put systems*) sistema de distribución de órdenes (YU, Mengfei⁶⁰, 2008) ver Figura 2.

Gráfico 1. Actividad del Picking Vs. Variedad de SKU's



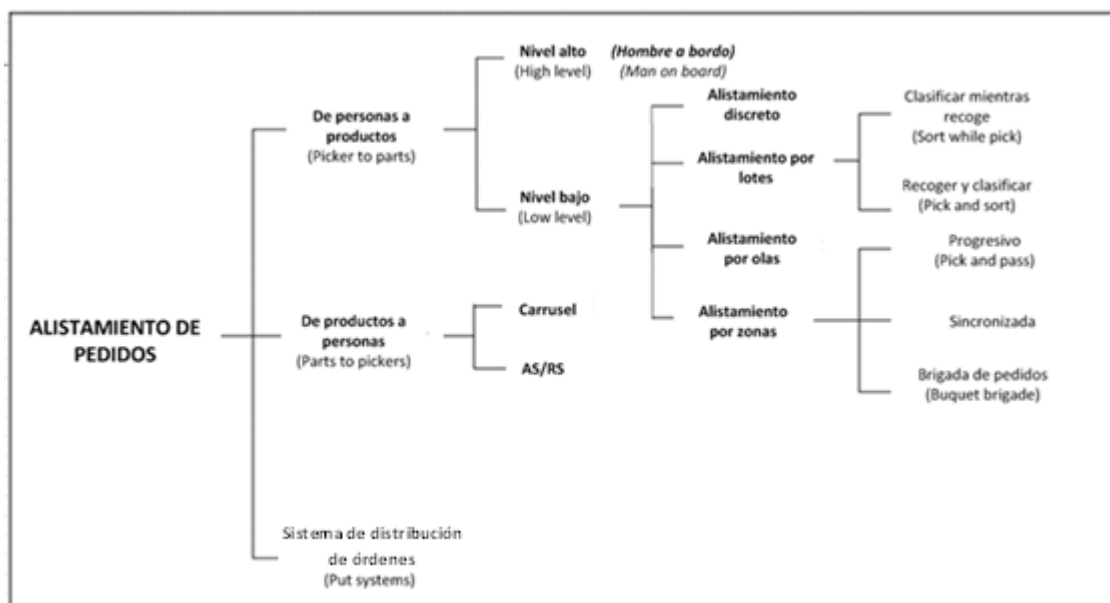
Fuente 4. *Manutención y almacenaje: Diseño, Gestión y Control.* Manuel Cardós Carboneras y otros. Pág 46.

En el sistema de alistadores a productos (usado comúnmente), los alistadores se desplazan a lo largo de los pasillos para recoger los artículos, mientras que en los sistemas de productos a alistadores, los vehículos automatizados recogen una o más

⁶⁰ YU, Mengfei. Enhancing warehouse performance by efficient order picking, 2008.

unidades de carga y las hacen llegar a un depósito donde un alistador toma el número requerido de unidades. (Pyung-Hoi Koo⁶¹, 2008).

Figura 2. Clasificación de los sistemas de alistamiento de pedidos (De Koster, 2004).



Fuente 5. Modificado de YU, Mengfei. Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. China; SE, 2008, p. 18

En el ANEXO E. Clasificación de los sistemas de alistamiento productos a recolectores y sistema de distribución de órdenes. Se encuentra la definición según la literatura de los sistemas productos a alistadores y sistema de distribución de órdenes (put systems).

2.1.1. SISTEMA DE ALISTAMIENTO, ALISTADORES A PRODUCTOS.

2.1.1.1. POLÍTICAS DE ALISTAMIENTO

Petersen⁶² (2000) afirma que la elección de una política de alistamiento puede tener efectos significativos en la eficiencia y el costo de un sistema de alistamiento en

⁶¹ KOO, Pyung-Hoi. The use of bucket brigades in zone order picking systems. 2008.

empresas comercializadoras. La selección de una política de alistamiento adecuada es una decisión crítica (De Koster⁶³ et al. 2007).

Las políticas de alistamiento determinan la forma en que los SKU's son agrupadas en órdenes de alistamiento, y posteriormente recogidas de su ubicación en el almacén por uno o varios operarios encargados del proceso. Según Pratik J. Parikh y Russell D. Meller⁶⁴ (2007), existen cinco (5) políticas de alistamiento de pedidos: discreta, por lotes, por zonas, brigadas de pedidos y por olas. Por otra parte, J. Renaud y A. Ruiz⁶⁵ (2007) afirman que existen cuatro (4) procedimientos básicos del alistamiento de pedidos: discreto, por zonas, por lotes y por olas.

- Alistamiento discreto, dedicado o pedido a pedido

En el alistamiento discreto, es decir, en el alistamiento por orden (Felix T.S. Chan y H.K. Chan⁶⁶, 2010), una persona recoge un pedido a la vez. Esta estrategia es adoptada frecuentemente debido a la facilidad en la implementación y la integridad del pedido que siempre mantiene (J Renaud y A Ruiz⁶⁷, 2007).

En este tipo de alistamiento, los preparadores de pedidos, por lo general, escogen una orden por recorrido y esto tiene como consecuencia, una distancia recorrida y un tiempo de recuperación más largos. Se utiliza principalmente cuando los pedidos son muy grandes (Felix T.S. Chan y H.K. Chan⁶⁸, 2011).

⁶² PETERSEN, Charles G. Evaluation Of Order Picking Policies For Mail Order Companies. U.S.A, 2000.

⁶³ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J.Op. Cit., p 25.

⁶⁴ PARIKH A., Pratik J. y MELLER B, Russell D. Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. 2007.

⁶⁵RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

⁶⁶ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Op. Cit., p.27.

⁶⁷RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

⁶⁸ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Op. Cit., p.27.

Según Ashish Bhatnagar⁶⁹ es el método más común y consiste en alistar orden a orden a medida que se van presentando o priorizándolas según la fecha de entrega.

- Alistamiento por lotes

El alistamiento por lotes es una política que reúne los mismos artículos de órdenes diferentes para posteriormente ser recogidos al tiempo, generando una disminución de las distancias de viaje y en el tiempo de recogida de los artículos, afirman Che-Hung, Lin y Luan-Yuan, Lu⁷⁰ (1999). Según J. Renaud y A. Ruiz⁷¹ (2008) en el alistamiento por lotes, una persona puede recoger varias órdenes al mismo tiempo; es decir, varias órdenes son puestas en lotes o agrupadas y un operario es el encargado de recoger todos los artículos del lote de pedidos (Pratik J. Parikh, Russell D. Meller⁷², 2008).

Existen dos tipos de alistamiento por lotes: recoger y clasificar y clasificar mientras se recoge (Thompkins⁷³ et al., 2003).

En el alistamiento por *lotes recoger y clasificar*, los operarios encargados de seleccionar los artículos no realizan la clasificación de los productos en las órdenes de los clientes en el mismo momento, estos lo clasifican después recoger todos los productos. Dicha situación puede ocurrir cuando la capacidad de los equipos de alistamiento es limitada y no permite que los

⁶⁹ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

⁷⁰ CHE-HUNG, Lin, LUAN-YUAN, Lu. The procedure of determining the order picking strategies in distribution center, 1999.

⁷¹ RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

⁷² PARIKH, P. J. y MELLER, R. D. Selecting Between Batch and Zone Order picking Strategies in a Distribution Center. Transportation Research Part E. 2008, p. 696 - 719.

⁷³ TOMPKINS, J.A., WHITE, J.A., BOZER, Y.A., FRAZELLE, E.H. y TANCHOCO, J.M.A. Facilities Planning. 2003. Citado por: PARIKH, Pratik J. En: Designing Order Picking Systems for Distribution Centers. 2006.

recolectores clasifiquen los productos, por lo tanto, posteriormente estos son consolidados y agrupados por orden, a través de un sistema manual o automatizado de clasificación. La política de alistamiento por *lotes recoger y clasificar* mantiene una tasa alta de recogida (artículos recogidos por unidad de tiempo) por parte de los operarios (debido a que no está el proceso de clasificación durante el alistamiento), sin embargo, requiere posteriormente de otra persona que se encargue de la clasificación⁷⁴.

En contraste, la política de *clasificar mientras se alista*, define que los operarios recogen y clasifican simultáneamente los artículos de un pedido. Tal situación se puede presentar si la capacidad del vehículo en el que se está recogiendo es lo suficientemente grande como para clasificar los ítems mientras éstos se seleccionan. Con esta política se reduce la tasa de recogida de los operarios, sin embargo, elimina la necesidad de uno adicional encargado de la clasificación. Por lo tanto, existe un equilibrio entre la tasa de recogida y la exigencia de un sistema de clasificación⁷⁵.

Clasificar mientras se alista puede ser utilizado, por ejemplo cuando la mayoría de los pedidos, suelen ser pocos y pequeños artículos. En este caso, un recolector de pedidos puede usar un carrito de compras cargando un número de recipientes, de tal manera que los productos de una misma orden pueden ponerse en un mismo recipiente. La ventaja de esta estrategia es que no se necesita clasificar después de haber recogido. Por otro lado, en algunos casos se requiere recoger y después clasificar, por ejemplo, cuando se quiere hacer eficiente la recogida en el carrito, aprovechando al máximo la capacidad de almacenamiento del mismo. Cuando todas las órdenes se ponen dentro

⁷⁴ PARIKH, Pratik; MELLER, Russell. Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. 2007

⁷⁵ Ibid.

de un solo recipiente, se requiere clasificar después los productos para cada orden individual (Gademann, Van Den Berg y Van Der Hoff⁷⁶, 2000).

Tras la comparación de diferentes métodos de alistamiento por lotes, se concluyó que el desarrollo inteligente de esta política de alistamiento trae consigo una reducción significativa del tiempo de alistamiento de pedidos (Gibson y Sharp⁷⁷, 1992), afirmación que fue ratificada por De Koster⁷⁸ et al., en 1999 y por Petersen⁷⁹ en el 2000.

A través del tiempo, la literatura ha destacado las ventajas de la política de alistamiento por lotes, por encima de las demás. Ackerman⁸⁰ en 1990 identificó que los tres enfoques básicos para el alistamiento son: pedido a pedido, por lotes y por zonas. Choe⁸¹, en 1991 aseguró que existen básicamente dos criterios para el loteo: la proximidad de los lugares de recogida y la ventana de tiempo. La proximidad del procesamiento por lotes minimiza el tiempo de recorrido, mientras que considerar la ventana de tiempo optimiza el desempeño del proceso, con el fin de cumplir una fecha límite para la entrega de los pedidos. Gibson y Sharp⁸² en 1992, propusieron diversos procedimientos y encontraron un ahorro del 12% de distancia recorrida con un procesamiento por lotes de una sola pasada.

⁷⁶ GADEMAN, A.J.R.M., VAN DEN BERG, Jeroen P. y VAN DER HOFF, Hassan H.

⁷⁷ GIBSON, D. R. and SHARP G. P., "Order batching procedures," *European Journal of Operational Research*, 58(1). 1992, p. 57-67. Citado por: HO, Ying-Chi y LIU, Chi-Fong. En: A design methodology for converting a regular warehouse into a zone-picking warehouse. 2005.

⁷⁸ DE KOSTER, M.B.M., VAN DER POORT, E.S., WOLTERS, M. Efficient orderbatching methods in warehouses. 1999. Citado por: PETERSEN, Charles G.; AASE, Gerald. En: A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. 2003.

⁷⁹ PETERSEN, Charles G. Evaluation Of Order Picking Policies For Mail Order Companies. U.S.A, 2000.

⁸⁰ ACKERMAN, K. B. Practical Handbook of Warehousing, New York, 1990.

⁸¹ CHOE, K.-I. (1991) Aisle-based order pick systems with batching, zoning and sorting. PhD thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.

⁸² GIBSON, D. R. and SHARP G. P., "Order batching procedures," *European Journal of Operational Research*, 58(1). 1992, p. 57-67. Citado por: HO, Ying-Chi y LIU, Chi-Fong. En: A design methodology for converting a regular warehouse into a zone-picking warehouse. 2005.

En 1999, De Koster, et al.⁸³ afirmaron que el procesamiento por lotes ha probado ser fundamental para la eficiencia de las operaciones del alistamiento de pedidos. En el 2000, Charles G. Petersen II⁸⁴ concluyó que del alistamiento por lotes generalmente resultaron disminuciones en los tiempo de recorrido por artículo, sin embargo, en algunas ocasiones la integridad de las ordenes se pierde e incrementa la posibilidad de errores; adicionalmente, si se recoge para luego clasificar y consolidar, se requiere de una espacio adicional en la bodega para ello.

Para el mismo año (2000), A.J.R.M. Gademann, Jeroen P. Van Den Berg y Hassan H. Van Der Hoff⁸⁵ discutieron que el conformar lotes de pedidos en una bodega con pasillos paralelos podría minimizar el tiempo de alistamiento y afirmaron que en muchas de éstas, el número de productos requeridos por el cliente es menor que la unidad de almacenamiento; por tanto, cuando las ordenes individuales consisten en un número de pocos productos, un eficiente alistamiento de pedidos se puede lograr agrupando en lotes las ordenes.

Por otro lado, Gademann, Van Den Berg y Van Der Hoff⁸⁶ también afirmaron que un lote de pedidos puede alistarse en un solo recorrido por la bodega, lo cual implica que el tiempo de viaje por pedido se vea reducido. Según estos autores, el principal problema del alistamiento por lotes, es la manera de agrupar los pedidos de tal forma que permitan un alistamiento eficiente y determinen un único recorrido para cada uno de los lotes. Existen numerosas variables que afectan el alistamiento por lotes, por ejemplo, el entorno en el que se desarrolla, la capacidad del vehículo, el alistamiento semi – automático, manual o automático, el objetivo que se tenga (Gademann, Van Den

⁸³ DE KOSTER R., VAN DER POORT E, Wolters M. Ibid.

⁸⁴ PETERSEN II, Charles G. Evaluation Of Order Picking Policies For Mail Order Companies. U.S.A, 2000.

⁸⁵ GADEMANN, A.J.R.M., VAN DEN BERG, Jeroen P. y VAN DER HOFF, Hassan H. An order batching algorithm for wave picking in a parallel-aisle warehouse. 2000.

⁸⁶ Ibid.

Berg y Van Der Hoff⁸⁷, 2000), la configuración de la bodega, la capacidad de los alistadores, fechas de vencimiento de los pedidos y desequilibrios en las cargas de trabajo (Jinxiang Gu, Marc Goetschalckx y Leon F. McGinnis⁸⁸, 2005).

En el 2005, Jinxiang Gu, Marc Goetschalckx y Leon F. McGinnis⁸⁹, también consideraron el alistamiento por lotes como uno de los métodos más empleados, junto con pedido a pedido, alistamiento por zonas y alistamiento por lotes con zonas. Estos autores afirman a su vez que lo más delicado de la política de lotes es la agrupación de las órdenes de pedido, donde cada lote deberá ser recogido y acumulado para el posterior empaque y despacho durante una ventana de tiempo específica o una ola de alistamiento; la programación del despacho de camiones puede depender de cómo se agrupen las ordenes, se asignen a olas de alistamiento y viceversa; también afirmaron que el tiempo requerido para la recolección de los artículos en cualquier lote no deberá exceder la ventana de tiempo o la duración de la ola, y para determinar la división en lotes, debe conocerse la configuración de la bodega, los tiempos en los que se realizan las olas y el perfil del conjunto de ordenes a agrupar, contemplando restricciones como la capacidad de los alistadores, fechas de vencimiento del pedido y desequilibrios en las cargas de trabajo.

Jinxiang Gu, Marc Goetschalckx y Leon F. McGinnis⁹⁰ también argumentaron que es difícil sacar conclusiones generales, puesto que el rendimiento de la política depende en gran medida de factores tales como las políticas de asignación de las ubicaciones en el almacenamiento, la estrategia de ruteo, la estructura de las órdenes y el tamaño de lote máximo.

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ GU, Jinxiang, GOETSCHALCKX, Marc, MCGINNIS, Leon F. Research on warehouse operation: A comprehensive review. U.S.A., 2005.

⁸⁹ GU, Jinxiang, GOETSCHALCKX, Marc, MCGINNIS, Leon F., Op. Cit.36.

⁹⁰ Ibid.

En el 2012, según Sebastian Henn, Sören Koch y Gerhard Wäscher⁹¹ el procesamiento por lotes reduce el tiempo total requerido para recoger los artículos demandados y de acuerdo a la experiencia, esto puede resultar significativo en el momento de ahorrar costos de mano de obra y en la reducción del tiempo de entrega de las órdenes a los clientes; lo autores recomiendan que si el número de órdenes de pedido es muy grande para procesar cada orden por separado en un tiempo apropiado, estos pedidos pueden ser combinados por lotes.

Henn, Koch y Wäscher⁹² también manifestaron que la preparación de pedidos se realiza generalmente con la ayuda de un equipo de recogida, por consiguiente, los pedidos del cliente se pueden combinar hasta que la capacidad del equipo de alistamiento se agote, esta capacidad se define generalmente por un número de elementos. También señalaron que la división de un pedido de cliente en dos o más lotes está prohibida, puesto que esto daría lugar a un esfuerzo adicional de clasificación inaceptable. Un criterio para combinar los pedidos contemplado por De Koster, Roodbergen y Le-Duc⁹³ (2007), también es el procesamiento por lotes de acuerdo a una ventana de tiempo, y puede llevarse a cabo en dos variantes diferentes, el procesamiento por lotes a partir de una ventana de tiempo fija o una variable; en la ventana de tiempo fija se agrupan todos los pedidos que llegan durante un intervalo de tiempo particular y se asignan a un lote, mientras que en la ventana de tiempo variable, el preparador de pedidos espera a que un determinado número de ordenes lleguen, para recoger todos los elementos en un recorrido resultado de la unión de las órdenes.

- Alistamiento por zonas

⁹¹ HENN, Sebastian, KOCH Sören and WÄSCHER, Gerhard. Warehousing in the global supply chain. Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems. Capítulo 6: Order Batching in Order Picking Warehouses: A survey of solution Approaches. 2012.

⁹² HENN, Sebastian, KOCH Sören and WÄSCHER, Gerhard. Op. Cit. 37.

⁹³ DE KOSTER R, LE-DUC T, ROODBERGEN K. Op. Cit., 25.

El alistamiento por zonas consiste en la división de toda el área de alistamiento de la bodega en un determinado número de áreas más pequeñas (zonas) las cuales son asignadas a uno o varios operarios encargados del alistamiento para que éstos recojan los artículos que se requieren y se encuentran almacenados en dicha zona, según Meng Fei Yu⁹⁴ (2008).

- Alistamiento por brigada de pedidos

Por su nombre en inglés (bucket brigade order picking (BB picking)) brigada de pedidos. Esta política puede ser vista como una versión de la zonificación progresiva, en el que los tamaños de la zona son variables y donde es la carga de trabajo, la que define la zona. Una asignación equilibrada de trabajo se logra si los trabajadores están posicionados del más lento al más rápido, a lo largo de la línea de la dirección del flujo de trabajo (Bartholdi y Eisenstein⁹⁵ 1996; 2005; 2007; Bartholdi y Gue⁹⁶ 2000; Bartholdi et al⁹⁷ 2001).

BB también se puede aplicar para ordenar los procesos de recolección, suponiendo que los productos se almacenan en un estante, agrupados en una línea. El alistamiento se lleva a cabo por los recolectores a lo largo del estante de almacenamiento y cuando el selector de la última orden completa un pedido, lo lleva al final (por ejemplo, hacia una cinta transportadora) y vuelve a hacerse cargo de la orden del selector anterior, que a su vez camina hacia atrás y se hace cargo de la orden

⁹⁴ YU, Mengfei. Op. Cit. 13.

⁹⁵ BARTHOLDI, J. y EISENSTEIN, D. Using bucket brigades to migrate from craft manufacturing to assembly lines. 2005. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

⁹⁶ BARTHOLDI, J. y GUE, K.R. Reducing labor costs in an LTL cross-docking terminal. 2000. p. 823-832. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

⁹⁷ BARTHOLDI, J., EISENSTEIN, D. y FOLEY, R. Performance of bucket brigades when work is stochastic. 2001. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

del selector predecesor. El proceso continúa hasta que el selector de la primera orden inicia una nueva⁹⁸.

- **Alistamiento por olas**

En el alistamiento por olas, los pedidos se recogen para cumplir calendarios de envío (J. Renaud y A. Ruiz⁹⁹, 2007). Es utilizado comúnmente para órdenes de un solo destino (por ejemplo, la salida de un vehículo determinado en un tiempo fijo) que son liberadas al mismo tiempo para que sean alistadas en múltiples zonas del almacén; generalmente (pero no necesariamente), esta política es combinada con el alistamiento por lotes (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergen¹⁰⁰, 2007). En olas, los alistadores continuamente recogen los artículos requeridos en sus zonas y una ola de pedidos a alistar solo puede comenzar cuando la anterior haya finalizado (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergen¹⁰¹, 2006).

Todas las políticas mencionadas son bien conocidas y prueban su influencia en la mejora de la eficiencia del proceso de alistamiento; sin embargo, el desempeño de las mismas depende en gran medida del almacén, las características de las órdenes y de la capacidad de alistamiento (Dukic y Oluic¹⁰², 2007). *ANEXO F. Profundización y generalidades de las políticas de alistamiento.*

2.1.1.2. POLÍTICAS DE RUTEO

⁹⁸ YU, Mengfei. Op. Cit., p. 37.

⁹⁹ RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

¹⁰⁰ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹⁰¹ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Op. Cit., p. 13.

¹⁰² DUKIC, G. y OLUIC C. Order-picking methods: improving order-picking efficiency. 2007.

En el 2005, Kees Jan Roodbergen e Iris¹⁰³ F. A. Vis determinaron la definición de rutas como los desplazamientos del alistador de un lugar a otro para recoger los productos, actividad en la que generalmente el alistador gasta una gran parte del tiempo.

Las políticas de ruteo indican la secuencia de cómo deben ser recogidos los productos en cualquier recorrido (Felix T.s Chan y H.K Chan¹⁰⁴, 2010). Su objetivo es marcar la secuencia de los artículos que están en la lista a recoger, con el fin de asegurar una buena ruta a través del almacén (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergen¹⁰⁵, 2007). Esta definición fue respaldada también en el 2007, por Renaud y A. Ruiz¹⁰⁶, quienes afirmaban que las estrategias de ruteo determinan la secuencia en la cual los SKU's de una lista de pedidos serán recogidos, generalmente con el propósito de reducir al mínimo la distancia recorrida por el operario encargado de la selección.

Las políticas de ruteo determinan la secuencia en la que se deben alistar todas las órdenes y la posterior recogida de los productos desde los lugares en que están almacenados por parte de un sólo operario encargado del alistamiento de pedidos (Ling-Feng Hsieha, Yi-Chen Huang¹⁰⁷, 2011). Pueden ser consideradas como métodos heurísticos de solución, que no necesariamente dan la mínima longitud de viaje pero son patrones verosímiles, fáciles de memorizar y seguir; de esta manera, el riesgo de no recoger un artículo es reducido, lo cual finalmente suele ser un aspecto más

¹⁰³ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

¹⁰⁴ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Op. Cit., p. 27.

¹⁰⁵ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Op. Cit., p. 25.

¹⁰⁶ RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

¹⁰⁷ HSIEH, Ling-Feng, HUANG, Yi-Chen, FAN, Chia-Yun. The design of batch construction heuristic for order picking systems. 2011.

importante que una pequeña reducción en la longitud de recorrido (Sebastian Henn, Sören Koch y Gerhard Wäscher, 2012)¹⁰⁸.

El problema de ruteo de los alistadores de pedidos en un almacén puede ser un caso especial del problema del vendedor viajero (Travelling Salesman Problem, TSP) (Lawler¹⁰⁹ et. al., 1985). Un vendedor, inicia en su ciudad de origen, teniendo que visitar un número de ciudades una sola vez y regresar a casa; sabiendo la distancia entre ciudades, este debe determinar el orden de visita, con el fin de recorrer la menor distancia posible (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergen¹¹⁰, 2007).

Cuando un alistador inicia en una estación donde recibe la orden de pedido, tiene que visitar todos los lugares donde debe seleccionar los artículos y finalmente volver a la estación en la cual recibió la lista; en la práctica, el problema de la definición de la ruta del encargado de recoger los pedidos en el almacén, principalmente se resuelve mediante el uso de las heurísticas, las cuales ayudan a trazar la secuencia de los artículos de la lista de alistamiento para asegurar una buena ruta a través del almacén (Felix T.s Chan y H.K Chan¹¹¹, 2010). Existen diversas heurísticas y algoritmos de optimización para diferentes situaciones en las rutas para la preparación de los pedidos, incluso en una misma distribución física (Hall¹¹², 1993).

POLÍTICAS DE RUTEO PARA ALMACENES CON UN BLOQUE

¹⁰⁸ HENN, Sebastian, KOCH Sören and WÄSCHER, Gerhard. Op. Cit., p. 37.

¹⁰⁹ LAWLER, E.L., LENSTRA, J.K., RINNOOY Kan, A.H.G., y SHMOYS, D.B., The traveling salesman problem, 1995, (Chichester: Wiley). Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹¹⁰ DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. Op. Cit., p. 25.

¹¹¹ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Op. Cit., p. 27.

¹¹² HALL, R.W. Distance approximation for routing manual pickers in a warehouse. 1993. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

Consideran la secuencia de desplazamientos para recoger un número de artículos requeridos tan rápido como sea posible, dependiendo de la distribución de la bodega y de las políticas de trabajo.

La desventaja de los algoritmos de ruteo exactos, es que no están disponibles para todos los tipos de distribución de bodega existentes y las rutas que resultan de su implementación pueden llegar a ser muy complicadas para los alistadores¹¹³. Hall¹¹⁴ (1993) notó que los métodos heurísticos pueden desarrollar rutas factibles (cercanas a la óptima) que generan poca confusión en los alistadores. Petersen¹¹⁵ (1997) y Roodbergen¹¹⁶ (2001) destacan los siguientes métodos heurísticos para políticas de ruteo en bodegas de un bloque:

- **En forma de S o transversal.**

Indica que para cualquier pasillo que contenga al menos un artículo por recoger, debe ser recorrido por completo; los pasillos que no contengan ningún artículo por seleccionar, no deben ser recorridos según Tho Le - Duc¹¹⁷. Ver *Figura 3*. Este tipo de política es comúnmente usada en el almacenamiento por clases cuando la densidad de los pedidos es alta, ya que los alistadores pueden visitar más ubicaciones de artículos a recoger en un mismo viaje (Felix Chan y H.K. Chan¹¹⁸, 2010).

¹¹³ VAN NIEUWENHUYSE, Inneke; DE KOSTER, René. Evaluating order throughput time in 2-block warehouses with time window batching, 2009.

¹¹⁴ HALL, R.W. Distance approximation for routing manual pickers in a warehouse. 1993. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹¹⁵ PETERSEN, C.G. An evaluation of order picking routing policies. 1997. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹¹⁶ ROODBERGEN, K.J. Layout and routing methods for warehouses. 2001. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹¹⁷ LE-DUC, Tho. Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

¹¹⁸ CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Op. Cit. 27.

Hall¹¹⁹ (1993) afirmó que la política de ruteo en forma de S es mejor que la política del mayor espacio (*largest gap*) cuando el número de artículos alistados por pasillo es superior a cuatro. Así mismo, Caron¹²⁰ demostró que en las políticas de almacenamiento basadas en el índice COI, la política de ruteo transversal presenta mejor desempeño que la de retorno.

- Política de retorno

En la política de retorno, los alistadores entran y salen por el mismo extremo del pasillo y al igual que la transversal, sólo son recorridos los pasillos que tienen al menos un artículo por recoger de acuerdo a Tho Le-Duc¹²¹. Ver Figura 3. Este tipo de ruteo es comúnmente usado en bodegas con políticas de almacenamiento por clases cuando la densidad de los pedidos es baja (Felix Chan y H.K. Chan¹²², 2010).

- Punto medio

La política de punto medio, divide el almacén en dos secciones. El acceso a los artículos que están ubicados en la primera sección, se da a través del pasillo frontal; mientras que el acceso a los artículos ubicados en la segunda sección se da por el pasillo posterior. En el momento en que el alistador deba pasar a la sección posterior de la bodega, puede hacerlo atravesando el primero o el último pasillo que va a visitar. Esta política es similar a la de

¹¹⁹ HALL, R.W. Distance approximations for routing manual pickers in a warehouse. 1993. Citado por: ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. En: A model for warehouse layout. 2005.

¹²⁰ CARON, F., MARCHET G.; REGO, A .PE. Routing policies and COI-based storage policies in picker-to-part systems. Volumen 36. 1998, p. 713-732.

¹²¹ LE-DUC, Tho. Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

¹²² CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2010.

retorno, la única diferencia es que la bodega está dividida en dos secciones¹²³.

Según Hall¹²⁴ (1993), este método puede llegar a ser mejor que el transversal cuando el número de artículos por recoger por pasillo es pequeño (es decir, en promedio un artículo por pasillo). *Ver Figura 3.*

- El mayor espacio

Descrita por Petersen¹²⁵ (1997) como una política similar a la del punto medio, con la excepción de que el alistador se desplaza por un pasillo hasta que encuentra el espacio más largo dentro del mismo. El espacio representa la separación entre dos artículos ubicados en lugares adyacentes, entre el pasillo frontal y el primer artículo a recoger o entre el último artículo alistado y el pasillo posterior. Si el espacio más grande se encuentra entre dos artículos adyacentes, el alistador toma una ruta de retorno por ambos extremos del pasillo. El mayor espacio en un pasillo es por lo tanto la porción del pasillo que el alistador no recorre. Para llegar al pasillo posterior, se debe recorrer sólo el primero o el último pasillo en el cual exista un producto por seleccionar¹²⁶.

Desde el punto de vista de una implementación, comparada con esta política, la política del punto medio es más sencilla según Tho Le-Duc¹²⁷, adicionalmente, como la política de mayor espacio, no establece una

¹²³ LE-DUC, Tho., Ibid.

¹²⁴ HALL, R.W. Distance approximation for routing manual pickers in a warehouse. 1993. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹²⁵ Petersen, C.G. An evaluation of order picking routing policies. 1997. Citado por: LE-DUC, Tho. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

¹²⁶ LE-DUC, Tho. Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

¹²⁷ LE-DUC, Tho. Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

secuencia de alistamiento rígida en cada pasillo, es muy poco compatible con una política de almacenamiento basada en el índice COI¹²⁸. *Figura 3*

- **Combinada o compuesta**

Propuesto por Petersen (1995¹²⁹, 1997¹³⁰). Esta política combina las mejores características de las políticas de retorno y transversal. Minimiza la distancia de viaje entre los puntos con artículos a recoger más lejanos situados en pasillos adyacentes y determina para cada pasillo si es más corto desplazarse por el pasillo completo (política transversal) o regresarse por el mismo (política de retorno)¹³¹. *Figura 3*.

Para bodegas con múltiples bloques, las políticas de ruteo tienen algunas variaciones, su definición y procedimiento de acuerdo a la literatura.

Al adentrarse en el tema a evaluar en el proyecto, se identificaron en la literatura métodos comunes para la evaluación de las políticas de alistamiento y de rutas, en el *ANEXO G. Métodos de evaluación aplicados para el análisis de políticas de alistamiento y ruteo* se encuentran los métodos utilizados por algunos autores, de lo cual se concluyó utilizar la simulación como método de evaluación mediante el software *flexsim* después de ser seleccionadas las políticas de alistamiento y de establecidos algunos criterios.

Por otro lado, un factor importante a considerar en la evaluación de las políticas de alistamiento es la asignación de ubicaciones de los productos, según Jinxiang Gu, Marc

¹²⁸ CARON, Franco; GINOMARCHET y PEREGO, Alessandro. Optimal layout in low-level picker-to-part systems, 2000.

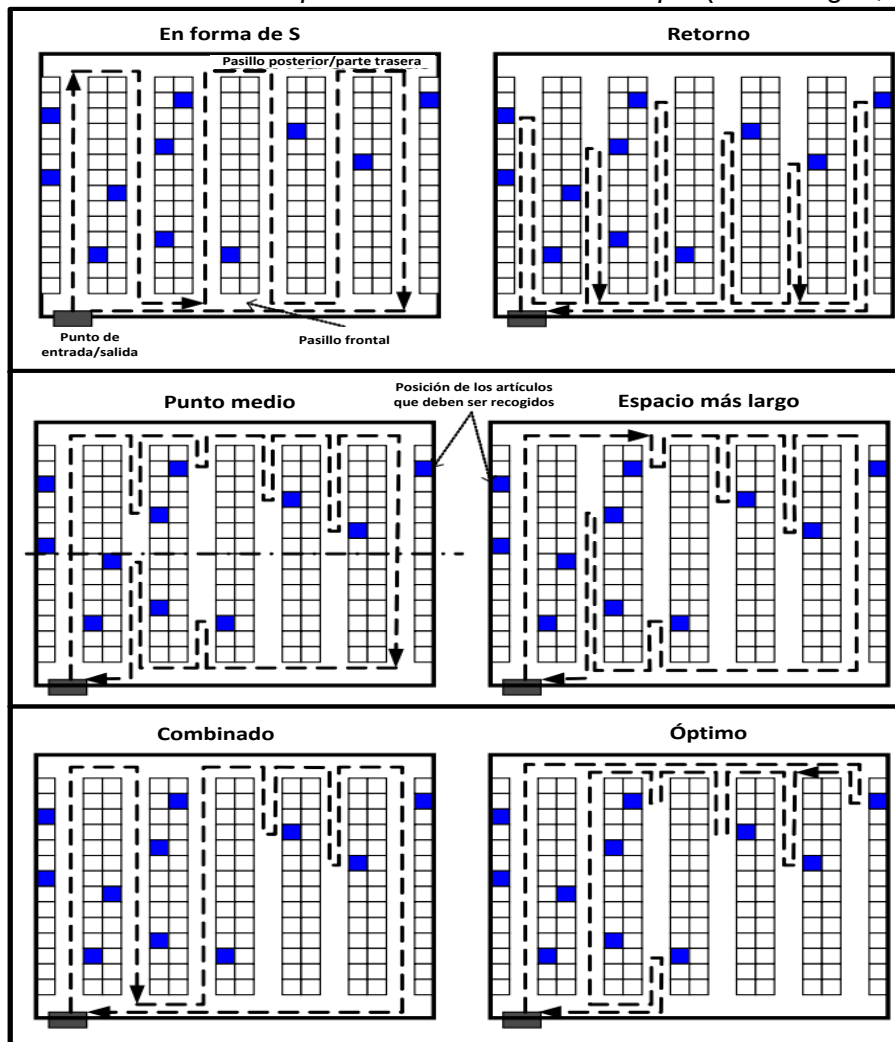
¹²⁹ Petersen, C.G. Routeing and storage policy interaction in order picking operations. 1995. Citado por: LE-DUC, Tho. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

¹³⁰ Petersen, C.G. An evaluation of order picking routing policies. 1997. Citado por: LE-DUC, Tho. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes, thesis, 2005.

¹³¹ LE-DUC, Tho., Ibid.

Goetschalckx y Leon F. McGinnis¹³² (2005) dichas ubicaciones tienen un impacto significativo en el alistamiento de pedidos, lo cual había sido afirmado también por Wäscher G¹³³ en el 2004.

Figura 3. Políticas de ruteo para un almacén de un bloque (Roodbergen, 2001).



Fuente 6. Modificado de *Design and Control of Efficient Order Picking Processes*, 2005, p. 23

¹³² GU, Jinxiang, GOETSCHALCKX, Marc, MCGINNIS, Leon F. Research on warehouse operation: A comprehensive review. U.S.A., 2005.

¹³³ WÄSCHER G. Order picking: a survey of planning problems and methods. Supply chain management and reverse logistics. Berlin, 2004, p. 323–47.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que en Comertex S.A. no se tiene una política de almacenamiento definida, se decidió fijar una para la evaluación de todos los escenarios propuestos.

Los criterios más populares para asignar ubicaciones a los productos según Frazelle¹³⁴ son:

- 1) Popularidad** (definida como el número de operaciones de almacenamiento y recolección para una unidad de tiempo). Los productos de mayor popularidad son ordenados de manera decreciente y las clases de producto con mayor popularidad son asignadas a las mejores ubicaciones.
- 2) Inventario máximo** (definida como el máximo espacio de los productos ubicado en la bodega). Para esta política, se ordenan los productos de manera incremental en cuanto al inventario máximo y los que tengan inventarios máximos más bajos, son los asignados a las ubicaciones más convenientes.
- 3) El índice de volumen por orden de pedido** (*Cube per order index, COI*), toma en consideración tanto la popularidad de los productos, como los espacios de almacenamiento, ordenando el valor del COI de manera incremental. Los productos con el índice más bajo, son almacenados en las ubicaciones más convenientes¹³⁵.

El COI es uno de los métodos más populares usado para el almacenamiento dedicado y es el que más se ha estudiado de forma exhaustiva, según Peterson et al.¹³⁶, 2005.

¹³⁴ FRAZELLE, E.H. World-class Warehousing and Material Handling. McGraw Hill, New York, 2002.

¹³⁵ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002.

¹³⁶ PETERSEN, C. G., Siu, C. y HEISER, D. R. Improving order picking performance utilizing slotting and golden zone storage. 2005, p.997-1012. Citado por: WUTTHISIRISART, Phichet, CHANG, Alec y NOBLE, James S. En: Relation-based Item Slotting. 2010.

Fue propuesto por Heskett (1963 y 1964)¹³⁷ y se define en el 2004 como la razón o proporción del volumen requerido en promedio por el producto para su almacenamiento sobre el número promedio de pedidos diarios en los que se solicita el artículo; los productos con menor valor del índice se ubican lo más cercano posible al punto de salida, según Ballou¹³⁸.

$$COI = \frac{\text{Espacio requerido [m}^3\text{]}}{\text{Promedio de pedido diario}} = \frac{\text{Tamaño individual [m}^3\text{/unid]} * \text{Inventario máx[m}^3\text{]}}{\text{Pedidos al año}/240}$$

Ecuación 1. Índice de volumen por orden, según Ronald Ballou

Según Gu J.¹³⁹ en el 2007, el COI es definido como la proporción del máximo espacio de almacenamiento asignado sobre el número de operaciones de almacenamiento y recuperación por unidad de tiempo, una de las ventajas de la política de COI es que toma en consideración la popularidad de los productos y su espacio de almacenamiento requerido.

El COI para cada artículo se puede encontrar con tres datos básicos¹⁴⁰:

- Tamaño del artículo en metros cúbicos,
- Número esperado de pedidos por año / demandas pronosticadas y
- Nivel de inventario promedio.

Cabe resaltar que los autores, Gibson and Sharp¹⁴¹ y Gray¹⁴² et al., encontraron que la ubicación de los productos de mayor demanda cerca a los puntos de entrada/salida resulta en una mejor eficiencia en las operaciones de alistamiento.

¹³⁷ HESKETT, J.L. Cube-per-order index – a key to warehouse stock location. Transportation and Distribution Management. 1993, p. 27–31.

¹³⁸ BALLOU Ronald. Logística, administración de la cadena de suministro. Quinta edición Pearson. 2004.

¹³⁹ GU J., Goetschalckx M., McGinis Research on warehouse operation: A comprehensive review. 2007, p. 1–21.

¹⁴⁰ CHAN, H.K y CHAN, Felix T. S. Op. Cit., p. 27.

La adopción de estas políticas ha sido considerado generalmente un enfoque de los más intensivos en información, más que el almacenamiento aleatorio, ya que los datos de pedidos y almacenamiento deben ser procesados con el fin de ordenar y asignar los artículos por la disminución de COI (F. CARON, G. MARCHET y A. Pe. REGO¹⁴³, 2000).

La selección de una política de ruteo debe ser un tema de gran atención. Cuando el almacenamiento de los artículos en la bodega se ha realizado con base en el índice COI, la comparación entre las diferentes políticas de ruteo debe considerar una política de almacenamiento que pueda ser asociada o relacionada a cada estrategia de ruteo. Por ejemplo, la política de mayor espacio, la cual no establece una secuencia de alistamiento rígida en cada pasillo, es muy poco compatible con una política de almacenamiento basada en el índice COI¹⁴⁴.

Con referencia a lo anterior, en 1998, Caron¹⁴⁵ demostró que en las políticas de almacenamiento basadas en el índice COI, la política de ruteo transversal presenta mejor desempeño que la política de retorno.

Otra herramienta efectiva para sistemas de diseño y ubicación de almacenes es el análisis EIQ (*Entry Item Quantity*); en el ANEXO H. *Análisis EIQ (Entry Item Quantity)*, se encuentra la definición según la literatura de dicha herramienta.

¹⁴¹ GIBSON, D. R. and SHARP G. P., "Order batching procedures," *European Journal of Operational Research*, 58(1). 1992, p. 57-67. Citado por: HO, Ying-Chi y LIU, Chi-Fong. En: A design methodology for converting a regular warehouse into a zone-picking warehouse. 2005.

¹⁴² Gray, A. E., U. S. Karmarkar and A. Seldmann, "Design and operation of an order-consolidation warehouse models and application," *European Journal of Operational Research*, 59. 1992, p. 3-13. Citado por: HO, Ying-Chi y LIU, Chi-Fong. En: A design methodology for converting a regular warehouse into a zone-picking warehouse. 2005.

¹⁴³ CARON, Franco; MARCHET, Gino y REGO, Pe. Alessandro. Optimal layout in low-level picker-to-part systems, 2000.

¹⁴⁴ Ibid.

¹⁴⁵ Ibid.

2.2. Alistamiento de pedidos, caso Comertex S.A.

A partir de la revisión de literatura realizada, se identificaron características y enfoques alineados a las operaciones de la empresa a estudiar, Comertex S.A., además de ser la base para seleccionar las políticas y los criterios en los cuales se fundamentó la presente investigación.

Teniendo en cuenta la operación de la bodega y de acuerdo a lo encontrado en la literatura (*Gráfico 8. Datos considerados en la entrada y salida de la evaluación.*), se concluyó que en cada centro de distribución de la compañía predomina el almacenamiento sobre el alistamiento. Esto se debe a que en el caso de producto terminado, de 9000 referencias almacenadas, se despachan (en el 80% de los pedidos) entre una (1) y treinta (30) referencias; mientras en materias primas, de 8000 referencias almacenadas, se despachan (en el 81% de los pedidos) entre una y dos referencias; por tanto, se concluye que en sus actividades predomina el almacenamiento y en consecuencia, el alistamiento debe hacerse por toda la bodega; es decir, según la operación actual, no se recomienda la designación de un área específica para el alistamiento de los pedidos.

Para el desarrollo del presente proyecto se decidieron evaluar las políticas de alistamiento por lotes y pedido a pedido (utilizada actualmente) junto con las políticas de ruteo transversal y punto medio; teniendo como fin, conocer el impacto de estas en el tiempo final de la preparación de pedidos ya que según la literatura la disminución del tiempo de alistamiento depende de la planeación de tres aspectos: la ubicación del producto, el loteo de los pedidos y la ruta del alistador (Wäscher G¹⁴⁶, 2004).

¹⁴⁶ WÄSCHER G. Order picking: a survey of planning problems and methods. Supply chain management and reverse logistics. Berlin, 2004, p. 323–47.

La política de alistamiento pedido a pedido fue evaluada debido a que se emplea actualmente en el CEDI principal, por tanto, de la mano del coordinador del centro de distribución principal y el gerente de logística de la compañía, se concluyó la importancia de conocer qué influencia tiene ésta sobre el tiempo de alistamiento respecto a otra de las políticas con mayores efectos en dicha variable (Sebastian Henn, et al. 2012)¹⁴⁷, el alistamiento por lotes; la cual se estableció como una de las más eficientes en pedidos de pocos productos, como es el caso de Comertex S.A., ya que según los datos registrados en el 2011, el 81.90% de los pedidos de materias primas tuvieron únicamente de 1 a 2 referencias.

Concluyendo, el propósito de este estudio es evaluar el desempeño de la política pedido a pedido y por lotes bajo condiciones de operación comparables en términos de tiempo y utilización de recursos.

Por otra parte, según lo encontrado en la literatura, el lote se formará en horas específicas, donde el tamaño del mismo esta definido por la unidad de carga máxima (pallet) y el intervalo de tiempo (a menudo entre 30 minutos a dos horas); también, se consideró para la evaluación de las políticas un almacenamiento basado en el índice COI (*Cube per Order Index*) de cada una de las referencias de consumo frecuente (referencias que representaron la mayoría de las cantidades vendidas en el 2011). La asignación de ubicaciones bajo este índice se seleccionó de la mano de la compañía, pues se consideró que era importante tener en cuenta tanto la popularidad, como los espacios de almacenamiento de los productos en el momento de asignar ubicaciones.

¹⁴⁷ HENN, Sebastian, KOCH Sören and WÄSCHER, Gerhard. Warehousing in the global supply chain. Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems. Capítulo 6: Order Batching in Order Picking Warehouses: A survey of solution Approaches. 2012.

Teniendo en cuenta que Caron¹⁴⁸ demostró que en las políticas de almacenamiento basadas en el índice COI, la ruta transversal presenta mejor desempeño que la política de retorno y que según Hall¹⁴⁹ (1993), la política de punto medio, puede llegar a ser mejor que la transversal cuando el número de artículos a recoger por pasillo es pequeño. Se decidieron evaluar en el presente proyecto las políticas transversal y de punto medio (para un solo bloque), tomando como pauta la sencillez de aplicación y la compatibilidad con el criterio de ubicación (*índice de volumen por orden, COI*) utilizado.

2.3. Desarrollo metodológico

La propuesta de William H. Newman proviene de la Teoría Clásica de la Administración, ésta afirma que el proceso de planeación inicia con la determinación de un diagnóstico relativo a un determinado problema, lo que implica básicamente que la planeación debe resolver problemas u objetivos reales, mas no especulaciones; enfatiza en la necesidad de encontrar probables soluciones alternativas para orientar las actividades de planeación; posterior a la elección de las soluciones alternativas, propone la realización de unos posibles escenarios de los resultados para cada acción seleccionada, con el interés de determinar las posibilidades reales de solución de problemas inherentes a ellas y finalmente, una vez que éstas se hayan evaluado, se procede a preparar el objetivo estratégico, dando sentido a la acción planificadora (Álvarez, 2002)¹⁵⁰.

De acuerdo a lo anterior, en el tercer capítulo de este proyecto se presenta el impacto de las actividades en el proceso de alistamiento en términos de tiempos por medio de

¹⁴⁸ CARON, F., MARCHET G.; REGO, A .PE. Routing policies and COI-based storage policies in picker-to- part systems. Volumen 36. 1998, p. 713-732.

¹⁴⁹ HALL, R.W., Distance approximation for routing manual pickers in a warehouse. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

¹⁵⁰ ÁLVAREZ GARCÍA, I. Planificación y desarrollo de proyectos sociales y educativos. Limusa: México, 2002.

estudios de muestreo del trabajo, los cuales permitieron analizar el proceso e identificar tanto debilidades como ineficiencias a partir de las cuales se recopilaban las causas y se dio cumplimiento a la primera etapa del modelo de planeación, el diagnóstico de la situación a evaluar. En los capítulos dos y cuatro se encuentra lo que H. Newman llama soluciones alternativas, puesto que en éstos se registró tanto la revisión de literatura como algunas buenas prácticas en el alistamiento de pedidos. A partir de lo encontrado en la literatura, contrastado con el estado actual de la compañía, se seleccionaron cuatro posibles estrategias, dos políticas de alistamiento y dos políticas de ruteo, que fueron evaluadas en cuatro escenarios, cuyo desarrollo y resultados, están compilados en el quinto y sexto capítulo del presente libro.

Cabe resaltar que para la realización del proyecto la metodología utilizada por Felix T.S. Chan y H.K. Chan (2010) en el artículo *“Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage”* fue una guía importante ya que en tal investigación se evalúan las políticas de alistamiento, tomando dentro de uno de sus escenarios un almacenamiento basado en el índice de volumen por orden, política propuesta y constante en los escenarios evaluados en la presente investigación. Adicionalmente, los autores tienen en cuenta uno de los factores relevantes en el sistema de almacenamiento del caso Comertex y es el almacenamiento multinivel, para finalmente, por medio de una serie de simulaciones evaluar el desempeño de las políticas de alistamiento y de rutas, en función del tiempo de recuperación de los productos (variable de desempeño en la simulación del presente proyecto).

3. IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES EN EL TIEMPO DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS

Con el propósito de identificar las actividades que influyen significativamente en el proceso de alistamiento de pedidos en los centros de distribución (ubicados en Bogotá y Girón) de la empresa Comertex S.A., se decidió medir el impacto de dichas actividades en el proceso utilizando el muestreo de trabajo como método para determinar y analizar las proporciones de tiempo que consumen cada una de ellas.

De acuerdo a esto, se realizaron dos (2) estudios de muestreo de trabajo (MP y PT) donde se reflejó la distribución del consumo de tiempo de cada una de las actividades con interés a estudiar en los centros de distribución. Resaltando que el proceso de alistamiento de pedidos difiere radicalmente entre un almacén y otro, de acuerdo al tipo de mercancía que se maneja, en el CEDI de Girón se distribuye principalmente materia prima y en el de Bogotá, producto terminado.

Los resultados de los estudios realizados permitirán conocer las actividades que presentan mayor consumo de tiempo en el proceso de alistamiento, tanto para la unidad estratégica de negocio de materias primas como de producto terminado. A partir de esto, la compañía tendrá bases más sólidas para la toma de decisiones a corto plazo que estén en pro del mejoramiento del proceso.

Según Heizer y Render¹⁵¹, el procedimiento para el muestreo del trabajo se resume en cinco pasos:

1. Tomar una muestra preliminar para obtener una estimación del valor del parámetro (como el porcentaje de tiempo que el empleado está ocupado).
2. Calcular el tamaño de muestra requerido.

¹⁵¹ HEIZER, Jay y RENDER, Barry, Op. Cit., p. 399.

3. Preparar el programa para observar el trabajador en los tiempos adecuados. El concepto de números aleatorios se usa para proporcionar la observación aleatoria.
4. Observar y registrar las actividades del trabajador.
5. Determinar cómo usan su tiempo los trabajadores (casi siempre como porcentaje).

La profundización teórica del estudio de muestreo de trabajo bajo la cual se estructuró el estudio esta descrita en el *ANEXO I. Fundamentación teórica del estudio del muestreo de trabajo.*

3.1. Generalidades del estudio realizado

La etapa inicial del muestreo de trabajo constó en la socialización del mismo a todo el personal que opera en el CEDI respectivo, con el objetivo de aclarar la razón por la que se realizaba dicho estudio y la importancia de mantener un comportamiento cercano a la realidad que no sesgara los resultados.

En la presentación realizada se dio a conocer el proyecto raíz del cual se derivó la presente investigación; su objetivo principal, el propósito del estudio que se iba a realizar, cómo se iba a desarrollar y los resultados que se esperaban obtener. *ANEXO J. Sensibilización muestreo de trabajo.*

Posteriormente, con ayuda del jefe y el coordinador de cada bodega, se eligieron los auxiliares calificados que hacen parte del proceso de alistamiento con los cuales se realizaría el estudio; además de iniciarse una fase de observación, donde se identificaron generalidades importantes del proceso en cada CEDI.

En los centros de distribución de Bogotá y de Girón, el alistamiento de pedidos consta de dos grandes grupos de actividades, las cuales se clasifican en administrativas y operativas. Las administrativas encierran las labores realizadas por los auxiliares de logística ubicados en las oficinas adyacentes a la bodega; labores fundamentales para el registro, control y despacho de la mercancía alistada. Por otro lado, las actividades operativas son realizadas por los auxiliares de bodega y se dividen en tres cargos o grupos de tareas dependiendo de la unidad estratégica de negocio en la que se realice el alistamiento (ver Tabla 3), de tal forma, una determinada cantidad de auxiliares tienen una actividad específica en la que generalmente se desempeñan (sin embargo, cabe resaltar que en ocasiones es necesario asignarle a los auxiliares una labor diferente según la carga de trabajo de la jornada).

Para el presente estudio de tiempos, se analizó la actividad operativa, debido a que es en ésta donde se consume la mayor parte de los recursos del proceso e influye directamente en el nivel del servicio al cliente.

Tabla 3. Grupos de tareas o cargos en el proceso de alistamiento para cada UEN manejada.

UEN	CARGOS – GRUPOS DE TAREA
MATERIAS PRIMAS	Recolección
	Revisión
	Operación del montacargas
PRODUCTO TERMINADO	Recolección
	Revisión
	Empaque

Fuente 7. Elaboración propia

Dentro de las actividades operativas de la preparación y alistamiento de pedidos de materias primas y producto terminado se definieron con el visto bueno de los coordinadores de bodega, los principales grupos de tareas que componen el proceso.

PARA MATERIAS PRIMAS

- **Recolección:** Comprende las actividades de búsqueda, identificación, selección y empaque de los productos, es decir; los auxiliares asignados en recolección, reciben el pedido, identifican y buscan la mercancía demandada, la toman de la estantería, la empacan, pegan los rótulos de despacho y la llevan a la zona de despacho.
- **Revisión:** Esta tarea se encuentra asignada a una persona específica. Consta de revisar la mercancía ya alistada y ubicada en la zona de despacho. El auxiliar compara la mercancía con la factura para corroborar tanto su contenido como los datos del cliente a quien será enviada.
- **Operación del montacargas:** Se tuvo en cuenta en el estudio de materia prima, debido principalmente a la existencia de mercancía estibada (láminas), la cual es únicamente asequible por el montacargas debido a su ubicación actual, por tanto, el auxiliar que lo opera es el encargado de buscar, seleccionar, re-empacar la materia prima estibada si es necesario y llevarla a la zona de despacho.

PRODUCTO TERMINADO

- **Recolección:** Se le denominó recolección a las actividades de búsqueda, identificación y selección de los productos. Los auxiliares asignados a recolección, reciben el pedido, se desplazan a buscar y seleccionar los productos que aparecen en el documento para posteriormente llevarlos a la respectiva zona de empaque.
- **Revisión:** El encargado de la revisión en producto terminado, debe realizar dos inspecciones en el alistamiento de un pedido; la primera antes de ser sellada la caja o bolsa en la que se empacó la mercancía, en esta inspección el auxiliar cuenta uno a uno los productos para lo cual muchas veces requiere desempacarlos; mientras en la segunda, se compara lo empacado y sellado con lo facturado.

- ***Empaque:*** Sólo se tuvo en cuenta para producto terminado, donde un grupo de personas por cada línea (calzado, hogar, vestuario) se encargan de preparar la mercancía previamente recolectada de acuerdo a los requerimientos del cliente (si así lo requiere el pedido), la empacan, sellan y zunchan (se presenta únicamente cuando el empaque es en cajas).

Adicionalmente y con la colaboración nuevamente de los coordinadores de bodega se validaron los diagramas de proceso de alistamiento de cada CEDI, con el objetivo de identificar las actividades representativas del alistamiento, las cuales constituyen el principal consumo de tiempo de la jornada laboral de los auxiliares. *ANEXO K. Diagramas de proceso de alistamiento en producto terminado y materias primas.*

Para la bodega de Girón, donde el mayor porcentaje de despachos son de materia prima, se realizaron dos diagramas de procesos en los cuales uno de ellos contempla una actividad especial que se lleva a cabo para esta mercancía, el corte (*ver Tabla 4. Como se presenta el corte dentro de las líneas de materia prima*); mientras en el otro diagrama se contempla el proceso sin la actividad (corte) y las tareas que implica.

Tabla 4. Como se presenta el corte dentro de las líneas de materia prima

LÍNEAS DE MATERIAS PRIMAS	REQUIEREN CORTE
TEJIDO PLANO	REQUIERE CORTE
TEJIDO PUNTO	REQUIERE CORTE
NO TEJIDO	NO ES FRECUENTE

Fuente 8. Elaboración propia

En la bodega de Bogotá que por determinación de la empresa se enfocó en el manejo de producto terminado, se realizaron dos diagramas, uno cuando el alistamiento es por

unidad, donde generalmente el producto requiere de una preparación previa y otro para cuando no es necesaria ningún tipo de preparación, es decir, la caja se despacha como llegó del proveedor.

Se realizaron dos diagramas por cada UEN con el objetivo de identificar con mayor facilidad y asertividad las actividades generales del proceso, que serían las evaluadas en el muestreo de trabajo.

A raíz de lo anterior, se definieron las siguientes actividades como las que representan el proceso y constituyen el mayor consumo de tiempo dentro de los cargos: desplazamiento, buscar, recoger, remedir, esperar, cortar, otras en proceso, pesar, generar tirilla, hablar con compañero, pegar rótulos de despacho o tickets, marcar mercancía, sumar metros, escribir en documento, preparar, empacar, revisar, actividades fuera del proceso y personales.

La definición de cada una de las actividades previamente mencionadas se encuentra en el *ANEXO L. Definición de las actividades claves en el proceso de alistamiento de Materias Primas y Producto Terminado.*

3.2. Desarrollo del estudio.

Para el desarrollo del estudio se eligieron los auxiliares de bodega calificados que tuvieran un nivel de conocimiento medio del proceso. Cabe resaltar que la mayoría de ellos han tenido el tiempo suficiente en la compañía para memorizar ubicaciones y en general detalles del proceso que les da más experticia.

Para el CEDI de Girón, se escogieron cinco (5) auxiliares de siete (7) que tienen generalmente un cargo llamado recolector de pedidos, el auxiliar encargado de operar

la carretilla retráctil eléctrica (conocida en la bodega como el montacargas de pasillo angosto) y el encargado de revisar la mercancía. Concluyendo entonces, que el estudio se realizó a siete personas en este CEDI.

En Bogotá, se eligieron para realizar las observaciones a tres (3) de cuatro (4) auxiliares encargados habitualmente del grupo de tareas de recolección, a tres auxiliares encomendados al empaque y al encargado de la revisión de la mercancía. Para el caso específico del CEDI Bogotá se habilitó en el formato de muestreo de trabajo, una columna donde se debía registrar el grupo de tareas en el cual estaba trabajando el auxiliar observado, puesto que en esta bodega se forman grupos de trabajo por línea (ver *Tabla 5*) y dependiendo de las tareas acumuladas en cada grupo, un encargado de recolección puede estar realizando labores de empaque o viceversa.

Una vez fueron elegidos los auxiliares, se realizaron los formatos del muestreo de trabajo para materias primas ver *Gráfico 2. Formato de muestreo de trabajo para materias primas, CEDI - GIRÓN* (Primer estudio realizado).

Tabla 5. Grupos de trabajo establecido para el alistamiento por líneas de producto en el CEDI Bogotá - COMERTEX S.A.

Bodega – COMERTEX S.A.				
LÍNEA \ GRUPO TAREAS	RECOLECCIÓN	EMPAQUE	REVISIÓN	
CALZADO	Un (1) auxiliar de bodega	Un (1) auxiliar de bodega	Un (1) auxiliar asignado para todas las líneas.	
HOGAR	Un (1) auxiliar de bodega	Dos (3) auxiliares de bodega		
VESTUARIO	Un (1) auxiliar de bodega asignado para los dos cargos o grupos de tareas, empaque y recolección.			
TOTAL DE AUXILIARES EN EL PROCESO DE ALISTAMIENTO PARA BOGOTÁ – UEN PRODUCTO TERMINADO			Ocho (8) auxiliares de bodega	

Fuente 9. Elaboración propia.

Gráfico 2. Formato de muestreo de trabajo para materias primas, CEDI - GIRÓN

COMERTEX S.A.

ESTUDIO DEL MUESTREO TRABAJO PARA EL PROCESO OPERATIVO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS

Número de observadores en el estudio: 2 Fecha: 15/05/12 Por: Ana Pérez

Obs. Núm.	Tiempo aleatorio	UEN	AUX.	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Remedir	Cortar	Esperar	Empacar tipo A	Empacar tipo B	Pesar	Revisar	Otras en proceso	Otras fuera proceso	Inactivo	Preparar	Recurso	Observaciones	
1	08:18		E													1			M	Buscar lámina para almacenar	
2	08:20																1			M	Buscar lámina para almacenar
3	08:21																1			M	Poner láminas en cajonera
4	08:23																1			M	Poner láminas en cajonera
5	08:24																1			M	Anotar
6	08:25																1			M	Poner láminas en cajonera
7	08:27																1			M	Almacenar lámina
8	08:28																1			M	Mover rollos estibados de un lado a otro
9	08:32																1			M	Poner láminas en cajonera
10	08:36																1				Anotar
11	08:40																1			M	Poner láminas en cajonera
12	08:47																	1			Receso

Fuente 10. Elaboración propia.

3.3. Elaboración de los formatos

Una vez clasificados los auxiliares según sus respectivos cargos, se procedió a elaborar los formatos. Éstos constan de una columna que corresponde al número de la observación y en otra se determina la hora exacta en la que se debía realizar dicha observación (estas horas se establecieron de forma aleatoria por medio de la función *aleatorio* de *Microsoft Excel* antes de ser diligenciado el formato con el fin de reducir el error y/o manipulación de las observaciones). En la siguiente columna, se debía especificar la UEN a la que correspondía el pedido alistado, teniendo en cuenta que inicialmente el estudio iba a mezclar tanto producto terminado como materia prima. Seguido, está la columna en la que se asigna el auxiliar a estudiar; ésta asignación se realizó al igual que con los instantes de observación, de forma aleatoria antes de ser diligenciado el formato y teniendo en cuenta que las observaciones debían ser equitativas para cada auxiliar. Adicionalmente, contiene cada una de las actividades previamente identificadas en el proceso y por último se asignó una columna llamada observaciones con el fin de especificar exactamente lo que el auxiliar hacía o para qué

lo hacía y así, tener más información al momento de analizar los datos arrojados por el estudio. En el caso de materias primas, los formatos se realizaron inicialmente con nueve (9) observaciones por hora/auxiliar; a medida que fue avanzando el estudio se decidió disminuir el tiempo entre observaciones para evitar que se omitieran actividades que se presentan frecuentemente pero que no suelen consumir una cantidad de tiempo significativo. *ANEXO M. Formato y registro de observaciones de muestreo de trabajo en Materias Primas, CEDI – Girón.*

En el *ANEXO N. Descripción del desarrollo del formato de muestreo de trabajo para la UEN de producto terminado* y el *ANEXO O. Formato y registro de observaciones en el muestreo de trabajo en Producto Terminado, CEDI – Bogotá.* Se encuentra el desarrollo de los formatos de muestreo para producto terminado y el registro de las observaciones en el mismo.

3.4. Tamaño de la muestra.

Posterior a tres (3) días de iniciado el estudio del trabajo en el CEDI de Girón se realizó el cálculo de la muestra para cada cargo o grupo de actividades (*ver Tabla 6*) según la ecuación encontrada en la teoría, *ver ANEXO I. Fundamentación teórica del estudio del muestreo de trabajo.*

Tabla 6. Tabla del tamaño de la muestra para cada cargo- Materia Prima

UEN	CARGOS	Máx. P menor a 0,5 (PREMUESTRA)	TAMAÑO DE LA MUESTRA
MATERIAS PRIMAS	Recolección	18,62%	233
	Revisión	15,56%	202
	Operación del montacargas	14%	185

Fuente 11. Elaboración propia

El estudio del muestreo de trabajo en materias primas se realizó para nueve días en jornadas completas de acuerdo al cálculo de la muestra realizado para cada cargo o grupo de tareas (*ver Tabla 6*), es decir, por casi dos semanas de trabajo se estudió la distribución del tiempo de los auxiliares de bodega parte del proceso de alistamiento de pedidos. Por otra parte, la toma de datos en el estudio no se dio de forma uniforme para todos los cargos al día; razón por la cual, los gráficos de control que se realizaron, se hicieron con tamaño muestral variable; variación presentada principalmente por interrupciones en el estudio ajenas al proceso de alistamiento de pedidos. La jornada laboral del CEDI principal de Comertex S.A es de lunes a viernes de 7:30 a.m. a 12:00 m y de 1:00 p.m. a 6:00 p.m.

El desarrollo de esta etapa del muestreo para producto terminado se encuentra en el *ANEXO P. Cálculo del tamaño de la muestra para el estudio de muestreo de trabajo de producto terminado.*

3.5. Análisis de datos: Gráficos de control.

Una vez realizados los estudios de acuerdo a los tamaños de muestra requeridos y los cálculos respectivos de la (P) para cada grupo de tareas, se introdujeron al software Minitab y se obtuvieron los gráficos de control de cada una de las actividades estudiadas por grupo de tareas, a partir de los cuales se determinaron los puntos atípicos que pudieron influir en los resultados finales del estudio.

De acuerdo a la teoría, las técnicas de gráficos de control pueden ser empleadas en estudios de muestreo de trabajo, donde generalmente se usa el gráfico de control de la fracción disconforme (P) , debido a que los datos trabajados son proporciones o porcentajes.

En el presente proyecto se realizaron dos muestreos de trabajo, uno para el centro de distribución ubicado en Girón, en el cual se midieron actividades propias al alistamiento de productos correspondientes a la UEN de materias primas y el otro estudio se realizó para el centro de distribución ubicado en Bogotá. Por tal razón, es conveniente la elaboración de gráficos de control para los resultados arrojados por los dos muestreos.

Inicialmente, en el muestreo de trabajo realizado para materias primas, se consideraron veinte (20) actividades generales que componen el proceso de alistamiento de uno o más productos de dicha UEN; por tanto, se realizó un gráfico de control para cada actividad, a excepción de la actividad que lleva por nombre “fuera del proceso” puesto que ésta representa todas las tareas que los auxiliares realizan y no son parte del alistamiento de pedidos, por tanto, no son de interés para el presente estudio.

Adicionalmente, debido a la existencia de cargos o grupos de tareas, se realizaron gráficos de control para cada actividad según el grupo de tareas (recolección, revisión, operación del montacargas). Para la elaboración de los gráficos de control, se utilizó el software estadístico MINITAB versión 14.20. Los datos introducidos, corresponden a los arrojados por el muestreo de trabajo, la gráfica realizada es una gráfica P con límites de control variables, pues la cantidad de observaciones tomadas por día eran diferentes ya que las fechas coincidieron con algunas reuniones y eventos en la empresa que interfirieron con el estudio.

A continuación se muestra una de las gráficas e información arrojada por el software (ver *Tabla 7. Datos de la actividad Buscar*), en donde las observaciones de cada actividad y el total de la muestra por día son los datos de entrada, que corresponden al número de observaciones en las que el auxiliar de bodega se encontraba buscando, recogiendo o desplazándose, entre otras, por un producto específico en un día

determinado y al total de observaciones de dicho día respectivamente. LSC_i y LIC_i corresponden a los límites superior e inferior (respectivamente) arrojados por el software para un día i y $p_{prom} = \bar{p}$ representan a la relación de las veces que se observa la actividad en el estudio entre el número total de observaciones. Para este caso, debido a que el muestreo de trabajo se dividió según grupos de tareas (recolección, revisión y operación del montacargas en el caso de materia prima), se considera como el total de observaciones del estudio al total de observaciones realizadas para cada cargo.

En el ANEXO Q. *Gráficos de control de las actividades en cada grupo de tareas para materias primas*, se encuentran todos los datos y gráficos realizados para cada cargo y sus respectivas actividades, que se realizaron con el fin de identificar causas asignables que pueden ser susceptibles a mejora dentro el proceso de alistamiento. A continuación se muestran uno de los gráficos elaborados.

GRÁFICOS DE CONTROL PARA MATERIAS PRIMAS EN EL GRUPO DE TAREAS: RECOLECCIÓN.

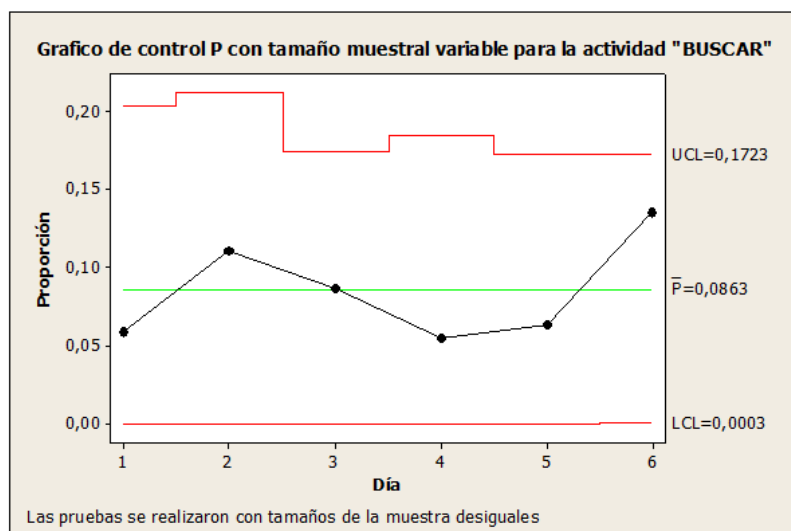
- BUSCAR.

Tabla 7. Datos de la actividad Buscar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	3	51	0	0,204	0,09
DIA2	5	45	0	0,212	
DIA 3	8	92	0	0,174	
DIA 4	4	73	0	0,185	
DIA 5	6	95	0	0,173	
DIA 6	13	96	0	0,172	

Fuente 12. Elaboración propia.

Gráfico 3. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Buscar



Fuente 13. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad buscar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico, pues todos los valores de p están dentro de los límites de control $\pm 3\sigma$.

En el ANEXO R. Datos atípicos presentados en las observaciones de cada cargo y actividad en el proceso de alistamiento de materias primas, donde a partir de los puntos atípicos señalados por las gráficas fuera de control, se podrán entrar a revisar las causas e identificar si son aleatorias o asignables al proceso y por ende, saber si requieren de un análisis más profundo o de unas acciones que busquen reducir el riesgo de que se presenten nuevamente. Además, en el ANEXO S. Gráficos de control de las actividades en cada grupo de tareas para Producto Terminado, se encuentran la totalidad de los gráficos para las actividades en cada cargo y una breve descripción de su desarrollo y en el ANEXO T. Datos atípicos presentados en las observaciones de cada cargo y actividad del proceso de alistamiento de producto terminado, se

identificaron las razones de la existencia de puntos fuera de control de acuerdo a lo observado.

La realización de los gráficos de control y la identificación de las causas de los datos atípicos para cada unidad estratégica de negocio, dieron las bases para la estructuración del posterior análisis de las actividades.

3.6. Resultados del estudio: Distribución del tiempo de los alistadores en el proceso.

Posterior a la organización de los datos obtenidos tras el muestreo de trabajo, se procedió a elaborar el diagrama con la distribución del tiempo que consumen las actividades previamente definidas durante el estudio. La información obtenida corresponde a los datos observados por día para cada uno de los cargos determinados en cada UEN. Debido a que el proceso en general está conformado por estos cargos.

Con el fin de tener una apreciación general de la distribución del tiempo de los alistadores se unificó la información de la siguiente manera: inicialmente, para cada cargo se totalizó el número de observaciones por actividad y para cada una de ellas se halló la proporción p (*Ecuación de p en ANEXO 9*). Seguidamente se eliminó la proporción del tiempo consumido en *otras actividades fuera del proceso* y de esta manera el 100% de las actividades estudiadas correspondían netamente al proceso de alistamiento de pedidos.

Finalmente, se le asignó a cada cargo según su participación en el proceso una ponderación que permitiría consolidar la información obtenida y elaborar el diagrama. Para el cálculo y asignación de dicha ponderación, se tuvo en cuenta el número de personas pertenecientes a cada cargo dentro de la bodega, puesto que en cargos como el de revisar, sólo había un operario asignado, mientras en recolección eran cinco, lo

cual sesgaba los resultados presentados en el diagrama general de la distribución del tiempo de todos los operarios.

Una vez incluida la ponderación en los cálculos se obtuvo el porcentaje de tiempo que consumen todos los auxiliares del proceso en cada una de las actividades según la unidad estratégica de negocio.

3.6.1. Distribución del tiempo de los alistadores en el proceso para materias primas.

Para el caso específico de este estudio, se eliminaron las observaciones correspondientes al alistamiento de pedidos de exportación debido a que estos presentan una serie de actividades adicionales, como el registro a mano de información en diversos formatos, lo cual representa un mayor consumo de tiempo en tales tareas que no son una fiel reflejo de la cotidianidad del alistamiento de pedidos; ya que, según información histórica y lo observado en los despachos diarios por el coordinador y jefe del CEDI, se presentan muy pocas veces en el año.

Tabla 8. Observaciones correspondientes a exportaciones.

	TOTAL OBSERVACIONES		
	Exportaciones	observaciones	Total obs.
RECOLECCION	18	420	438
REVISIÓN	0	247	247
MONTACARGA	7	173	180

Fuente 14. Elaboración propia.

Por otra parte, la ponderación determinada para recolección fue de 0,7 y de 0,11 para los demás cargos (ver Tabla 9).

En el ANEXO U. *Cálculos para la distribución del tiempo de los alistadores en Materias Primas*, se encuentran todos los cálculos correspondientes para la elaboración del diagrama de la distribución del tiempo de los alistadores en el proceso.

Tabla 9. Valor de ponderación para cada cargo.

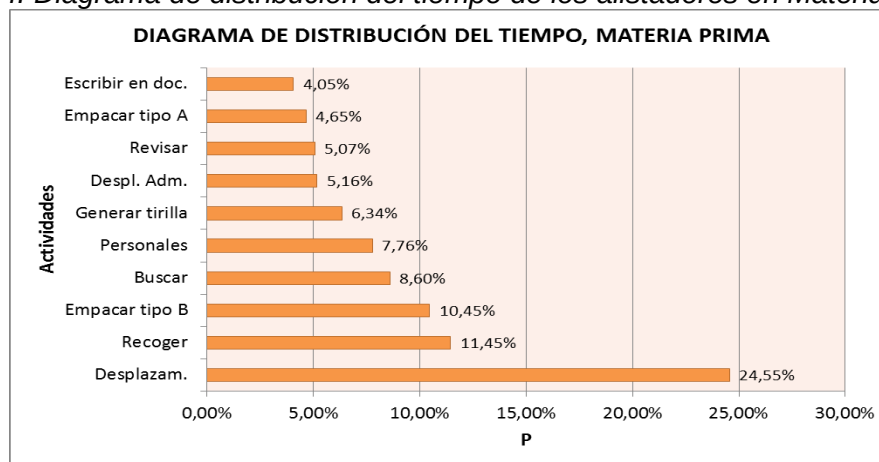
MATERIA PRIMA		
CARGO	Nº AUXILIARES ASIGNADOS	PONDERACIÓN
RECOLECCIÓN	7	0,778
MONTACARGA	1	0,111
REVISIÓN	1	0,111
TOTAL DE AUXILIARES EN EL ALISTAMIENTO: 9		

Fuente 15. Elaboración propia.

Análisis del diagrama de distribución del tiempo de los alistadores en el proceso de alistamiento para materias primas.

A partir del Gráfico 4. *Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores en Materias Primas.*, se evidencia que en materias primas la actividad que tiene mayor consumo de tiempo es el desplazamiento, los alistadores gastan alrededor del 25% de su tiempo desplazándose por la bodega; seguido por la actividad de recoger que consume aproximadamente el 11%.

Gráfico 4. Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores en Materias Primas.



Fuente 16. Elaboración propia.

De acuerdo a la literatura, cerca del 50% del tiempo total del alistamiento de pedidos, se gasta en recorridos (J.A. Tompkins et al, 1996)¹⁵²; lo cual se pudo evidenciar para el caso de Comertex S.A., tras el estudio del muestreo de trabajo realizado. Para este caso en particular el consumo no equivale al 50% del tiempo del alistador, sin embargo, representa el mayor porcentaje de las actividades realizadas, demostrando su influencia en el desarrollo del proceso.

A partir de lo identificado en el estudio y lo analizado con el coordinador del cedi, se llegó a la conclusión que el desplazamiento debe ser reducido, eliminando todos aquellos recorridos que no estén agregando valor al proceso y se presenten por ineficiencias del mismo, por ejemplo los viajes a través de la bodega buscando mercancía, equipos de transporte, elementos de empaque, estibas y herramientas de trabajo. Cabe resaltar que existen desplazamientos a través de la bodega necesarios para la preparación de los pedidos, los cuales son proporcionales al tamaño y la distribución de la bodega.

Por otro lado, no esta demás añadir que los alistadores llevan largo tiempo trabajando en la bodega y tienen grabado en su memoria la ubicación de las referencias en la misma, lo cual reduce significativamente el tiempo consumido buscando, una de las actividades más demoradas en el alistamiento cuando no se tienen claras las ubicaciones; con todo y esto, se identificó que un 8,6% del tiempo de su jornada laboral, la consumen buscando mercancía.

Las actividades presentes en el proceso de alistamiento fueron clasificadas de acuerdo a la necesidad y el valor que estas agregan tanto al proceso como al cliente, ver *ANEXO V. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en materias primas.*

¹⁵² DE KOSTER, R., LE-DUC, T. y ROODBERGEN, K. J. Op. Cit., p. 25.

3.6.2. Distribución del tiempo de los alistadores en el proceso para producto terminado.

La ponderación determinada para cada cargo fue la siguiente (ver Tabla 10. Valor de ponderación para cada cargo.).

Tabla 10. Valor de ponderación para cada cargo.

PRODUCTO TERMINADO			
CARGO	N° AUXILIARES ASIGNADOS		PONDERACIÓN
RECOLECCIÓN	3	1*	0,438
EMPAQUE	3		0,438
REVISIÓN	1		0,125
TOTAL DE AUXILIARES EN EL ALISTAMIENTO: 8			

Fuente 17. Elaboración propia.

El cálculo del porcentaje de ponderación de cada grupo de tareas (cargo) se determinó con el cociente de los trabajadores asignados a cada cargo, sobre el número de total de auxiliares dedicados al proceso de alistamiento.

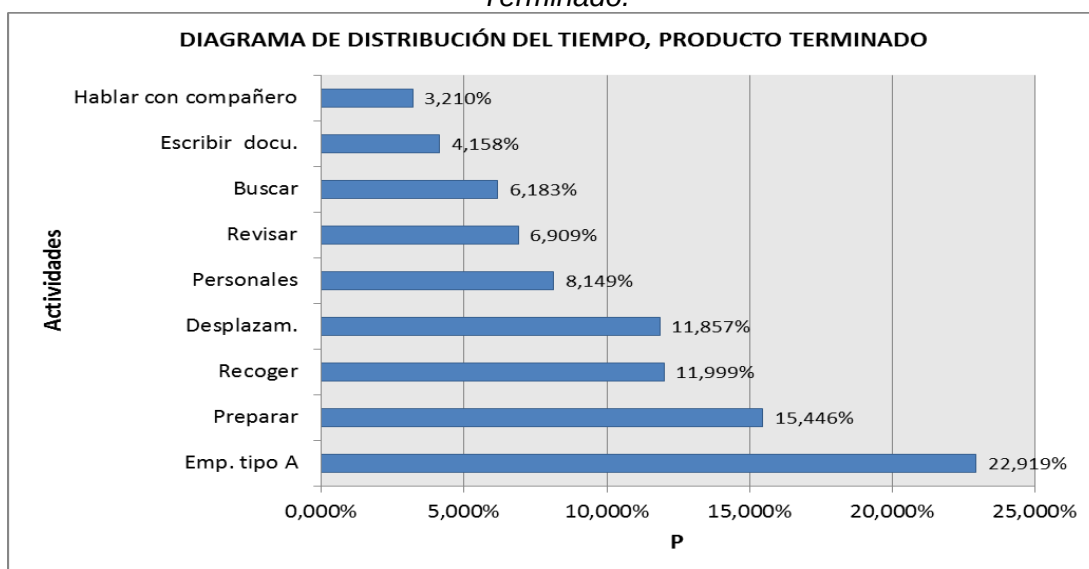
En el cargo de recolección y empaque hay un (1*) auxiliar que se desempeña en ambos cargos según sea el caso, pues es la única persona asignada para el alistamiento de la línea de vestuario.

En el ANEXO W. Cálculos para la distribución del tiempo de los alistadores en Producto Terminado, se encuentran todos los cálculos correspondientes para la elaboración del diagrama de la distribución del tiempo de los alistadores en el proceso.

Análisis del diagrama de distribución del tiempo de los alistadores en el proceso para materias primas.

A partir del Gráfico 5. *Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores de pedidos en Producto Terminado.*, se evidencia que en producto terminado la actividad que tiene mayor consumo de tiempo es el empaque tipo A, pues los alistadores gastan alrededor del 23% de su tiempo empacando los productos; seguido por la actividad de recoger que consume aproximadamente el 15% del tiempo.

Gráfico 5. *Diagrama de distribución del tiempo de los alistadores de pedidos en Producto Terminado.*



Fuente 18. *Elaboración propia.*

En el caso del empaque tipo A, este se presenta con mayor frecuencia debido a que la mercancía que llega del proveedor viene por unidades de empaque completamente diferentes a las despachas por la compañía, por lo cual, los alistadores deben seleccionar algunas unidades de diferentes cajas para armar el pedido, además de armar las cajas y zuncharlas, pues el peso de las mismas así lo requiere.

Las actividades presentes en el proceso de alistamiento fueron clasificadas de acuerdo a la necesidad y el valor que éstas agregan tanto al proceso como al cliente, ver

ANEXO X. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en producto terminado.

Una vez presentados los resultados arrojados por el estudio, se realizaron encuestas a todo el personal relacionado con el proceso de alistamiento de pedidos en el centro de distribución de Girón, con el fin de conocer causas y soluciones fundamentadas en su trabajo y conocimiento del proceso. En el *ANEXO Y. Formato encuestas al personal relacionado con el proceso de alistamiento en la bodega de Girón*, el *ANEXO Z. Resultados de la encuesta al personal relacionado con el proceso de alistamiento en la bodega de Girón* y el *ANEXO AA. Registro de las respuestas frecuentes en la encuesta realizada al personal de alistamiento de pedidos (Girón)* se presenta el formato de encuestas, el registro de las respuestas a las preguntas realizadas y la compilación de las respuestas más frecuentes respectivamente.

En estas encuestas se puede apreciar que la mayoría del personal no solo está de acuerdo con lo identificado en el estudio, también atribuye causas que coinciden con lo planteado en los anexos respectivos de análisis de las actividades.

Por otra parte, una vez terminados los estudios en ambos centros de distribución, se registraron las diferencias identificadas en las operaciones diarias de un centro y el otro, con el fin de presentarlas a la compañía y así dieran espacio a una retroalimentación entre los coordinadores de cada una de las bodegas (Bogotá y Girón) de las cuales se identificaron actividades susceptibles a mejoras para que se tomen acciones correctivas, siendo esta una decisión del trabajo conjunto entre los coordinadores y el área de logística en general. Ver *ANEXO AB. Diferencias percibidas durante la realización de los estudios de muestreo del trabajo en las bodegas de Comertex S.A (Bogotá y Girón)*.

4. BUENAS PRÁCTICAS QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS

Conocer a profundidad el comportamiento del proceso, y su evolución año tras año no es lo único en lo que debe enfocarse la organización. También es necesario mejorar el desempeño de dicho proceso con el fin de permanecer en el mercado como una empresa competitiva. Es por ello, que muchos profesionales adoptan las buenas prácticas como una forma de impulsar dicha mejora¹⁵³.

Alistamiento de pedidos

- En los almacenes de poca altura pero con gran superficie no se recomienda que un operario atienda solamente un pedido, ya que los tiempos de desplazamiento serán muy largos. Para este caso deben utilizarse zonas de alistamiento y varios operarios, los cuales organizan el pedido en una zona de consolidación (Saldarriaga¹⁵⁴, 2012).
- La información presentada en una orden debe ser clara y fácil de leer. Un documento de alistamiento debe contener: ubicación, número de inventario, descripción, unidad de empaque y cantidad requerida. Adicionalmente, cualquier etiquetado o empackado especial que requiera, debe estar registrado en la orden (Tompkins¹⁵⁵, 2010).

¹⁵³ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

¹⁵⁴ SALDARRIAGA, Diego. Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Colombia, 2012, p. 184 - 213

¹⁵⁵ TOMPKINS, James A. Facilities planing. Estados Unidos, 2010, p. 433-442.

- Establecer rutas predefinidas para el alistamiento de pedidos de acuerdo a la ubicación de los productos a seleccionar para reducir el tiempo de recorrido (Tompkins¹⁵⁶, 2010).
- Estudiar y comprender el proceso de alistamiento de pedidos en la organización de tal manera que se identifiquen actividades que puedan ser eliminadas o combinadas según sea el caso (Tompkins¹⁵⁷, 2010).
- Capacitar al personal y dar a conocer los resultados del proceso (Saldarriaga¹⁵⁸, 2012).
- Registrar el peso de los pedidos para regular la pérdida desconocida (Saldarriaga¹⁵⁹, 2012).
- Balancear la carga de trabajo en las actividades del alistamiento para reducir congestiones (Tompkins¹⁶⁰, 2010).
- Si los pedidos de una misma línea son pequeños, pueden ser agrupados en un lote y recogidos en un solo recorrido, adicionalmente, deben ser organizados secuencialmente para ser seleccionados de acuerdo a la ubicación en la bodega y así, crear rutas de alistamiento eficientes (Frazelle¹⁶¹, 2002).
- Conformar lotes de pedidos en una bodega con pasillos paralelos reduce el tiempo de alistamiento, ya que en muchas bodegas el número de productos por recogida es menor que lo almacenado por unidad de carga (Gademann, Van Den Berg y Van Der Hoff¹⁶², 2000).
- En el caso de comercio minorista, supermercados o comerciantes de distribución, la mayoría de veces se presentan pedidos con alrededor de diez líneas cada uno, por

¹⁵⁶ Ibid.

¹⁵⁷ TOMPKINS, James A. Op.Cit., p. 78.

¹⁵⁸ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁵⁹ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁶⁰ TOMPKINS, James A. Op. Cit., p. 78.

¹⁶¹ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

¹⁶² GADEMANN, A.J.R.M., VAN DEN BERG, Jeroen P. y VAN DER HOFF, Hassan H. An order batching algorithm for wave picking in a parallel-aisle warehouse. 2000.

- tanto, hay suficiente trabajo que hacer en cada orden, si el pedido es muy grande, podría ser dividido para la recolección por olas y por zonas (Frazelle¹⁶³, 2002).
- Evitar la acción de contar una a una las referencias en el alistamiento al modificar la unidad de empaque (teniendo en cuenta las ordenes de los clientes) o al medir lo que generalmente se cuenta (por ejemplo, mediante balanzas electrónicas que ofrecen exactitud y pueden mejorar la productividad del proceso) (Tompkins¹⁶⁴, 2010).
 - Cuando un auxiliar ha iniciado su recorrido a través de la bodega con el fin de alistar un pedido, se debe evitar cualquier tipo de interrupciones en este proceso o la asignación de una nueva tarea (Henn y Von Guericke, 2012)¹⁶⁵.
 - Los alistadores deben verificar que la cantidad seleccionada es la cantidad requerida por el cliente e informar si es diferente. Esta actividad debe realizarse en el transcurso del recorrido (Tompkins¹⁶⁶, 2010).
 - Eliminar el manejo de documentación física en el alistamiento de pedidos. Ya que los documentos son una de las principales causas de imprecisiones y disminución de productividad en el alistamiento. La implementación de tecnología en el proceso ha sido exitosa en la eliminación del flujo de documentos (Tompkins¹⁶⁷, 2010).
 - Los almacenes de talla mundial fortalecen la práctica de ofrecer unidades de carga predefinidas en el momento de la venta; por ejemplo mediante descuentos en los precios, ya que esta práctica se traduce en un manejo más eficiente de la mercancía durante el proceso de alistamiento lo que implica un ahorro en recursos (Frazelle¹⁶⁸, 2002).

¹⁶³ FRAZELLE, Edward. Ibid.

¹⁶⁴ TOMPKINS, James A. Op. Cit., p. 78.

¹⁶⁵ HENN, Sebastian; VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Magdeburg: Germany, 2012.

¹⁶⁶ TOMPKINS, James A. Op. Cit., p. 78.

¹⁶⁷ TOMPKINS, James A. Op. Cit., p. 78.

¹⁶⁸ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

- La utilización del sistema de gestión de almacenes (*Warehouse management system, WMS*) es una práctica muy común en las compañías de talla mundial. Con este sistema de información se controla el tiempo de viaje desde la recepción hasta las zonas de almacenamiento, el área de alistamiento y el área de abastecimiento, de tal manera que se seleccione la ruta más corta para la manipulación de los productos evitando la congestión en los pasillos (Ashish Bhatnagar¹⁶⁹, 2009).

Comportamiento de las órdenes de pedido

- El análisis de los perfiles de pedidos mediante datos históricos es el primer paso para establecer estrategias y métodos eficientes para el proceso de alistamiento (Bhatnagar, 2009)¹⁷⁰.
- Establecer revisiones del perfil de pedidos de forma periódica, ya que la popularidad y el margen de contribución de los productos puede variar a lo largo del tiempo (Saldarriaga¹⁷¹, 2012).
- Aplicar la regla de Pareto. Un pequeño número de referencias representa una gran porción de la rentabilidad de la bodega; éste puede ser medido a partir del volumen de producto despachado o según el número de veces que se ha vendido, así, si se agrupan los ítems de mayor popularidad, es posible reducir los tiempos de desplazamiento durante el alistamiento (Tompkins¹⁷², 2010).
- Estratificar las referencias, ayuda a hacer más productivo el proceso. Cada referencia posee una dinámica propia, por tanto, para su manejo óptimo es necesario conocer diversos aspectos de las mismas (ventas por mes, popularidad en las ordenes de pedido, promedio de cajas por referencia, entre otras) (Saldarriaga¹⁷³, 2012).

¹⁶⁹ BHATNAGAR, Ashish. Op. Cit., p. 78.

¹⁷⁰ BHATNAGAR, Ashish. Op. Cit., p. 78.

¹⁷¹ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁷² TOMPKINS, James A. Op. Cit., p. 78.

¹⁷³ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

- Establecer cuáles de los artículos se piden juntos y ubicarlos contiguos, ya que es posible que los pedidos se hagan por familias, marcas o grupos de productos con cierta afinidad (Frazelle¹⁷⁴, 2002 y Saldarriaga¹⁷⁵, 2012).
- Es más eficiente el manejo del producto por un pallet completo que el manejo de cientos de productos uno a uno. Por tanto, se debe estudiar la posibilidad de formar uno, medio o un cuarto de pallet, así, cuando un cliente hace un pedido de esta cantidad, la unidad de carga ya estaría configurada y el alistamiento consumiría menor tiempo (Frazelle¹⁷⁶, 2002).

Ubicación y almacenamiento de los productos en el Centro de Distribución

- La asignación correcta de ubicaciones de los productos se basa tanto en la popularidad como en el volumen de movimiento (Frazelle¹⁷⁷, 2002).
- El almacenamiento de las referencias debe realizarse teniendo en cuenta los resultados obtenidos tras el perfil de los pedidos, de esta forma, es posible apreciar la ventaja de la ley de Pareto y definir una ruta de alistamiento a aplicar (Tompkins¹⁷⁸, 2010).
- Almacenar las referencias que se piden frecuentemente en ubicaciones de fácil acceso, facilita el manejo de las mismas y reduce la fatiga y posibles lesiones por manipulación de cargas pesadas (Bhatnagar¹⁷⁹, 2009).
- Los productos que deben ser privilegiados con una buena ubicación en el centro de distribución, no siempre son los de mayor volumen de ventas, pues hay que

¹⁷⁴ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

¹⁷⁵ SALDARRIAGA, Diego. Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Colombia, 2012, p. 184 – 213.

¹⁷⁶ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

¹⁷⁷ Ibid

¹⁷⁸ TOMPKINS, James A. Op. Cit., p. 78.

¹⁷⁹ BHATNAGAR, Ashish. Op. Cit., p. 78.

contemplar que lo que genera costos en un centro de distribución son los desplazamientos (Saldarriaga¹⁸⁰, 2012).

- Los artículos más importantes se caracterizan por tener alta popularidad y un elevado margen de contribución; por lo tanto, deben estar ubicados en lugares privilegiados para que sean alistados en primera instancia. Así, es necesario que las listas de recolección estén ordenadas y se alisten primero las que contengan dichos artículos (Saldarriaga¹⁸¹, 2012).
- Los artículos con mayor movimiento deben almacenarse cerca de la salida, y los artículos pesados y de difícil manejo en zonas bajas, reservando las altas a los más cómodos (Soret¹⁸², 2010 y Saldarriaga¹⁸³, 2012).
- La ubicación de los productos al nivel de la cintura de los operarios genera mayor velocidad en el alistamiento de las órdenes (Saldarriaga¹⁸⁴, 2012).
- La mezcla de familias de producto es un indicador de la zonificación del almacén. Es decir, almacenar por familias, da lugar a células de trabajo eficientes, aumento de la productividad y aumento en el nivel de servicio al cliente (Frazelle¹⁸⁵, 2002).
- Cuando se ha identificado que el número de despachos de un artículo es de al menos un pallet, se puede lograr un mejoramiento en la productividad del alistamiento al establecer una cantidad determinada de ese artículo en pallets listos para recoger, adicional a la cantidad almacenada para el alistamiento por unidades (Henn y Von Guericke, 2012)¹⁸⁶.

¹⁸⁰ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁸¹ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁸² SORET, Ignacio. Logística y operaciones en la empresa. España, 2010, p. 30.

¹⁸³ SALDARRIAGA, Diego. Ibid.

¹⁸⁴ SALDARRIAGA, Diego. Ibid.

¹⁸⁵ FRAZELLE, Edward. Op. Cit., p. 79.

¹⁸⁶ HENN, Sebastian; VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Magdeburg: Germany, 2012.

- En una política de almacenamiento dedicado, el cálculo del espacio requerido debe ser igual a la suma del máximo inventario de cada producto en un determinado lapso de tiempo (Ghiani, Laporte y Musmano, 2004)¹⁸⁷.

Condiciones de operación en el Centro de Distribución

- Mantener los pasillos y corredores despejados; las cajas, arrumes, estibas o suciedad, distrae y disminuye la velocidad de operación en el alistamiento (Saldarriaga¹⁸⁸, 2012).
- Mantener un adecuado inventario de estibas, canastas o recipientes para el alistamiento, de manera que se eviten las interrupciones en la operación por falta de estos elementos (Saldarriaga¹⁸⁹, 2012).
- Establecer un balance entre los sistemas manuales y los automatizados. Aunque el uso de bandas transportadoras y otros equipos automatizados pueden hacer el proceso eficiente, si el volumen de pedidos no es alto la automatización de la bodega puede no ser rentable (Bhatnagar¹⁹⁰, 2009).
- En un sistema de alistamiento de pedidos, debe existir un control de inventarios en tiempo real. Para lo cual, se está utilizando con éxito la implementación de tecnologías e incluso la automatización del proceso, pues se constituyen como mecanismos fiables que eliminan casi por completo los errores (Saldarriaga¹⁹¹, 2012).
- Emplear indicadores permite medir el grado de cumplimiento de un objetivo, por lo tanto, éstos deben ser seleccionados según las características operativas de la empresa, debiendo estar perfectamente definidos, negociados y aceptados por los responsables de la consecución del objetivo al que se refieren (Frazelle¹⁹², 2002 y

¹⁸⁷ GHIANI, Gianpaolo; Laporte, Gilbert; MUSMANO, Robert. Introduction to logistics systems planning and control. 2004, p. 167.

¹⁸⁸ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁸⁹ Ibid.

¹⁹⁰ BHATNAGAR, Ashish. Op. Cit., p. 78.

¹⁹¹ SALDARRIAGA, Diego. Op. Cit., p. 78.

¹⁹² FRAZELLE, Edward. Op. Cit., p. 79.

Saldarriaga¹⁹³, 2012). En el *ANEXO AC. Indicadores de desempeño en logística y operaciones*, se encuentran las fórmulas para el cálculo de algunos de los indicadores de desempeño logístico.

Área para alistamiento de pedidos

- Diseñar un área de alistamiento para eliminar los excesos en desplazamientos de acuerdo a los niveles de rotación de los productos (Bhatnagar¹⁹⁴, 2009).
- Identificar si una pequeña proporción de artículos en una bodega genera la mayoría de selecciones; si es así, se debe establecer un área que contenga inventario de estas referencias (área de alistamiento por unidades) lo cual permitirá la disminución del tiempo de viaje y el aumento de la productividad del proceso de alistamiento (Tompkins¹⁹⁵, 2010).
- Se requiere estudiar el comportamiento de los pedidos para establecer si deben existir áreas separadas para el alistamiento por pallet y por unidades (Frazelle¹⁹⁶, 2002).
- Cuando se tiene un área de alistamiento por unidades, se debe establecer un área separa de reserva a partir de la cual se realizará el reaprovisionamiento de dichas unidades (Tompkins¹⁹⁷, 2010).
- Se deben crear áreas separadas para los artículos que se alisten por caja completa y caja abierta (alistamiento por unidades), si al analizar el comportamiento de los pedidos no se presentan mezclas (Frazelle¹⁹⁸, 2002).
- Para el reaprovisionamiento, se recomienda que el área designada al alistamiento tenga el número de pallets necesarios para la operación de un día completo o al

¹⁹³ Saldarriaga, Diego. Ibid.

¹⁹⁴ Bhatnagar, Ashish. Op. Cit., p. 78.

¹⁹⁵ Tompkins, James A. Facilities planning. Estados Unidos, 2010, p. 433-442.

¹⁹⁶ Frazelle, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

¹⁹⁷ Tompkins, James A. Facilities planning. Estados Unidos, 2010, p. 433-442.

¹⁹⁸ Frazelle, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

menos un turno de trabajo, asimismo, los reabastecimientos deben realizarse en el turno de menor operación del cedi, de tal manera que al inicio del turno con mayor nivel de operación, todas las ubicaciones de dicha área ya estén surtidas (Saldarriaga¹⁹⁹, 2012).

Recepción de mercancía

- Elaborar de políticas de servicio de proveedores, que consiste en un conjunto de pautas para la elección de los mismos, el seguimiento de su desempeño y el diseño de programas para la logística de entrada (Frazelle²⁰⁰, 2002).
- Con base en el desempeño de las metas establecidas y el volumen de la logística de entrada, los proveedores deben ser clasificados en tres o cuatro segmentos. Donde el sistema de información logístico debe clasificar continuamente los proveedores en función de su desempeño respecto a los estándares de certificación. Un gran distribuidor clasifica a los proveedores como luz roja (inspección del 100% de la recepción), luz amarilla (50% de inspección en la recepción) y verde (inspección al 5% de la recepción) (Frazelle²⁰¹, 2002).
- La mercancía que llega al almacén debería estar organizada por pallets, los cuales deben estar formados desde el proveedor, sin embargo, si el almacén no está conectado a la fabricación, el mejor escenario es configurar las unidades de carga en el momento de la recepción del producto (Frazelle²⁰², 2002).

Despachos directos

¹⁹⁹ SALDARRIAGA, Diego. Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Colombia, 2012, p. 184 – 213.

²⁰⁰ FRAZELLE, Edward. Op. Cit., p. 79.

²⁰¹ FRAZELLE, Edward. Ibid.

²⁰² FRAZELLE, Edward. Ibid.

- El despacho directo elimina toda la mano de obra, el tiempo, los recursos que normalmente se consumen y todos los errores que ocurren a menudo en el almacén (Frazelle²⁰³, 2002).

Cross Docking

- En caso de presentarse en la bodega, los backorders son una excelente oportunidad para el cross-docking (Frazelle²⁰⁴, 2002).
- Realizando cross-docking todas las actividades tradicionales de un centro de distribución son eliminadas (entrada del inventario, almacenamiento, reabastecimiento, inspección) al igual que los costos que implican (Frazelle²⁰⁵, 2002).

Distribución física del almacén

- La distribución del almacén y el alistamiento deben estar diseñados para maximizar simultáneamente la utilización del espacio y el nivel de servicio (Hwang et al. 2004, p. 3874)²⁰⁶.
- En el diseño de un almacén de múltiples bloques debe existir un equilibrio entre el espacio utilizado y el tiempo que se ahorra en los recorridos al adicionar un pasillo transversal (Huber²⁰⁷, 2011).

Estrategias de tercerización servicios de logística.

- Las organizaciones de clase mundial suelen asociarse con proveedores estratégicos de servicios logísticos con el fin de tercerizar sus operaciones (Frazelle²⁰⁸, 2002).

²⁰³ FRAZELLE, Edward. Ibid.

²⁰⁴ FRAZELLE, Edward. Ibid.

²⁰⁵ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

²⁰⁶ HWANG, H; Y, H. Oh; Y, K. Lee. An evaluation of routing policies for order-picking operations in low-level picker to part system. 2004. Citado por HUBER, Christian. En: Throughput analysis of manual order picking systems with congestion consideration. Alemania, 2011, p. 13.

²⁰⁷ HUBER, Christian. Throughput analysis of manual order picking systems with congestion consideration. Alemania, 2011, p.13.

Consejo logístico.

- Debería existir un consejo logístico compuesto por individuos cuyas decisiones afectan los flujos de materiales, información y dinero a través de la organización. Un típico consejo logístico incluye representantes de transporte de entrada y salida, almacenamiento, compras, planificación de inventario, servicio al cliente, fabricación, tecnología de la información y finanzas. El consejo debe reunirse por lo menos cada tres meses (preferiblemente mensualmente) para comenzar a coordinar la planificación y ejecución de todas las actividades que afectan la logística (Frazelle²⁰⁹, 2002).

En el *ANEXO AD. Profundización de las buenas prácticas que influyen en el alistamiento de pedidos (organizadas por autor)*. Se encuentra mayor información de las prácticas previamente mencionadas.

4.1. Buenas Prácticas ajustadas para la operación de Comertex S.A.

Estudio de mezcla de familias en los pedidos. Para el caso de Comertex S.A., en la unidad estratégica de materias primas el 1,65% de las órdenes presentan mezcla entre líneas (plano, punto o no tejido) y en producto terminado el 0,11%, por tanto, a partir de la buena práctica se puede concluir que la mercancía debe estar almacenada por líneas de producto.

Identificación, almacenamiento y manipulación de los productos por pallet o porción de pallet. Para el caso de Comertex S.A. se identificaron referencias de materias primas que pueden ser opcionadas para almacenar por pallets y medios

²⁰⁸ FRAZELLE, Edward. Ibid.

²⁰⁹ FRAZELLE, Edward. Op. Cit., p. 79.

pallets en áreas diferentes a las de alistamiento por unidades. *Ver el ANEXO AE. Análisis para el almacenamiento de referencias en estibas y medias estibas.* Para la implementación de la práctica se debe realizar previamente un análisis de costo/beneficio donde se evalúen los costos que impliquen destinar un área para pallets y medios pallets, contemplando las estibas autoapilables como candidatas para el almacenamiento de dichas referencias ya que estas facilitan la manipulación de las mismas y por la disposición de los rollos, protegen la calidad de la tela.

Agrupación de los pedidos en lotes. Para el caso de Comertex S.A. en el presente proyecto se estudió una forma de agrupación en lotes de una misma línea, de acuerdo a la buena práctica. Adicionalmente, también se tomó como criterios de agrupación la unidad de carga máxima (el pallet), la hora de llegada de los pedidos y recurso requerido.

Perfil de pedidos. El análisis y caracterización de los pedidos en el presente proyecto, se realizó con el propósito de comprender a fondo el comportamiento de las órdenes de pedido.

Los datos analizados se tomaron de las *plantillas 11 y 42* (bases de datos elaboradas por Comertex S.A.) que corresponden a las referencias y los pedidos despachados en el año 2011. La primera plantilla contiene la información detallada de las referencias que se alistaron y vendieron en el 2011; mientras que la plantilla 42, contiene los pedidos despachados en el mismo año, con las fechas de liberación y la línea de productos a la cual corresponde el despacho. Dichas bases de datos fueron combinadas y ajustadas de tal forma que tuviesen la información necesaria para el análisis, la fecha de facturación, nombre de la línea de producto despachado, referencia, nombre de la referencia, factura con prefijo, entre otras.

Materias Primas

Para empezar, se clasificó la información de tal manera que sólo estuviesen los pedidos facturados correspondientes a la UEN de materias primas en las bodegas 10, 60 y 70 que son las bodegas de Bogotá, Pereira y Girón respectivamente. Éste filtro se realizó teniendo en cuenta que estas son las únicas bodegas físicas de la empresa en donde se realiza la actividad de alistamiento de pedidos. En las plantillas se registran otras bodegas (200, 11, 15, 1100, 7000, entre otras), sin embargo, estas notaciones no corresponden a bodegas físicas sino a otras actividades presentes en el despacho en las que no interviene directamente el proceso de alistamiento de pedidos.

Una vez clasificada la información mencionada, se obtuvieron 20.748 datos, que correspondían a la cantidad de pedidos de materias primas que se despacharon en el año 2011 en los cedis de Bogotá, Girón y Pereira.

A partir de esto, la caracterización de los pedidos de los clientes se inició identificando el número de pedidos presentados diariamente por medio de un histograma de frecuencias en donde se evidencia el porcentaje de aparición de pedidos durante un día. De acuerdo a la *Tabla 11*, es posible inferir que el 67% de las veces, el número de pedidos que se presentan en un día oscilan entre 61 y 100. En promedio llegan 83 pedidos de materias primas por día con una variación (desviación estándar) de 24 pedidos en todas las bodegas del país. ANEXO AF. *Promedio de pedidos por día en Materias Primas*. Cabe resaltar que la dirección de la compañía decidió cerrar la bodega de Pereira, por tanto, todo su inventario, clientes y proveedores serán manejados por la bodega de Girón a partir del mes de Septiembre del 2012.

Tabla 11. Frecuencia de pedidos por día en materias primas

Nº Pedidos	% de aparición/día
1-10	2,41%
11-20	0,40%
21-30	0,40%
31-40	2,01%
41-50	2,01%
51-60	4,82%
61-70	11,65%
71-80	18,47%
81-90	22,49%
91-100	14,46%

Fuente 19. Elaboración propia

De la nombrada caracterización se obtuvo información del tiempo entre llegadas de los pedidos, la cantidad de pedidos al día, la cantidad de referencias que contienen dichos pedidos y las cantidades de rollos o unidades de empaque pedidas de dichas referencias.

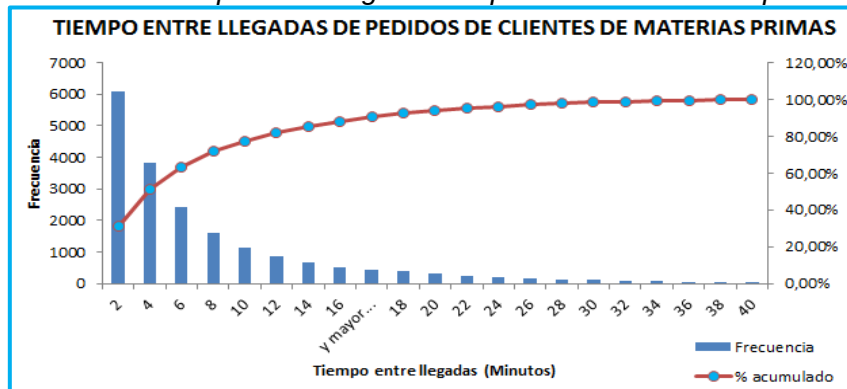
Conocer el intervalo de tiempo entre pedidos es importante para la planeación de las operaciones en la bodega (ver Gráfico 6), estos se obtuvieron restando las horas de liberación diarias, pues es en este momento en el cual el pedido ya ha pasado por todos los trámites administrativos y puede ser alistado. Debido a que en ocasiones se liberaron pedidos en horarios que no corresponden a los establecidos por la empresa, estos intervalos de tiempo no se tuvieron en cuenta. No está de más indicar que los pedidos liberados en horas no laborales correspondieron al 4% de los pedidos alistados en el año, y generalmente se presentan porque los vendedores después de las 6:00 p.m. suben al sistema órdenes de pedidos de clientes que no tienen inconvenientes con cartera, luego son liberados inmediatamente.

Es importante resaltar que no se tuvieron en cuenta los intervalos de tiempos de llegada de pedidos generados por el cambio de día, es decir, el intervalo de liberación existente desde las 6:00 p.m. (hora de finalización de la jornada laboral) a las 7:30 a.m. del siguiente día (hora de inicio de la jornada laboral) no se contempló. Según un análisis, en promedio se presentan cuatro (4) pedidos entre las horas mencionadas, con una desviación de 3. Ver ANEXO AG. *Pedidos liberados en horas no laborales - Materias Primas*.

Por otra parte, se identificó que de 19.754 pedidos del año 2011 para la UEN de Materias Primas, 39 fueron liberados los días sábado y 60 los días domingo. Por lo tanto, el 0,5% de los pedidos de todo el año, fueron liberados los fines de semana. Ver ANEXO AH. *Pedidos liberados los fines de semana-Materias Primas*.

Según lo observado en el *Gráfico 6*, el comportamiento de los datos de llegada tiende a tener una distribución exponencial y el 78% de los pedidos llegan en intervalos de uno (1) a doce (12) minutos en promedio, durante una jornada de trabajo en la compañía que consta de quinientos setenta (570) minutos o nueve horas y media aproximadamente. Ver ANEXO AI. *Tiempos entre llegadas de pedidos de materias primas*.

Gráfico 6. Tiempo entre llegadas de pedidos de materias primas



Fuente 20. Elaboración propia.

Una vez realizada la caracterización de la llegada de las órdenes en un día, se halló el valor porcentual del número de referencias que se presentaban por pedido y el porcentaje de veces que apareció cada referencia vendida en el total de los pedidos despachados en el 2011.

Según el *Gráfico 7* el 65% de los pedidos tienen una sola referencia y el 17% de estos están conformados por dos referencias, lo cual permite inferir que entre uno y dos referencias están compuestos el 82% de los pedidos de materias primas de Comertex S.A., donde la referencia que más se pidió en el 2011 fue la Popelina Superior Teñida Blanca apareciendo en un tres por ciento (3%) de los pedidos del año, es decir, fue pedida en aproximadamente 622 órdenes, ver ANEXO AJ. *Porcentaje de aparición de cada una de las referencias de Materias Primas en los pedidos despachados en el año 2011 en Comertex S.A.*

Gráfico 7. Número de referencias por pedido despachado en Materias Primas



Fuente 21. Elaboración propia.

En el ANEXO AK. *Número de referencias solicitadas por pedido despachado en materias primas*, se encuentra la tabla de frecuencias completa del número de referencias por pedido.

Como nota aclaratoria, para el caso del grupo de referencias licras, las cuales vienen del proveedor con una unidad de medida en kilogramos, se utilizó la unidad equivalente que convierte a metros los kilogramos (unidad con la que trabaja la empresa) y de esta manera trabajar posteriormente en rollos, unidad que permitió contemplar tales referencias en el perfil de pedidos de materias primas.

Adicionalmente, para materias primas se identificó el número de rollos demandados por pedido, de lo cual se obtuvo que el 82% de estos contienen entre uno (1) y siete (7) rollos. *Ver ANEXO AL. Número de rollos por pedido.*

Producto Terminado

La caracterización correspondiente a este UEN se estructuró básicamente de la misma forma que la presentada anteriormente con materias primas. Para iniciar, se clasificó la información de la misma manera, con el fin de trabajar sólo los pedidos facturados correspondientes a producto terminado en las bodegas de Bogotá, Pereira y Girón.

Una vez clasificada la información mencionada, se obtuvo 6.651 datos, que corresponden a la cantidad de pedidos que se despacharon de producto terminado en el año 2011, los cuales representan alrededor del 24% de los pedidos totales de compañía (producto terminado y materias primas).

A partir de esto, la caracterización de los pedidos de los clientes se inició identificando el número de pedidos presentados diariamente, de donde se observó que el 78% de las veces, el número de pedidos que se presentan en un día oscilan entre 1 y 30. En promedio llegan 24 pedidos de productos terminados por día, con una variación (desviación estándar) de 24, en todas las bodegas del país. *ANEXO AM. Promedio de pedidos por día en Producto Terminado.*

Los tiempos de llegadas entre pedidos se hallaron de la misma forma que en materias primas, de donde se obtuvo que el 80% de los pedidos llegan en intervalos de cinco (5) a treinta (30) minutos durante el día, donde el 62% de las veces corresponde únicamente a la llegada de los pedidos cada 5 minutos. Por tanto, si en promedio diariamente llegan 24 pedidos, es posible deducir que las órdenes ingresan por bloques de tiempo en los intervalos identificados, explicando de esta manera los momentos con cargas de trabajo bajas y altas que se presentan en el cedi de Bogotá. *ANEXO AN. Tiempos entre llegadas de los pedidos de Producto Terminado.*

Una vez realizada la caracterización de la llegada de las órdenes en un día, se halló el valor porcentual del número de referencias que se presentan por pedido y el porcentaje de veces que apareció cada referencia vendida en el total de los pedidos despachados en el 2011. A partir de este análisis, se obtuvo que el 80% de los pedidos tienen entre cinco (5) y treinta (30) referencias, a diferencia de materias primas que generalmente tiene pedidos de una o dos referencias. Esto se debe principalmente al número de referencias por unidad de empaque presentes en producto terminado; por ejemplo, en el despacho de calzado, una caja pre-pack contiene doce pares de zapatos del mismo diseño pero con tallas diferentes y si se piden en promedio seis cajas de zapatos, el desagregado del pedido serían 30 referencias. Por otro lado, se identificaron pedidos con ochocientas y quinientas referencias, las cuales de acuerdo a lo consultado, corresponden a compra de saldos, (los cuales representan la mercancía que fue moda en una temporada y no se vendió en su totalidad, por tanto, se ofrece a precios cercanos al costo y suele venderse en grandes cantidades).

En el ANEXO AO. Número de referencias por pedido despachado en Producto Terminado se presentan los cálculos y datos totales del número de referencias por pedido.

Posterior a tener el número de referencias por pedido despachado, se identificó y se midió porcentualmente la popularidad de las referencias en las órdenes de los clientes en el 2011, es decir, cada producto en cuantas facturas se presentó durante el año, donde se encontró que las referencias de sandalia Lorena surtido Talla.37/38, T.39/40, T.35/36 fueron las más demandadas. La información completa de todas las referencias se encuentra en el ANEXO AP. *Porcentaje de aparición de cada una de las referencias de Producto Terminado en los pedidos despachados en el año 2011 en Comertex S.A.*

Una vez realizado el perfil, se pueden identificar una serie de estrategias para la operación de la bodega. De acuerdo a la cantidad de referencias por factura (para materias primas una referencia por factura, producto terminado 5) puede ser conveniente el alistamiento por lotes, es posible identificar cuales referencias deben estar más cerca del despacho y cuales deben estar juntas. Si no existe mezcla entre familias en los pedidos (como es este en el caso de las líneas) debería almacenarse de acuerdo a estas familias, adicionalmente, conociendo el número de pedidos por día y su llegada, es posible tener una mejor planificación en la asignación de recursos.

Asignación de los productos más populares en las ubicaciones más accesibles.

En el presente proyecto, las ubicaciones propuestas para las referencias Pareto se asignaron de acuerdo a su popularidad, su volumen de almacenamiento y su frecuencia de pedido, es decir, su popularidad y volumen de movimiento.

Regla del Pareto. Son las obtenidas al filtrar de las referencias activas entre el 2010 y 2011, aquellas en proceso de liquidación y aquellas correspondientes a muestras que fueron requeridas para realizar trámites comerciales pero que en la actualidad no se comercializan. Una vez realizados dichos filtros, las referencias obtenidas fueron analizadas mediante el diagrama Pareto, donde se identificaron las que representan el

90% de las cantidades vendidas²¹⁰. De lo anterior, se obtuvo 333 referencias para la UEN de Materias Primas y 1597 referencias para la UEN de Producto Terminado.

Eliminación y reducción de actividades. La identificación de las actividades que conforman los procesos es necesaria para determinar su significancia dentro del mismo y a partir de esto, considerar si deben ser mejoradas, reducidas o eliminadas. En el presente proyecto, se realizó un análisis de las actividades más representativas del proceso. *Ver ANEXO V. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en Materias Primas.*

²¹⁰ PELÁEZ, Johana C. y NIÑO, Edna J. Diseño de una propuesta de localización para los centros de distribución (cedis) de la empresa Comertex S.A. a partir de un modelo matemático. Bucaramanga, 2012. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Industrial de Santander.

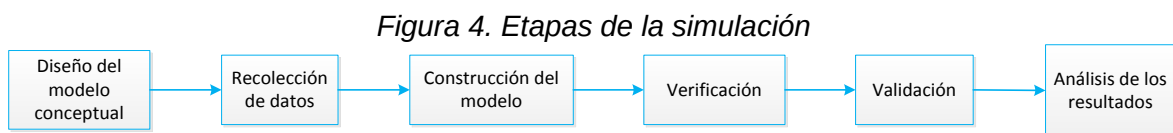
5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE RUTEO Y ALISTAMIENTO DE PEDIDOS.

La evaluación consistió en la simulación de cuatro escenarios a partir de los cuales se obtuvieron resultados que permitieron la realización de una comparación teórica entre los mismos.

Se habla de comparación teórica ya que para la concepción del modelo se establecieron algunos supuestos que difieren de las operaciones y procedimientos actuales de la compañía; como es el caso de la política de almacenamiento, para la cual se definió una fundamentada en el índice COI por sus beneficios previamente identificados en diversas investigaciones.

En la evaluación de los escenarios, se realizaron dos modelos que fueron inicialmente desarrollados sobre uno genérico (académico) al cual se le realizaron una serie de modificaciones de manera que coincidiese con las estrategias a evaluar en la presente investigación. En uno de ellos se simuló la estrategia de ruteo transversal, mientras en el otro la política de punto medio y en ambos, se evaluó tanto el alistamiento por lotes como el de pedido a pedido; obteniendo así, los cuatro escenarios planteados en el proyecto.

Por otro lado, de acuerdo a la teoría, para el desarrollo de la simulación se deben desarrollar una serie de etapas una vez definida la problemática a estudiar. *Ver Figura 4.*



Fuente 22. Tomado de Modelado y simulación

Para el presente estudio, el modelo conceptual y la recolección de los datos están registrados en este capítulo. Los modelos construidos a partir las etapas iniciales se encuentran en el *ANEXO AQ. Modelo de simulación de las políticas de alistamiento con la Ruta Transversal* y el *ANEXO AR. Simulación de las políticas de alistamiento con la ruta Punto Medio*.

Una vez construidos los modelos, se llevó a cabo la etapa de verificación en la cual se probó con un grupo de cinco pedidos si el recurso apropiado seleccionaba todos los *flowitems* y seguía de manera apropiada la ruta indicada (transversal o punto medio). En esta fase se identificó que no todos los recursos hacían la ruta adecuadamente, por tanto, el ordenamiento de las listas por rack, no era suficiente y dicho error fue corregido con la utilización del *Quicksort* y un ordenamiento manual, encargados de ordenar los pedidos para generar la ruta apropiadamente. También, se identificaron conexiones entre nodos que fueron eliminadas ya que permitieron el desplazamiento de los recursos a través de los *racks*.

Adicionalmente, dentro de la etapa de verificación se detectó una notificación advirtiendo que el *Task Sequence* estaba asignando a un recurso una ruta inexistente, sin embargo, se comprobó que esto no afectaba los resultados de los modelos ya que el sistema podía seguir ejecutándose en el mismo instante en el que se detuvo a hacer dicha notificación.

Por otro lado, de acuerdo al escenario base en el cual se desarrolla la presente simulación, la etapa de validación no se lleva a cabo debido a que los resultados no son comparables con la realidad, tienen un punto de partida que difiere de las operaciones actuales y según la literatura, afectan significativamente las políticas a evaluar, es decir, los resultados de los modelos son aplicables si se dan en las circunstancias planteadas por la evaluación, como es el caso directo de la política de almacenamiento utilizada

(difiere con la actual e influye en las políticas de alistamiento). Concluyendo, aunque los modelos no son una fiel representación de la realidad, si están acorde a lo que se quiere evaluar: el tiempo promedio de alistamiento de cada política.

5.1. Diseño de modelo conceptual y recolección de datos

Las variables de entrada para la realización de la simulación parten básicamente del análisis de la información existente en las bases de datos, la asignación de supuestos y la selección de las políticas a evaluar.

Gráfico 8. Datos considerados en la entrada y salida de la evaluación.



Fuente 23. Elaboración propia.

- *Perfil de pedidos.* Se analizó la información existente tanto en la plantilla 11 como en la plantilla 42 de la empresa Comertex S.A. con el fin de identificar la distribución de los datos de llegada (liberación de pedidos), comportamiento de las órdenes (número de referencias, cantidad de referencias, cantidad de rollos y/o bultos, combinación de líneas), comportamiento de las referencias (peso, cantidad vendida

en el año, complejidad en su manipulación), entre otras. Es decir, con el fin de caracterizar los pedidos de la compañía.

- *Índice de volumen por orden (COI)*. En la actualidad, la empresa no tiene una política de almacenamiento definida; por tal razón, se decidió fijar un almacenamiento dedicado basado en el índice COI, el cual fue asignado únicamente para las referencias de consumo frecuente (llamando referencias de consumo frecuente aquellas que representan el 90% de las cantidades vendidas del 2011, identificadas mediante el diagrama de Pareto) y se mantuvo igual en todos los escenarios de evaluación realizados.
- *Políticas de alistamiento y ruteo*. La selección de las políticas a evaluar se hizo teniendo en cuenta la revisión de literatura realizada previamente, la popularidad de las políticas, su funcionalidad dentro de la bodega y los resultados que han arrojado de acuerdo a la política de almacenamiento elegida (COI).

Adicional a lo anterior, con el propósito de evaluar y analizar las diferentes políticas de ruteo y alistamiento escogidas mediante la revisión de literatura realizada, se procedió a simularlas bajo un escenario constante que contempló la estructura física del actual almacén de Girón (estanterías), distancias entre cada una de las zonas de dicho almacén, la asignación de ubicaciones con el índice COI, los recursos utilizados en la actualidad, el perfil de los pedidos de toda la empresa y las actividades que conforman el proceso de alistamiento de un día de trabajo logístico operativo (Ver ANEXO AS. *Etapas del desarrollo de las actividades para la evaluación de las políticas*).

El diseño del escenario bajo el cual se van a simular las políticas se basó en información actual de la empresa y se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

- La simulación se realizó para un día de trabajo logístico, de manera que se considera en el modelo, un sistema terminal.
- La simulación se realizó para los pedidos de la UEN de materias primas, los cuales se presentaron en diez (10) días del año 2011, representando una evaluación de aproximadamente 829 ordenes de pedido. *Ver ANEXO AT. Pedidos por día de Materias Primas en el 2011.*
- Los días simulados fueron diez y se escogieron aleatoriamente partiendo de la premisa de que el número de pedidos presentados por día tiene un comportamiento promedio. *Ver ANEXO AU. Análisis del promedio de pedidos por día de la semana.* En el análisis incluido en este anexo se encontró que de acuerdo al *P* valor 0,382 esta premisa o hipótesis es aceptada; adicionalmente, la prueba *Post-hoc* que contrastó la media de pedidos entre los días de la semana ratificó la similitud de esta (la media) durante todos los días.
- Las listas de pedido contienen un número equivalente para cada referencia, su ubicación y las unidades demandadas (rollos o bultos). Cabe resaltar que estas listas fueron las mismas para todos los escenarios evaluados.
- Las listas de pedido debieron organizarse para ser cargadas en el software de simulación, asignándoles un número de viaje, nombre, ubicación, inventario inicial y tiempo de selección y empaque. *Ver ANEXO AV. Tiempos por cronómetros de actividades claves del proceso de alistamiento en Materias Primas y Producto Terminado,* en este anexo se encuentran los tiempos tomados de actividades claves del alistamiento por si se requieren en una futura ocasión y de los cuales se tomaron los tiempos de selección y empaque incluidos en los modelos únicamente para las referencias de consumo de todos los escenarios.

- Las referencias de consumo frecuente (referencia Pareto), se almacenaron una a una, en una ubicación específica o cajonera; de tal manera, que el software aplica las políticas de ruteo teniendo en cuenta la ubicación de dichas referencias, las cuales estarán distribuidas en el bloque más próximo al despacho. En el caso de las demás, se asumió que serían ubicados en el segundo bloque y para el alistamiento se les asignó un punto en el centro del mismo, al que llegaría el recurso (auxiliar, transpaleta manual, carretilla retráctil eléctrica o elevador) en caso de que se simule un pedido que contenga alguna de estas referencias.
- Se consideró un almacenamiento dedicado. El índice de volumen por orden (COI) fue el utilizado para determinar la ubicación fija de las referencias Pareto en cada cajonera. Tras la clasificación realizada previamente, se identificaron 333 referencias consideradas de consumo frecuente debido a su alto movimiento en la bodega. *ANEXO AW. Referencias Pareto o referencias de consumo frecuente.*
- Se tomó como base para la simulación la distribución física de la bodega de Girón. La estantería, la zona de despacho y los muelles están ubicados tal y como se presenta actualmente, cada uno de los bloques de pasillos contienen 16 estantes dedicados al almacenamiento y otros 2 dedicados al despacho.
- Para la formación de los dos bloques, la bodega cuenta con un pasillo transversal y once (11) pasillos internos (subpasillos) por bloque.
- Las dimensiones de la estantería son: 17.08 m de largo, 7.5 m de alto y 1.6 m de profundidad.

- Cada estante consta de 7 bahías y 5 niveles. Actualmente, es 7 el número de bahías de cada estante en la bodega, sin embargo, el número de niveles es variable; por tal razón, se tomó el nivel promedio (5), para representar la altura de los estantes en la bodega.
- Cada estante tiene 35 cajoneras de igual volumen (5.856 m^3), para un total de 630 cajoneras por bloque de 18 estantes.
- Las dimensiones de las cajoneras son: 2.44 m de ancho, 1.5 m de alto y 1.6 m de profundidad.
- Debido a que el propósito de la simulación, es evaluar los métodos de ruteo y las políticas de alistamiento, se decidió considerar una situación ideal para los inventarios de cada referencia; así, se supuso que ante una correcta estrategia de manejo de inventarios no existiría desabastecimiento de mercancía y no se presentarían pedidos en back-order.
- Los recursos tenidos en cuenta en la simulación son: dos elevadores, una carretilla retráctil eléctrica (con sus respectivos operarios) y cuatro auxiliares de bodega, con una transpaleta manual cada uno.
- Uno de los auxiliares parte del proceso de alistamiento, tiene la tarea de revisar; sólo compara lo alistado con lo facturado, por tanto, no se tuvo en cuenta para la simulación.
- La velocidad en el desplazamiento de una persona es de 80 m/minuto²¹¹. Las velocidades de desplazamiento y elevación de los equipos utilizados se

²¹¹ DURAN, Freddy. Ingeniería de métodos. Ecuador, 2007, p. 153.

obtuvieron y fueron registrados en un breve formato que describe las principales características de los equipos utilizados en el alistamiento. *Anexo AX. Caracterización de equipos.*

- Quien inicia el alistamiento de pedidos, lo termina. Si en una orden de pedido alguna de las referencias requiere un equipo de altura, el operario de dicho equipo será quien aliste todo el pedido.

Condiciones bajo las cuales se desempeñan los recursos en la simulación:

Alistadores. Corresponde a las personas encargadas de alistar los pedidos de forma manual. Para este recurso se plantearon las siguientes condiciones:

- El auxiliar sólo alistará productos que se encuentren en el primer y segundo nivel, debido a su facilidad de acceso.
- Se asume en la simulación que cada auxiliar tiene una transpaleta manual (gato); por lo tanto, la capacidad de cargue del alistador está dada por la capacidad del equipo (1 Tonelada).

Montacargas. Corresponde a la carretilla retráctil eléctrica. Alista sólo los pedidos que contengan referencias de láminas ubicadas en el 3°, 4° o 5° nivel.

Elevador. Corresponde a los dos elevadores de tijeras eléctricas. Alista los pedidos que no contengan lámina y cuyas referencias se encuentren en el 3°, 4° o 5° nivel.

5.1.1. Cálculo del índice COI (*Cube Order Index*)

El COI de un producto se define como la relación del espacio total requerido para el almacenamiento del producto con el número de viajes requeridos para satisfacer lo demandado por período. El algoritmo consiste en la localización de los productos con bajo COI, es decir, con altas ventas o pronósticos de demanda y ponerlas cerca al depósito; resultando de esta manera, una disminución en el tiempo de recuperación de los productos²¹².

Según la *Ecuación 2. Índice de volumen por orden (Ronald Ballou)*, se requiere conocer el espacio (m^3) de la bodega estipulado para el almacenamiento de cada referencia que se pretende ubicar y dicho espacio está directamente relacionado con la política de inventarios bajo la que labora la empresa. Debido a que Comertex S.A. aún no cuenta con una política de inventarios definida, de acuerdo a los históricos de la compañía y a la literatura, se calculó el espacio requerido por cada referencia de consumo frecuente.

El tamaño de un área específica de almacenamiento depende de la política de inventarios y en una política de almacenamiento dedicado, cada producto es asignado a unas posiciones fijas pre-establecidas. Este enfoque es sencillo de implementar pero genera subutilización de los espacios de almacenamiento. De hecho, el espacio requerido es igual a la suma del máximo inventario de cada producto en un determinado lapso de tiempo²¹³.

De acuerdo a lo anterior, el área hallada corresponde a un número específico de cajoneras destinadas a una determinada referencia. Para la realización del cálculo, se tomaron los datos registrados en la base de datos de la empresa correspondientes al inventario en metros, unidades y/o kilos (según sea el caso) mensuales (de todo el año 2011 y mitad de 2012) de cada referencia. Debido a que la información obtenida,

²¹² CHAN, H.K y CHAN, Felix T. S. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage, 2010.

²¹³ GHIANI, Gianpaolo; Laporte, Gilbert; MUSMANO, Robert. Introduction to logistics systems planning and control. 2004, p. 167.

correspondía al inventario de fin de mes, no se consideró viable para la realización del cálculo; pues no representaba la cantidad de producto almacenado durante un mes, por el contrario, presentaba picos en los inventarios dando como resultado un número de cajoneras alto y lejos de la realidad, según el coordinador de la bodega; por ello, se procedió a analizar el inventario mensual de esos mismos años, pero el registrado a mitad de mes; con el propósito de obtener la información que más se asemeje a la situación real de los inventarios de la empresa.

A partir de este último análisis, se determinó el número de cajoneras necesarias para almacenar la cantidad de producto (en rollos o en bultos, según sea el caso); dividiendo la cantidad inventariada entre la cantidad de producto que se puede almacenar en una cajonera (teniendo en cuenta el volumen tanto de la cajonera como del artículo). Considerando que el almacenamiento de las referencias según el COI es un tipo de almacenamiento dedicado; se tomó el valor máximo de existencia en los meses analizados para cada referencia; es decir, de lo inventariado para cada referencia, se tomó el dato que correspondía a la mayor cantidad de producto de todos los meses. Se realizó este procedimiento para cada referencia de consumo frecuente.

$$N \text{ cajoneras} = \frac{N \text{ rollos en inventario}}{N \text{ rollos por cajonera}}$$

Ecuación 3. Cálculo del número de cajoneras por referencia²¹⁴

Los inventarios están dados en metros, en unidades (para láminas) y en kilos (para lycra). En el cálculo del número de cajoneras necesarias, se transformó la información de metros y kilos a rollos y de unidades a bultos y se calculó el número de bultos y rollos que cabían en una cajonera.

Tras el análisis de los inventarios, se evidenció un exceso de mercancía en algunas referencias que exigía la disposición de un área significativamente grande (hasta 60

²¹⁴ Elaboración propia.

cajoneras) para su almacenamiento en la bodega y luego de consultar con el coordinador de bodega, se identificó que no se suelen manejar cantidades tan altas de inventario (alrededor de 1000 rollos) y que ésta situación es meramente circunstancial. Adicionalmente, se observó que el 29% de las referencias de consumo frecuente tuvieron inventarios máximos que ocupaban menos de media cajonera.

Ante estos resultados, con el propósito de asemejar el estudio al inventario actual en la bodega y evitar que eventos atípicos influyan en el análisis del comportamiento de los productos, se tomaron las referencias en las que sus inventarios requerían más de una cajonera para su almacenamiento y se analizó el promedio diario de despachos de cada una de éstas durante el 2011. Con este criterio, se calculó el requerimiento de espacio de almacenamiento de dichas referencias (de acuerdo a los despachos diarios), dando como resultado, una cajonera por referencia.

Por otra parte, las referencias que presentaban requerimiento de espacio de menos de media cajonera, se agruparon por pares de referencia por cajonera. El criterio de agrupación de las referencias en una sola cajonera fue su similitud física (textura semejante y uso similar), como se realiza en la actualidad, debido a que no se ha encontrado un patrón matemático para agrupar según el comportamiento de los productos. Ver ANEXO AY. *Espacio ocupado por cada referencia de consumo frecuente, de acuerdo a inventario máximo y despacho diario e índice COI.*

Luego de definir el área requerida por cada referencia, se introdujo los datos a la fórmula correspondiente del COI, obteniéndose así un índice para cada referencia de consumo frecuente. Los índices obtenidos se organizaron en orden ascendente para su localización.

5.1.2. Consideraciones en la asignación de las cajoneras según el COI

Teniendo en cuenta que con el fin de reducir los desplazamientos, la mercancía con menor COI debe ubicarse cerca del despacho, se tuvo en cuenta también las siguientes consideraciones:

- El primer y segundo nivel de las estanterías son de fácil acceso para el auxiliar, no se requiere ningún equipo para alcanzar la mercancía que se encuentre ubicada en cualquiera de los dos; para los niveles 3, 4 y 5 se debe utilizar un elevador o un montacargas (carretilla retráctil eléctrica) según sea el caso.
- Teniendo en cuenta que: “Los artículos con mayor movimiento deberían dejarse cerca de la salida, y los artículos pesados y de difícil manejo en zonas bajas, reservando las altas a los más cómodos”²¹⁵. Las referencias que pesan 40 kilogramos o más, se ubicaron en el primer y segundo nivel de la estantería. Se tuvo en cuenta esta consideración con el fin de facilitar la manipulación de los productos pesados.
- El desplazamiento vertical consume más tiempo que el horizontal, por esta razón, la ubicación de los productos se realizó de forma horizontal, así, las referencias con mayor COI se encuentran ubicadas en los niveles altos. *Ver Anexo AZ. Tiempo consumido en el desplazamiento vertical y horizontal de un equipo.*
- A cada referencia se le asignó un número equivalente del 1 al 333 para identificarlas y asignarlas a cada ubicación con mayor facilidad.

5.1.3. Asignación de las referencias de consumo frecuente

²¹⁵ SORET, Ignacio. Logística y operaciones en la empresa. España, 2010, p. 30.

Considerando que Comertex S.A. cuenta con tres (3) líneas (punto, plano y no tejido) que contienen todos los productos de materia prima que maneja la empresa y luego de haber hallado el COI para cada una de las referencias de consumo frecuente, se analizó el comportamiento de los pedidos tomando como base el registro de pedidos despachados por la empresa en el año 2011, de lo que se concluyó que el 1,65% de los pedidos presenta una mezcla entre líneas *Ver anexo BA. Mezcla entre líneas para Producto Terminado y Materias Primas*. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el almacenamiento por familias, en este caso por líneas dentro de las estanterías, de tal manera que cuando el alistador reciba un pedido de varias referencias el 98,35% de las veces serán de una misma línea reduciendo de esta manera las distancias recorridas para su alistamiento. Considerando dicho almacenamiento, se clasificaron por línea las referencias de consumo frecuente y se promedió su COI, obteniendo:

Tabla 12. COI promedio por línea

COI PROM. PLANO	45,6028936
COI PROM. NO TEJIDO	36,1263151
COI PROM. PUNTO	48,5148818

Fuente 24. Elaboración propia

Teniendo en cuenta el COI promedio de cada línea, el almacenamiento se organizó ubicando No tejido como la línea más cercana a la zona de despacho, luego Plano y la más alejada, Punto. Asimismo, según el supuesto mencionado anteriormente, se disponían de 560 cajoneras (un bloque) para el almacenamiento de las 333 referencias de consumo frecuente, de las cuales se asignaron 285 cajoneras (teniendo en cuenta el cálculo de espacio requerido por cada referencia), que equivalen a 10 estantes *Ver Tabla 13. Número de estantes para cada línea*.

Tabla 13. Número de estantes para cada línea

LINEA	No. CAJONERAS/LINEA	No. ESTANTES
NO TEJIDO	78	2,23 ≈ 3
PLANO	117	3,34 ≈ 4
PUNTO	90	2,57 ≈ 3
TOTAL ESTANTES		10

Fuente 25. Elaboración propia

A partir de la *Tabla 13*, se procedió a ubicar cada referencia ver *Anexo BB. Ubicación gráfica de las referencias de consumo frecuente en la bodega*. Luego de la ubicación de las referencias, el porcentaje de utilización de las estanterías fue de 74%, 84% y 86% para las líneas de No tejido, Plano y Punto respectivamente, permitiendo así, un porcentaje de holgura en cada línea dispuesto al almacenamiento de más mercancía en caso de que por alguna razón aumenten las existencias (considerando que no existe una política de inventarios) o las referencias a almacenar.

5.1.4. Selección de las políticas de alistamiento y ruteo

Actualmente existe una cantidad de políticas de ruteo y alistamiento que según el comportamiento de los centros de distribución pueden llegar a ser unas mejores que otras. Teniendo en cuenta lo anterior, se seleccionaron las políticas de alistamiento y ruteo comúnmente empleadas que además han presentado tras su evaluación y análisis, resultados satisfactorios mencionados en artículos investigativos. Las políticas a simular son: *alistamiento pedido a pedido*, bajo la cual actualmente labora el cedi, *alistamiento por lotes*, *desplazamiento transversal* y *punto medio*; para un total de 4 escenarios diferentes de alistamiento de pedidos.

5.1.4.1. Alistamiento por lotes

En la definición del alistamiento por lotes, para iniciar la simulación, se dieron los siguientes criterios:

- La agrupación de los pedidos se realiza según la línea a la que pertenecen las referencias de cada orden. Debido a que alrededor del 2% de los pedidos contienen una mezcla entre líneas, es poco probable de que esto ocurra, por lo tanto, cada lote de pedido será clasificado y agrupado según la línea a la que pertenecen las referencias demandadas ya sea, punto, plano o no tejido. En la presente simulación no fueron evaluados aquellos pedidos que presentaron mezcla entre líneas.
- Los lotes se conformaron en un lapso de tiempo determinado. Luego del estudio de la llegada de los pedidos en un día, y tras una reunión con el coordinador del cedi principal, se determinó que los lotes de pedidos deben ser entregados en las horas: 8 am, 10 a.m., 11 a.m., 2 p.m., 3 p.m., 4 p.m., 4:30 p.m. y 5 p.m. de tal manera que la carga de trabajo sea equilibrada y se logre alcanzar el nivel de servicio que ha establecido la empresa. En las horas en las que no se estén alistando pedidos, los auxiliares de bodega deben realizar labores pertenecientes a otros procesos vitales del almacén. Este análisis se realizó tanto para materia prima, Ver ANEXO BC. *Cantidad de pedidos por intervalos de horas - Materia Prima*, como para producto terminado, Ver ANEXO BD. *Cantidad de pedidos por intervalos de horas – Producto Terminado*.
- La agrupación de los lotes es limitada por el número de rollos de cada pedido. El lote máximo es de 15 rollos y de 6 bultos para las referencias de lámina, que en promedio equivalen a una estiba.

- Se agruparon los pedidos de acuerdo al recurso requerido para el alistamiento, es decir, se intentó conformar lotes de manera que los recursos utilizados en la recolección de los pedidos, fueran los mismos.
- La agrupación de los pedidos contemplando los criterios nombrados anteriormente se registraron bajo un número de viaje que representa todas las referencias que deben ser recogidas por un solo recurso (asignado en dicha lista); es decir, cada lote de pedidos tiene un número de viaje correspondiente.
- Se asume que al auxiliar le son entregados los pedidos con la cantidad y el cliente junto con los rótulos de despachos requeridos para clasificar mientras se alista. La clasificación de la mercancía recogida, se realiza por parte del alistador al pegar los rótulos de despacho sobre los artículos.
- Se asume que se agrupan pedidos completos. No es posible alistar fracciones de pedidos en un lote.

Ver ANEXO BE. Criterios de agrupación de pedidos para la política de alistamiento por lotes.

Como se ha dicho en anteriores oportunidades, se conformaron las listas de pedido de acuerdo a las ordenes demandadas en diez días seleccionados aleatoriamente, dentro de estas se asigno un número de viaje el cual define qué artículos se deben recoger y para el caso de lotes, se agruparon los productos de varios pedidos en una viaje, se asignaron los recursos y se registraron las ubicaciones de cada referencia. *ANEXO BF. Listas de pedidos para Lotes, Ruta Punto medio y Transversal.*

5.1.4.2. Alistamiento pedido a pedido

Para la política de alistamiento pedido a pedido, el sistema libera los pedidos y estos son asignados uno a uno a cada operario para ser alistados tan pronto como se liberen.

En las listas elaboradas para esta política, cada uno de los pedidos tiene un número de viaje específico. En cuanto a la asignación de los recursos (registrada también en estas), dependió del nivel en donde se encuentren almacenadas las referencias a alistar, como se enunció anteriormente. Cabe resaltar que estas listas fueron las mismas para todos los escenarios evaluados. *ANEXO BG. Listas de pedidos para alistamiento pedido a pedido, Ruta Punto Medio y Transversal.*

En el caso de las políticas de ruteo, tal y como se describe teóricamente, el alistador entra a los estantes que contengan al menos una referencia existente en el pedido y su trayecto de recolección es en forma de S (desplazamiento transversal) o hasta la mitad del estante (punto medio).

5.2. Desarrollo de la simulación

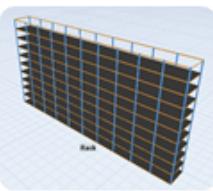
Una vez organizados los datos a ingresar en el software de simulación Flexsim 6.0., (Ver *ANEXO BH. Descripción de las tablas de entrada del modelo*) se inició el proceso de evaluación que partió de la especificación de lo que se quiere representar, es decir el proceso de alistamiento con las políticas de lotes, pedido a pedido, transversal y punto medio definidas previamente en la revisión de literatura. (Ver *ANEXO BI. Tablas de entrada del modelo*)

Se realizó un diagrama representando la secuencia general del sistema que se quiere simular y que herramientas de *Flexsim* son utilizadas para esto. Ver *ANEXO BJ. Modelo conceptual de la simulación del proceso de alistamiento*. Para lo cual se usaron diferentes objetos, entidades y recursos ver *Tabla 14*. Ver *ANEXO BK. Descripción de los objetos utilizados en la simulación*. Por otro lado, la ubicación de las bodegas fue

guiada por la representación gráfica de la misma. *ANEXO BL. Visual tool utilizado para delimitar el área de la bodega de Comertex S.A. Girón.*

Las unidades utilizadas en los modelos fueron: segundos para el tiempo y metros para las distancias. También cabe resaltar que las listas de pedidos, los lotes, las ubicaciones de los productos, dimensiones de estantes, capacidades de recursos y espacios entre pasillos, se mantuvieron constantes entre un escenario y otro, de manera que no sean un factor que agregue variabilidad a los resultados de la evaluación.

Tabla 14. Objetos utilizados en la simulación.

ELEMENTOS		
Entidades	Estibas	
Recursos	Carretilla retráctil eléctrica (montacargas) (1)	
	Elevador tijeras eléctricas (2), serán representados gráficamente por dos montacargas (transporters).	
	Operarios (3)	
Entidades permanentes	Estanterías	
	Source, el cual libera los pedidos.	
	Sink, representa el despacho (zona a donde llegan los pedidos).	
	Queue	
	Dispatcher	

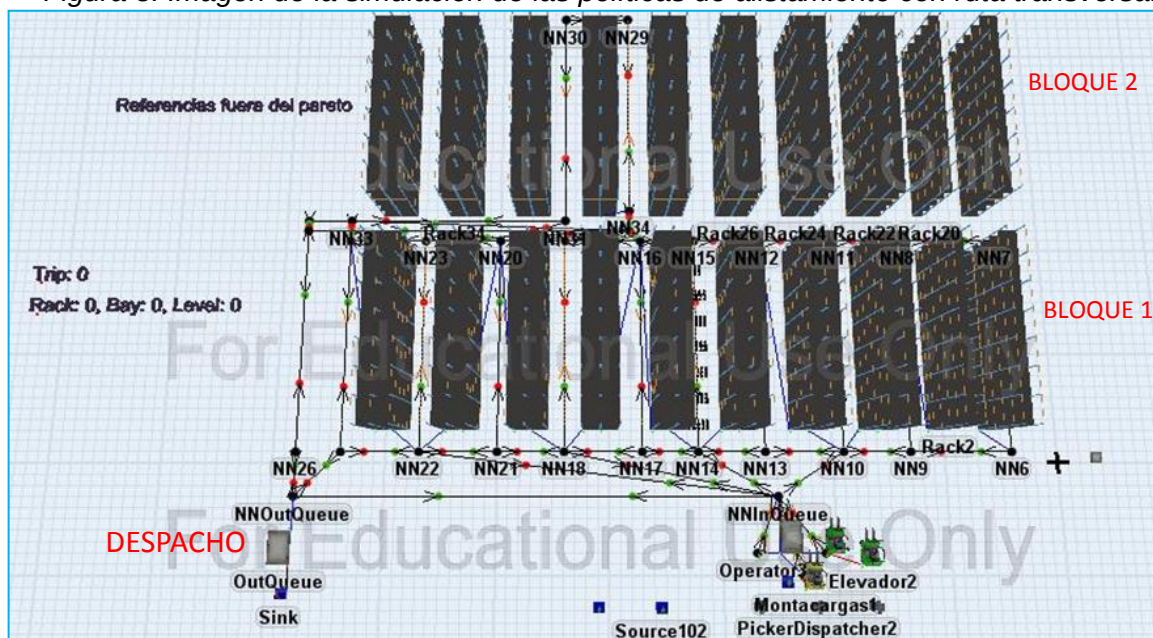
Fuente 26. Elaboración propia

5.2.1. Evaluación de las políticas de alistamiento con una ruta transversal.

Para la evaluación de las políticas de alistamiento con la ruta transversal, se utilizaron 19 rack hacia los cuales se desplazan los recursos para seleccionar la mercancía. Como se había dicho anteriormente, las referencias de consumo frecuente estarán en el primer bloque (18 racks) y las demás en el centro del segundo bloque (rack 19); los 17 restantes fueron ubicados, sin embargo, no fueron utilizados. Ver *Figura 5*.

Para la consecución de la ruta, se ordenaron los pedidos por medio del *Quicksort* y un *ordenamiento manual* que estableció la red de nodos por donde se desplazan los recursos. En cuanto a los artículos por seleccionar ubicados en el segundo bloque, estos serán recogidos una vez el alistador haya terminado con los del primero.

Figura 5. Imagen de la simulación de las políticas de alistamiento con ruta transversal.

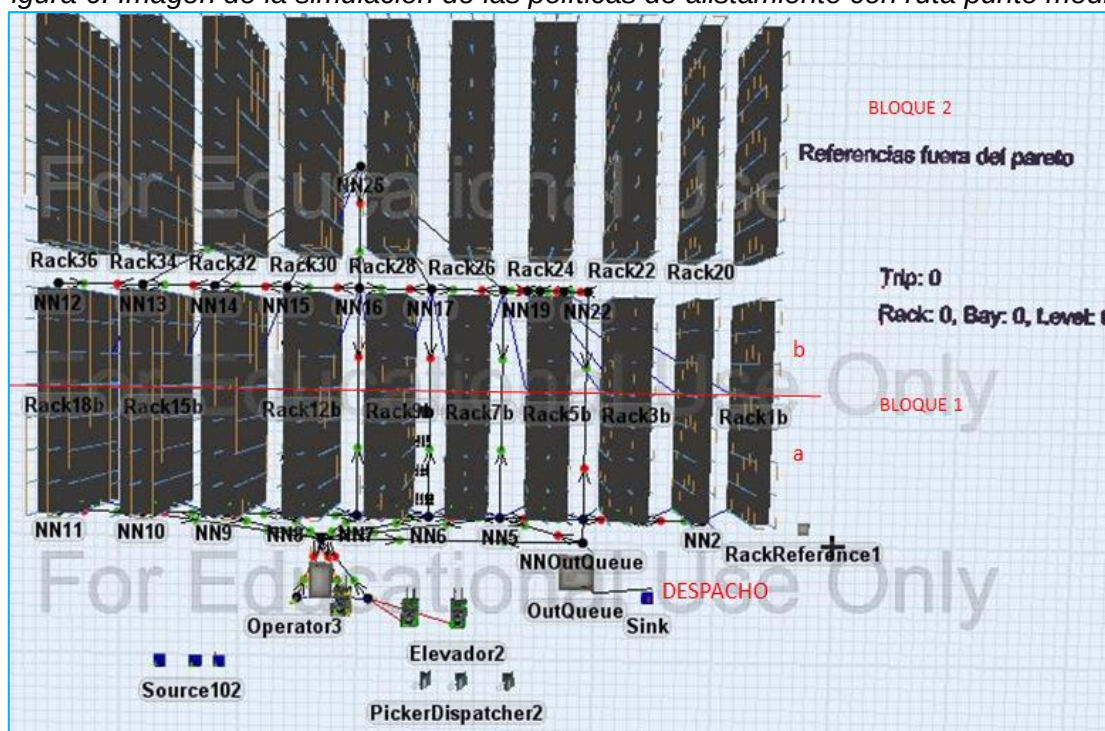


5.2.2. Evaluación de las políticas de alistamiento con una ruta de punto medio.

En el caso de la evaluación de las políticas de alistamiento por medio de la ruta punto medio, se tomaron 32 *racks* para conformar el primer bloque de pasillos, 18 de ellos con 4 bahías (a) y los demás 18, con 3 bahías (b). Estos fueron ubicados de manera adyacente formando estantes de 7 bahías, como los utilizados en Comertex S.A. El fin de esta asignación fue direccionar a los recursos de tal manera que hicieran el recorrido asignado por la ruta punto medio. Ver *Figura 6*.

Para la consecución de dicha ruta, se ordenaron los pedidos por rack y bahía mediante el Quicksort y un *ordenamiento manual*, también se estableció la red de nodos por la cual se desplazan los recursos. Al igual que en la ruta transversal, los artículos por seleccionar ubicados en el segundo bloque, estos serán recogidos una vez el alistador haya terminado con los del primero.

Figura 6. Imagen de la simulación de las políticas de alistamiento con ruta punto medio.



Fuente 27. Vista Flexsim 6.0.

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SIMULACIÓN.

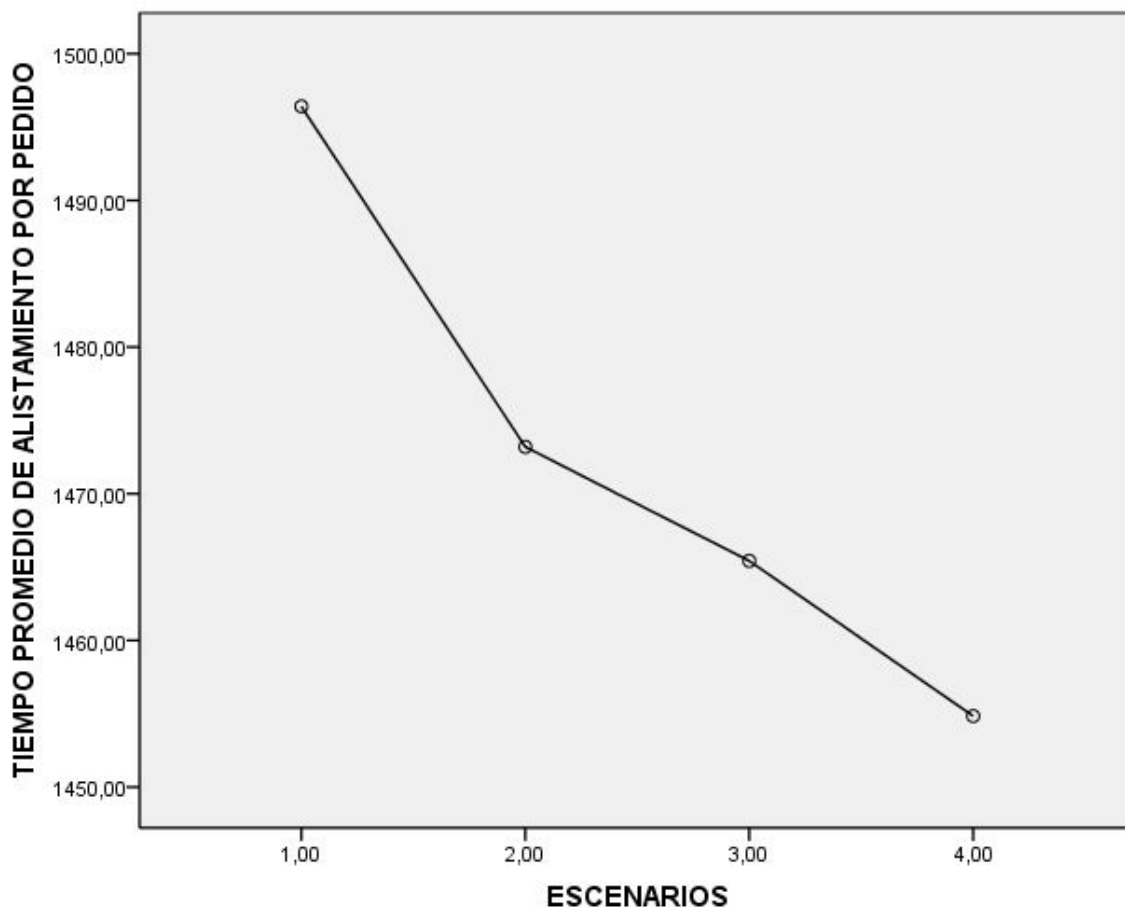
Una vez verificados los modelos, la estantería se ajustó a la distribución física actual, se ingresaron todas las listas, los lotes y finalmente se simuló. De las estadísticas arrojadas por el modelo se consideraron las distancias recorridas, el tiempo promedio de alistamiento por pedido y el factor de utilización de los recursos. Ver *ANEXO BM. Estadísticas arrojadas por los modelos simulados (outputs)*.

6.1. Análisis estadístico del tiempo promedio de alistamiento por pedido

Con el propósito de analizar el impacto de las políticas en el tiempo promedio alistamiento de un pedido y tras realizar la simulación, se hizo un análisis estadístico con el fin de evidenciar el comportamiento de las medias en los cuatro (4) escenarios, de lo cual se obtuvo que el tiempo promedio varía a medida que cambian los escenarios.

Adicional a lo anterior, se realizó una prueba *Post-hoc* con el método *DMS (Diferencia Mínima Significativa)* el cual efectúa una comparación múltiple contrastando uno a uno los resultados obtenidos en cada escenario; donde los tiempos promedio de alistamiento por orden tienen un comportamiento similar para los escenarios 2, 3 y 4. Ver *Gráfico 9*.

Gráfico 9. Gráfico de las medias del tiempo promedio de alistamiento por pedido.



Fuente 28. Elaboración propia. Software SPSS

Se concluye finalmente que para un almacenamiento basado en el índice COI, la política ruteo punto medio y alistamiento por lotes presenta los menores tiempos promedios de alistamiento con una media de 1454,84 segundos, como lo evidencia la *Tabla 15. Ver ANEXO BN. Análisis estadísticos del tiempo promedio de alistamiento por orden.*

Tabla 15. Tiempo promedio por escenario

GRUPOS ESCENARIOS	COMBINACIÓN DE LAS POLÍTICAS	TIEMPO PROMEDIO (s)
1	Pedido a pedido - Ruta Transversal	1499,34658
2	Pedido a pedido - Ruta Punto Medio	1472,57686
3	Lotes - Ruta Transversal	1465,4217
4	Lotes - Ruta Punto Medio	1454,84365

Fuente 29. Elaboración propia

6.2. Análisis estadístico de las distancias promedio recorridas

Para las distancias arrojadas tras la simulación de las políticas se realizó un análisis estadístico con el fin de evidenciar el comportamiento de las medias en los 4 escenarios, de lo cual se obtuvo que la distancia promedio recorrida varía a medida que cambian los escenarios.

A partir de lo anterior, se realizó una prueba *Post-hoc* con el método *DMS (Diferencia Mínima Significativa)* el cual efectúa una comparación múltiple donde se contrastaron uno a uno los resultados obtenidos en cada escenario. Según lo anterior, se concluyó que las distancias recorridas tanto en el escenario 2 (alistamiento pedido a pedido – punto medio) como en el escenario 3 (alistamiento por lotes – ruta transversal) son similares; que el alistamiento pedido a pedido con ruta transversal (escenario 1) presentan el mayor promedio de recorrido y que por último, el menor promedio de distancias recorridas se obtuvo con la combinación del alistamiento por lotes y la ruta punto medio (escenario 4). Ver ANEXO PO. Análisis estadísticos de las distancias recorridas.

Se concluye finalmente que para un almacenamiento basado en el índice COI, la política ruteo punto medio y alistamiento por lotes presenta las menores distancias recorridas.

6.3. Análisis estadísticos de los factores de utilización de los recursos

Se realizó un análisis de varianza y la prueba DMS, a partir de las cuales se evidenció que el promedio del factor de utilización de los recursos varía para algunos y para otros presenta medias similares. *Tabla 16.*

Tabla 16. Variación del factor de utilización promedio de cada uno de los recursos.

RECURSO	FACTOR DE UTILIZACIÓN PROMEDIO ENTRE ESCENARIOS
OPERARIO 1	Diferencia significativa entre las medias
OPERARIO 2	Diferencia significativa entre las medias
OPERARIO 3	Diferencia significativa entre las medias
MONTACARGAS	No existe una diferencia significativa
ELEVADOR 1	No existe una diferencia significativa
ELEVADOR 2	No existe una diferencia significativa

Fuente 30. Elaboración propia.

De lo cual se puede concluir entonces, que el uso de las políticas de alistamiento y ruteo evaluadas, tienen una incidencia significativa en los factores de utilización de algunos de los recursos. Ver *ANEXO BP. Análisis estadísticos de los factores de utilización de los recursos.*

En la *Tabla 17* se muestran los factores de utilización promedio para cada recurso, donde según las pruebas estadísticas tienen un comportamiento diferente en cada uno

de los escenarios los recursos, alistador 1, alistador 2 y alistador 3; siendo el escenario 4 (Lotes – Punto medio) el que presenta el mejor factor de utilización.

Tabla 17. Promedio del Factor de Utilización promedio escenario 4.

LOTES-PUNTO MEDIO					
Alistador 1	Alistador 2	Alistador 3	Elevador 1	Elevador2	Montacargas
32,51%	32,66%	32,67%	25,42%	30,44%	29,46%

Fuente 31. Elaboración propia

RECOMENDACIONES

Criterios de agrupación de pedidos para el alistamiento. Se recomienda estudiar a profundidad diferentes criterios para la formación de lotes, ya que según lo hallado en la presente investigación, es una de las estrategias más eficientes en el alistamiento de pedidos.

Uso de estibas autoapilables. Para referencias de materias primas demandadas por pallets se recomienda el uso de estibas autoapilables, las cuales facilitan la manipulación de los rollos y reducen los daños causados por el peso de los mismos cuando se almacenan en estibas convencionales (donde los rollos son apilados de manera perpendicular entre los mismo).

Ubicación de las referencias por línea de pedido. Teniendo en cuenta que el 1,65% y el 0,11% de las órdenes de materias primas y producto terminado presentan mezcla entre líneas, se recomienda almacenar los productos por línea de pedido, de manera que se vean reducidos los desplazamientos (los cuales consumen la mayor proporción de tiempo del proceso).

Negociación de los costos de transporte. Considerando que para materias primas el 10,45% del tiempo de los alistadores lo consume el empaque tipo B (actividad creada para disminuir los costos de transporte por unidad despachada); se recomienda intentar una nueva negociación con las empresas transportadoras de tal manera que no se cobre por unidad (como se hace actualmente) y por ende, no sea necesaria la elaboración de dicho empaque.

Inventarios en tiempo real. Establecer una política de inventarios clara y considerar el uso de tecnología que permita conocer en tiempo real el inventario existente en las

bodegas, reduciendo de ese modo, los pedidos en backorder, el exceso de mercancía y por ende, la obstrucción de los pasillos.

Conocimiento preciso de las ubicaciones de cada referencia. Considerar el uso de tecnología que identifique la ubicación exacta del producto a recoger y presente dicha información a los alistadores en el formato de orden de pedido o mediante terminales portátiles; con esto, se reducirían los tiempos de búsqueda que actualmente consumen el 8,6% del tiempo en materias primas y el 6,18% en producto terminado.

Manejo de unidades de carga predefinidas. En el caso de Comertex S.A. los vendedores deberían tener conocimiento de las unidades de empaque e incentivar la compra de las mismas. Por ejemplo, bultos completos de láminas, cajas de producto terminado y rollos completos (sin corte).

Creación de áreas separadas para el alistamiento de cajas completas o cajas abiertas. La empresa debe realizar un estudio del comportamiento de la mercancía de producto terminado, el cual le permita identificar la proporción de referencias alistadas por unidades y/o por cajas completas. En caso de no presentarse mezclas, considerar la separación de áreas para estos dos casos de alistamiento.

Cross Docking. Considerar el porcentaje de pedidos en backorder que se presentan en la empresa como una alternativa para la realización de cross docking.

Certificación y clasificación de proveedores. Para el caso de Comertex S.A. la implementación de ésta buena práctica evitaría la realización de actividades tales como: revisión del empaque de la mercancía, estado de la misma, contenido de la unidad de empaque, reempaque, entre otras; reduciendo así, el tiempo de alistamiento de

pedidos. Por tanto, se recomienda que la empresa junto con los proveedores negocien la posibilidad de desarrollarla.

Indicadores de desempeño. La empresa Comertex S.A. debe implementar controles en las operaciones del CEDI mediante la implementación de indicadores de desempeño. La selección de dichos indicadores debe hacerse de acuerdo a los objetivos establecidos dentro de los procesos del almacén.

Perfil de pedidos. Se recomienda a la empresa considerar una revisión del comportamiento de sus pedidos y actividades de alistamiento al menos una vez al año para asegurarse que están usando los métodos que más se acomoden a los perfiles de pedidos; adicionalmente, usar esta información para mejorar continuamente su estrategia de alistamiento, almacenamiento y satisfacer las necesidades de sus clientes.

Terminales e impresoras portátiles. Se recomienda a la empresa evaluar la posibilidad de utilizar terminales e impresoras portátiles que eviten los desplazamientos y esperas generados por la elaboración de los rótulos de despacho y demás documentos manejados en el proceso, además de facilitar la asignación de tareas y la ubicación exacta de las referencias dentro de la bodega.

Orden de pedido. Se recomienda que el documento de alistamiento sea claro y contenga: la ubicación de las referencias, el número de inventario, la descripción del producto, la unidad de empaque y la cantidad requerida. Adicionalmente, cualquier requerimiento especial, debe estar registrado.

Consejo logístico. Se recomienda la realización de un consejo logístico conformado por personal de la empresa (coordinadores de almacenamiento, compras, transporte,

planificación de inventario, servicio al cliente, finanzas, entre otros) cuyas decisiones afecten el flujo de los productos, información y dinero a través de la organización; esto, con el propósito de coordinar la planificación y ejecución de todas las actividades que afectan la logística de la compañía.

CONCLUSIONES

- Las actividades de mayor impacto en el tiempo de alistamiento en la UEN de materias primas, son el desplazamiento y la selección de los artículos (recoger), consumiendo el 24,55% y el 11,45% del tiempo de los alistadores en el proceso, respectivamente.
- Las actividades de mayor impacto en el tiempo de alistamiento en la UEN de producto terminado, son el empaque tipo A y la preparación de los artículos, consumiendo el 23% y el 15,4% del tiempo de los alistadores en el proceso, respectivamente.
- La agrupación de pedidos y la implementación de rutas preestablecidas para el alistamiento, reducen las distancias recorridas dentro de los centros de distribución.
- La toma de decisiones acertadas respecto a las operaciones logísticas de los centros de distribución, van de la mano del estudio del comportamiento de sus pedidos y procesos.
- El alistamiento de pedidos está íntimamente relacionado con los demás procesos que se desarrollan en los centros de distribución, especialmente con las operaciones de almacenamiento y manejo de inventarios, las cuales inciden directamente en el tiempo que se consume dentro de dicho proceso (alistamiento).
- La venta de unidades de empaque completas, rollos, paquetes, cajas o bultos, facilita el alistamiento de los pedidos y por tanto, reduce el tiempo consumido en el mismo.

- La distribución física del almacén (número de pasillos transversales, dimensiones de pasillos, estanterías, ubicación de los muelles, entre otras), influyen en el proceso de alistamiento de pedidos.
- Para el desarrollo de evaluaciones y comparaciones, sin importar el método utilizado; los criterios, variables y supuestos establecidos deben ser direccionados por el objetivo de las mismas.
- Para un almacenamiento basado en el índice COI, la política de ruteo Punto Medio y alistamiento por Lotes presenta los menores tiempos promedios de alistamiento y las menores distancias recorridas; reduciendo estas actividades hasta en un 3% y 71% respectivamente (en comparación con los otros escenarios evaluados).

BIBLIOGRAFÍA

- ACKERMAN, K. B. Practical Handbook of Warehousing, New York, 1990.
- ÁLVAREZ GARCÍA, I. Planificación y desarrollo de proyectos sociales y educativos. Limusa: México, 2002.
- ANAYA, Julio; POLANCO, Sonia. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: España, 2007, p. 85.
- ASHAYERI, J; GOETSCHALCKX, M. Classification and design of order picking. 1989, p.99–106.
- BALLOU, R. H. Logística Empresarial. Control y Planificación. Madrid, 1991.
- BALLOU Ronald. Logística, administración de la cadena de suministro. Quinta edición Pearson. 2004.
- BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.
- BOZER, Yavuz A. ; WHITE, John A. Design and performance models for end-of-aisle order picking systems. 1990.
- BUKCHIN, Yossi; KHMELNITSKY, Eugene; YAKUEL, Pini. Optimizing a dynamic order-picking process. 2011.
- CANO FLORES, Milagros; OLIVERA GÓMEZ, Daniel. Algunos modelos de planeación.
- CARON, F., MARCHET G.; REGO, A .PE. Routing policies and COI-based storage policies in picker- to- part systems. Volumen 36. 1998, p. 713-732.
- CARON, Franco; MARCHET, Gino y REGO, Pe. Alessandro. Optimal layout in low-level picker-to-part systems, 2000.

- CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2010.
- CHE-HUNG, Lin, LUAN-YUAN, Lu. The procedure of determining the order picking strategies in distribution center, 1999.
- CHOE, K.-I. (1991) Aisle-based order pick systems with batching, zoning and sorting. PhD thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
- CROXTON, Keely. Order fulfillment and across the dock concept design and operation handbook. SE, 2003, p.11.
- DALLARI, Fabrizio; MARCHET, Gino; MELACINI, Marco. Design of order picking system. 2008.
- DEKKER, R.; DE KOSTER, M.B.M.; ROODBERGEN, K.J.; VAN KALLEVEEN, H. Improving order-picking response time at Ankor's warehouse. 2004, p. 303-313.
- DURAN, Freddy. Ingeniería de métodos. Ecuador, 2007, p. 153.
- FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002.
- GADEMANN, A.J.R.M., VAN DEN BERG, Jeroen P. y VAN DER HOFF, Hassan H. An order batching algorithm for wave picking in a parallel-aisle warehouse. 2000.
- GU J., Goetschalckx M., McGinis Research on warehouse operation: A comprehensive review. 2007, p. 1–21.
- HENN, Sebastian, KOCH Sören and WÄSCHER, Gerhard. Warehousing in the global supply chain. Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems. Capítulo 6: Order Batching in Order Picking Warehouses: A survey of solution Approaches. 2012.
- HENN, Sebastian; VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Magdeburg: Germany, 2012.
- HUBER, Christian. Throughput analysis of manual order picking systems with congestion consideration. Alemania, 2011.

- HSIEH, Ling-feng; TSAI, Lihui. The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency. 2005.
- HSIEH, Ling-Feng, HUANG, Yi-Chen, FAN, Chia-Yun. The design of batch construction heuristic for order picking systems. 2011.
- HO, Ying-Chi y LIU, Chi-Fong. En: A design methodology for converting a regular warehouse into a zone-picking warehouse. 2005.
- KOO, Pyung-Hoi. The use of bucket brigades in zone order picking systems. 2008.
- LE-DUC, Tho; DE KOSTER, René M.B.M. Travel time estimation and order batching in a 2-block warehouse. 2005.
- LERHER, T.; SRAMI, M.; KRAMBERGER, J.; POTRE, I.; BOROVINSEK, M.; ZMAZEK, B. Analytical travel models for multi aisle automated storage and retrieval systems. 2005.
- LIN, Che-Hung; LU, Iuan-Yuan. The procedure of determining the order picking strategies in distribution center. 1999.
- MAASS, Richard A., BROWN, John O. y BOSSERT, James L. Supplier Certification – A continuous Improvement Strategy. 1990.
- MAULEÓN, Mikel. Logística y costos. 2006, p. 150.
- MELACINI, Marco; PEROTTI, Sara; TUMINO, Angela. Development of a framework for pick-and-pass order picking system design. 2010.
- MERKURYEV Y.; BURINSKIENE, A.; MERKURYEVA G. Simulation-Based Case Studies in Logistics. En: Warehouse Order Picking Process. 2009.
- MORA GARCÍA, Luis Anibal. Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. En: Sistema de separación, alistamiento y despacho. 2011.
- PARIKH, P. J. y MELLER, R. D. Selecting Between Batch and Zone Order picking Strategies in a Distribution Center. Transportation Research Part E. 2008, p. 696 - 719.
- PETERSEN II, Charles G. Evaluation Of Order Picking Policies For Mail Order Companies. U.S.A, 2000.

- PETERSEN, Charles G.; AASE, Gerald. A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. 2003.
- QIAN, Qu; ZHU Jie. Order Picking: A Literature Review. Beijing, 2011.
- RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.
- ROODBERGEN, K.J.; DE KOSTER, R. Routing order pickers in a warehouse with a middle aisle. European Journal of Operational. 2001.
- ROODBERGEN, Kees Jan; DE KOSTER, René. Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. 2000.
- ROODBERGEN, Kees Jan; DE KOSTER, René. Routing order pickers in a warehouse with a middle aisle. 2000.
- ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.
- ROODBERGEN, Kees Jan; SHARP Gunter P.; VIS Iris F.A. Designing the layout structure of manual in warehouses. Atlanta, 2007.
- SALDARRIAGA, Diego. Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Colombia. 2012.
- SHARP, Gunter P.; ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. 2007.
- STOCK, J. R., y LAMBERT, D. M. Strategic Logistics Management. 2001.
- THEYS, Christophe; BRÄYSS, Olli; DULLAERT, Wout; RAA, Birger. Using a TSP heuristic for routing order pickers in warehouses. 2009.
- TOMPKINS, James A. Facilities planing. Estados Unidos, 2010, p. 433-442.
- Universidad EAFIT. Manual de salud ocupacional para contratistas. Colombia, 2009, p. 12.
- VAN NIEUWENHUYSE, Inneke; DE KOSTER, René B.M. Evaluating order throughput time in 2-block warehouses with time window batching. 2009.
- WUTTHISIRISART, Phichet, CHANG, Alec y NOBLE, James S. Relation-based Item Slotting. 2010.

- WÄSCHER G. Order picking: a survey of planning problems and methods. Supply chain management and reverse logistics. Berlin, 2004, p. 323–47.
- YU, Mengfei. Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. Shanghai, 2008.

ANEXOS

ANEXO A. Generalidades de la empresa

RESEÑA HISTÓRICA

El 7 de noviembre de 1.974 fue fundada en la ciudad de Bucaramanga Comertex S.A., el surgimiento de esta empresa se vio motivado por la necesidad que percibieron sus creadores de fortalecer uno de los sectores más ricos de la economía del país, la distribución de productos textiles, visualizando en Santander una de las mejores plazas para aprovechar dicha oportunidad.

Comertex es una empresa consolidada como un grupo de empresas familiares que se fusionaron hacia el año 2004, en las ciudades de Bogotá, Cali y Pereira. En la actualidad cuenta con una moderna infraestructura ubicada en la zona industrial de Girón en la Carrera 17 Autopista Palenque – Chimitá N° 60– 170 en la que funcionan sus líneas comerciales, departamento administrativo y su centro de distribución logístico. En esta sede los productos de las líneas son almacenados en una bodega amplia con las características logísticas necesarias, con el fin de brindar a los clientes mayor confiabilidad y un manejo seguro de los productos. Además posee en los principales puntos comerciales de la ciudad de Bucaramanga almacenes donde funcionan sus siete líneas, logrando así satisfacer la gran demanda generada en el sector.

OBJETO SOCIAL

Comertex S.A. cuenta con siete líneas de productos con el objeto social de adquirir, exportar, importar, distribuir y vender toda clase de insumos y productos textiles, con el principal objetivo de atender a trece segmentos del mercado. La Unidad Estratégica de Negocio (UEN) materias primas está compuesta por la línea plano, línea punto, línea no tejidos y la UEN producto terminado por calzado, hogar y vestuario.

ANEXO C. DESCRIPCIÓN DE LA SEGMENTACIÓN DE LOS CLIENTES DE COMERTEX S.A

Comertex S.A. tiene segmentados sus clientes de acuerdo al tipo de producto que compran, materias primas o producto terminado (Ver Tabla 2); a continuación se procede a describir cada uno de ellos²¹⁶:

Tabla 18. Segmentación de clientes Comertex S.A

MATERIA PRIMA	PRODUCTO TERMINADO
Confección Dotación	Mayoristas PT
Mayoristas MP	
Minoristas MP	Minoristas PT
Confección Quirúrgico	
Publicidad	
Industrial	Grandes superficies
Otros (Femenino, Masculino, Infantil y Ropa deportiva)	

Fuente 32. Comertex S.A.

Materias Primas

- Comercio minorista: son establecimientos comerciales pequeños, especializados en pocos productos donde sus clientes pueden adquirir productos de materias primas al detal, de manera que se atiendan necesidades particulares. Principales características: clientes de bajo volumen en pedidos, orientados a productos de línea, con gran exigencia en tiempos de entrega, orientados a buscar descuentos.
- Comercio mayorista: pertenecen a este segmento los clientes que ejercen las actividades de venta, representación y promoción de los productos de materias

²¹⁶ Segmentación de clientes suministrado por Comertex S.A.

primas para ser revendidos. Distribuyen y venden principalmente al por mayor y en ocasiones al detal. Estos clientes pueden tener sus propios puntos de venta. Principales características: poco o nada fieles, interés en productos de línea, alto volumen en pedidos y presentan especial atención a la disponibilidad, la exclusividad en diseños, la atención personalizada, precio y plazos de pago.

- Confecciones: clientes dedicados a la elaboración de prendas de vestir y se encuentra dividido en: confección dotaciones, confección infantil, confección femenina, confección masculina, confección quirúrgica y confección ropa deportiva. Principales características: son especializados, favorecen la atención personalizada con buen nivel de asesoría técnica, privilegian el diseño, y son exigentes en cuanto a la programación y entrega del producto.
- Industrial: compañías cuya actividad primordial es la producción de bienes mediante la transformación de la materia o extracción de las mismas. Comparte las mismas características del segmento de confección.
- Publicidad: clientes dedicados principalmente a la comercialización de productos terminados y/o materias primas para fines publicitarios, prestan este servicio a compañías interesadas en diseños de productos personalizados que exhiban sus logos o marcas. Principales características: realiza pedidos de bajo volumen, favorece la atención personalizada, la disponibilidad de productos con buen precio y el cumplimiento en fechas de entrega.

Producto Terminado

- Grandes superficies: son tiendas únicas de gran tamaño, ubicadas en las principales ciudades del territorio nacional, dentro de las cuales están hipermercados,

almacenes de cadena, supermercados, almacenes por departamentos. Principales características: presenta una logística especial (etiquetado, re-empaque, despachos a varios puntos de envío) y demanda de publicidad (impulso, mercaderistas, góndolas).

- Mayoristas: son clientes que compran para distribuir e invierten en la comercialización de los productos terminados; estos son: catálogo de venta directa, institucional, promocional y licitaciones. Principales características: requiere y maneja su propia logística básica con valor agregado escaso o nulo, para llegar al cliente final.
- Comercio al detal: son el segmento que finaliza la cadena de distribución de los productos terminados, venden directamente al cliente final y su sistema de venta es al detal. Principales características: demandan alta rentabilidad porque sus despachos son pequeños y deben cubrir los costos logísticos de operación, además su operación logística presenta un nivel alto de complejidad.

ANEXO D. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS DE COMERTEX S.A.

La compañía divide sus productos en seis (6) líneas que se describen a continuación²¹⁷.

- Línea tejido de punto: la línea cuenta con variedades de telas como deportivas, pijamería infantil, doble punto, estampados, lycras, perchados, piqué, fleece, punto sencillo, rib y jersey.
- Línea tejido plano: en esta línea se encuentran diferentes tipos de tela para la confección de prendas de vestir, tales como la bayetilla, el velo, el camisero, pantaloneros, dacrón, lino, etamina, entre otras.
- Línea no tejidos: ofrece productos para diferentes sectores de la industria como polybon, lámina, guata, lona, tela quirúrgica, entretelas, bases para bordar, entre otras.
- Línea vestuario: camisetas, pantalones, vestidos, camisas, pantalonetas, entre otros, hacen parte de esta línea.
- Línea hogar: los productos que se manejan son toallas y sus subgéneros; sobrecamas, ropa de hogar y productos importados.
- Línea calzado: los productos se clasifican en cinco grandes grupos: doméstico, agropecuario, industrial, colegial y moda.

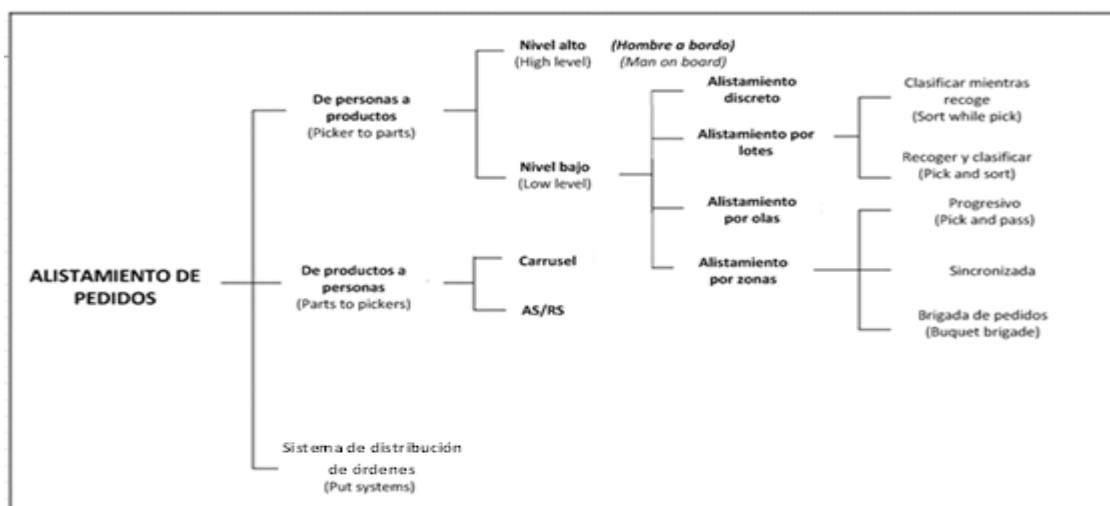
²¹⁷ El portafolio de producto fue suministrado por Comertex S.A..

ANEXO E. Clasificación de los sistemas de alistamiento productos a alistadores y sistema de distribución de órdenes.

De acuerdo al movimiento de personas y productos, el proceso de alistamiento se clasifica en sistemas de alistadores a productos (*pickers to parts*), productos a alistadores (*parts to pickers*) y (*put systems*) sistema de distribución de órdenes (YU, Mengfei²¹⁸, 2008), ver Figura 2.

En el sistema de alistadores a productos (usado comúnmente), los alistadores se desplazan a lo largo de los pasillos para recoger los artículos, mientras que en los sistemas de productos a alistadores, vehículos sistematizados recogen una o más unidades de carga y las hacen llegar a un depósito donde un alistador toma el número requerido de unidades (Pyung-Hoi Koo²¹⁹, 2008).

Figura 7. Clasificación de los sistemas de alistamiento de pedidos (De Koster, 2004).



²¹⁸ YU, Mengfei. Enhancing warehouse performance by efficient order picking, 2008.

²¹⁹ KOO, Pyung-Hoi. The use of bucket brigades in zone order picking systems. 2008.

Fuente 33. Modificado de YU, Mengfei. Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. China; SE, 2008, p. 18

Los sistemas de distribución de órdenes, a menudo combinan los sistemas de alistadores a productos y productos a alistadores. Inicialmente, los artículos deben ser recogidos, lo cual puede realizarse de alistadores a productos o de productos a alistadores²²⁰.

Posteriormente, los artículos recogidos (usualmente en un contenedor) son llevados a un alistador el cual distribuye los artículos según los pedidos, el alistador clasifica los artículos en contenedores según sea el cliente (YU, Mengfei²²¹, 2008).

Los sistema de distribución de órdenes (*put systems*) son populares particularmente en casos en los que grandes cantidades de pedidos de clientes deben ser alistados en cortos periodos de tiempo (por ejemplo, en Amazon Germany o en ventas de flores), donde pueden resultar en promedio alrededor de quinientas (500) recogidas por hora-alistador (para artículos pequeños) en sistemas correctamente administrados (De Koster²²², 2008).

A menudo, múltiples sistemas de alistamiento de pedidos son empleados en los centros de distribución, de los cuales se distinguen sistemas de alistamiento de pedidos de acuerdo a su requerimiento de alistadores o de máquinas automatizadas. Dentro de los sistemas de alistamiento de **productos a alistadores (*parts to pickers*)** incluye sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación de productos (AS/RS), usando principalmente máquinas automatizadas en los pasillos y/o en las estanterías encargados de seleccionar y recoger una o más unidades de carga y traerlos

²²⁰ YU, Mengfei, Op. cit., p. 1.

²²¹ YU, Mengfei, Ibid.

²²² De Koster, R. Warehouse assessment in a single tour. Facility Logistics. Nueva York, 2008. Citado por: YU, Mengfei. En: Enhancing warehouse performance by efficient order picking. Shangai: China, 2008.

a una posición de alistamiento. El alistamiento de pedidos automatizado y robotizado sólo es usado en casos especiales (en artículos de alto valor, pequeños y delicados)²²³.

- Otros sistemas automatizados para el proceso de alistamiento de pedidos son por Radiofrecuencia y sistemas de voz.

Los dos sistemas utilizan una red troncal de amplio espectro de radiofrecuencia para apoyar sus operaciones. Las diferencias principales envuelven la manera específica de enviar instrucciones al operador y la respuesta del este. Los sistemas tradicionales de escaneo de radiofrecuencia tienen escáneres portátiles con diferentes grados de inteligencia. El dispositivo tiene una pantalla de cristal líquido (LCD) para transmitir instrucciones para el operador y un teclado para que él mismo, de entrada a las respuestas. El operador utiliza el escáner de código de barras para confirmar las unidades de control de inventario (SKU), la ubicación o el número de pedido. El controlador del sistema dispone de una interface con un sistema de acogida que puede ser un sistema de gestión o un WMS. Un sistema de voz provee al operador de instrucciones por medio de audio, el alistador actúa, de acuerdo a las instrucciones y confirma la acción con una voz de respuesta. Este sistema usa instrucciones limitadas y reconoce palabras específicas en secuencias de respuesta específicas. Está preparado por tanto, a reconocer las características de la voz de cada operador. Las imitaciones de los sistemas en la adquisición de datos de

²²³ DE KOSTER, René; LE-DUC, Tho; ROODBERGEN, Kees Jan. Design and control of warehouse order picking: a literature review, 2006.

voz han causado que los fabricantes avancen hacia la adición de código de barras escaneado a sus sistemas²²⁴.

- Sistemas de carrusel

Los sistemas de carrusel se encuentran entre los más usados actualmente en el mercado. Existen dos tipos básicos de carruseles: horizontal y vertical. Dentro de éstos, existen muchas variantes, la mayoría relacionadas con los sistemas de control. El principio fundamental del carrusel es hacer que el producto a alistar llegue al alistador en lugar de que el alistador se dirija a recoger el producto. El desempeño de los carruseles es sobresaliente para un tipo de producto específico en un tipo de pedido específico. Las ordenes son generalmente procesadas en lotes de seis (6) a doce (12) al tiempo. El carrusel más usado es el horizontal y la mayoría de carruseles verticales son usados en el almacenamiento de pequeñas piezas de repuesto o en almacenamiento de archivos. El carrusel vertical consta de una serie de contenedores ubicados en paneles de forma vertical, dichos paneles rotan según el pedido y una serie de controles, luces y pantallas indican al alistador el número de artículos de cada referencia que se debe recoger de cada contenedor. Un alistador puede trabajar en tres (3) o más carruseles al tiempo²²⁵.

Para el presente proyecto se va a estudiar el sistema manual de alistamiento, alistadores a productos, de acuerdo a las condiciones de operación de la compañía.

²²⁴ CROXTON, Keely. Order fulfillment and across the dock concept design and operation handbook. 2003, p. 11.

²²⁵ CROXTON, Keely. Order fulfillment and across the dock concept design and operation handbook. SE, 2003, p.19.

ANEXO F. Profundización en la definición y generalidades de las políticas de alistamiento.

- Alistamiento por zonas

El alistamiento por zonas consiste en la división de toda el área de alistamiento de la bodega en un determinado número de áreas más pequeñas (zonas) las cuales son asignadas a uno o varios operarios encargados del alistamiento para que éstos recojan los artículos que se requieren y se encuentran almacenados en dicha zona, según Meng Fei Yu²²⁶.

Existen dos tipos de alistamiento por zonas: Secuencial y Simultánea (Tompkins et al., 2003)²²⁷.

En la *política de alistamiento por zonas secuencial* (también conocida como progresiva o de recoger y continuar), el alistamiento ocurre de a una orden al tiempo, de a una zona al tiempo, luego la orden va pasando por cada zona. Debido a que sólo una orden es manejada al tiempo, la política de *alistamiento por zonas secuencial* reduce la tasa de recogida de los operarios, pero en contrapeso elimina el requerimiento de un operario encargado de la clasificación²²⁸.

²²⁶ YU, Mengfei. Enhancing warehouse performance by efficient order picking, 2008.

²²⁷ TOMPKINS, J.A., WHITE, J.A., BOZER, Y.A., FRAZELLE, E.H. y TANCHOCO, J.M.A. Facilities Planning. 2003. Citado por: DE KOSTER, R., LE-DUC, T., y ROODBERGEN, K.J. En: Design and control of warehouse order picking: a literature review. 2007.

²²⁸ PARIKH A., Pratik J. y MELLER B, Russell D. Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. 2007.

Jane²²⁹ (2000) desarrolló un algoritmo heurístico para la *política de alistamiento por zonas secuencial*, donde cada orden es procesada por un operario en cada zona a la vez. El propósito de la investigación, era balancear la carga de trabajo de los recolectores y ajustar el tamaño de la zona de acuerdo a la variación del volumen de los pedidos. Dicho método fue verificado a través de experimentos con datos empíricos y métodos de simulación.

En contraste, en la *política de alistamiento por zonas simultánea* (también conocida como sincronizada), todos los artículos correspondientes a lotes de órdenes se recogen simultáneamente en todas las zonas, y posteriormente son consolidadas mediante un sistema de clasificación. Por lo tanto, la *política de alistamiento por zonas simultánea* aumenta la tasa de recogida por operario debido a que todo el lote se recoge al mismo tiempo; sin embargo, requiere de una persona encargada de la clasificación de los artículos. Como resultado, en el alistamiento por zonas también existe un equilibrio entre la tasa de recogida y la de requerimiento de un sistema de clasificación²³⁰.

Jane y Lai²³¹ (2005) estudiaron la *política de alistamiento por zonas simultánea*; en dicha política, los trabajadores encargados del alistamiento en cada una de las zonas trabajan en la misma orden simultáneamente y con el fin de evitar el desequilibrio en la carga laboral, los autores sugieren almacenar los artículos, que aparentemente pueden llegar a hacer parte de una misma orden, en zonas iguales y si son diferentes, deben

²²⁹ JANE, C.C. Storage location assignment in a distribution center. 2000. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

²³⁰ PARIKH, Pratik; MELLER, Russell, Op cit., p. 18.

²³¹ JANE, C.C. y LAIH, Y.W. A clustering algorithm for item assignment in a synchronized zone order picking system. 2005. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

ser zonas cercanas unas a otras; para ello desarrollaron un modelo de asignación de artículos en el centro de distribución. Tras su posterior estudio, se evidenció que dicha asignación propuesta contribuyó en el aumento de la eficiencia del proceso en un 29% y se redujo el tiempo de alistamiento en un 18%.

Uno de los problemas que más se presentan en esta política es el desequilibrio de la carga de trabajo de las zonas, así pues dicha carga debe ser balanceada para los trabajadores de cada zona (Pyung-Hoy Koo²³², 2008).

Concluyendo, las principales ventajas del alistamiento por zonas incluyen la familiaridad de cada encargado del alistamiento con la zona asignada, la reducción de la distancia de viaje (debido a que debe atravesar menor área en el momento de recoger los artículos de la orden dada), la reducción en la congestión de los pasillos y la facilidad en la administración y el control del proceso (De Koster y Yu, 2007; Jane y Lai²³³, 2005; Petersen²³⁴ 2002).

- **Alistamiento por brigada de pedidos**

Por su nombre en inglés (bucket brigade order picking (BB picking)) brigada de pedidos. Las operaciones de las brigadas imitan el comportamiento cooperativo de las hormigas cuando mueven su cría, alimentos, u otros recursos (Anderson et al., 2002).

La brigada de pedidos puede ser vista como una versión de la zonificación progresiva, en el que los tamaños de la zona son variables y donde es la carga de trabajo, no un punto fijo de ruptura, la que define la zona; una asignación equilibrada de trabajo

²³² KOO, Pyung-Hoi. The use of bucket brigades in zone order picking systems. 2008.

²³³ JANE, C.C. y LAIH, Y.W. A clustering algorithm for item assignment in a synchronized zone order picking system. 2005. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

²³⁴ PETERSEN, C.G. An evaluation of order picking policies for mail order companies. 2000.

se logra si los trabajadores están posicionados del más lento al más rápido, a lo largo de la línea de la dirección del flujo de trabajo (Bartholdi y Eisenstein²³⁵ 1996; 2005; 2007; Bartholdi y Gue²³⁶ 2000; Bartholdi et al²³⁷ 2001).

BB también se puede aplicar para ordenar los procesos de recolección, suponiendo que los productos se almacenan en un estante, agrupados en una línea. El alistamiento se lleva a cabo por los recolectores a lo largo del estante de almacenamiento y cuando el selector de la última orden completa un pedido, lo lleva al final (por ejemplo, hacia una cinta transportadora) y vuelve a hacerse cargo de la orden del selector anterior, que a su vez camina hacia atrás y se hace cargo de la orden del selector predecesor. El proceso continúa hasta que el selector de la primera orden inicia una nueva²³⁸.

El equilibrio en la carga de trabajo de las zonas, tiene gran impacto en el rendimiento de la preparación de pedidos. En un sistema de alistamiento, recoger y continuar (pick and-pass), el desequilibrio entre las zonas puede provocar largo tiempo de espera y colas en las zonas altamente cargadas. En un sistema de zonificación sincronizado, el desequilibrio da lugar a tiempo de inactividad para los preparadores de pedidos en zonas de carga ligera, lo que conduce a una subutilización del sistema y menor productividad de los recolectores. La brigada de pedidos (*bucket brigade BB, picking*) tiene la ventaja de eliminar el tiempo de espera y los retrasos. Sin

²³⁵ BARTHOLDI, J. y EISENSTEIN, D. Using bucket brigades to migrate from craft manufacturing to assembly lines. 2005. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

²³⁶ BARTHOLDI, J. y GUE, K.R. Reducing labor costs in an LTL cross-docking terminal. 2000, p. 823-832. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

²³⁷ BARTHOLDI, J., EISENSTEIN, D. y FOLEY, R. Performance of bucket brigades when work is stochastic, 2001. Citado por: Tho Le-Duc. En: Design and Control of Efficient Order Picking Processes. 2005.

²³⁸ YU, Mengfei. Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. China; SE, 2008. p. 8-9.

embargo, se necesita entrenamiento para asegurar que todos los artículos se recogen durante las múltiples transferencias que se presentan. Otra limitación de los pedidos por brigadas es que sólo se puede utilizar para una línea de distribución física del sistema de alistamiento de pedidos²³⁹.

Bartholdi y Eisenstein²⁴⁰ (1996) implementaron BB en el centro de distribución de Revco, tiendas de drogas en América del Norte y se demostró que existió tanto un incremento en la tasa de rendimiento, como una reducción en los esfuerzos de gestión que comparan al BB con la zonificación progresiva convencional.

- **Alistamiento por olas**

En el alistamiento por olas, los pedidos se recogen para cumplir calendarios de envío (J Renaud & A Ruiz²⁴¹, 2007). Es utilizado comúnmente para órdenes de un solo destino (por ejemplo, la salida de un vehículo determinado en un tiempo fijo) que son liberadas al mismo tiempo para que sean alistadas en múltiples zonas del almacén; generalmente (pero no necesariamente), esta política es combinada con el alistamiento por lotes (René de Koster, Tho Le-Duc & Kees Jan Roodbergenm, 2006). El tamaño del lote es determinado con base en el tiempo requerido para alistar todo el lote completo, a menudo entre 30 minutos a dos horas (Petersen²⁴², 2000).

Los alistadores continuamente recogen los artículos requeridos en sus zonas y una ola de pedidos a alistar solo puede comenzar cuando la anterior haya finalizado (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergenm, 2006).

²³⁹ YU, Mengfei. Enhancing Warehouse Performance by Efficient Order Picking. China, 2008. p. 8-9.

²⁴⁰ Bartholdi, J. and Eisenstein, D. A production line that balances itself. 1996.

²⁴¹ RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

²⁴² PETERSEN, C.G. An evaluation of order picking policies for mail order companies. 2000.

Todas las políticas mencionadas son bien conocidas y prueban su influencia en la mejora de la eficiencia del proceso de alistamiento; sin embargo, el desempeño de las mismas depende en gran medida del almacén, las características de las órdenes y de la capacidad de alistamiento (Dukic y Oluic, 2007).

- **Alistamiento por lotes**

El alistamiento por lotes es una política que reúne los mismos artículos de órdenes diferentes para posteriormente ser recogidos al tiempo, generando una disminución de las distancias de viaje y en el tiempo de recogida de los artículos, afirman Che-Hung, Lin y Luan-Yuan, Lu²⁴³ (1999). Según J. Renaud y A. Ruiz²⁴⁴ (2008) en el alistamiento por lotes, una persona puede recoger varias órdenes al mismo tiempo; es decir, varias órdenes son puestas en lotes o agrupadas y un operario es el encargado de recoger todos los artículos del lote de pedidos (Pratik J. Parikh, Russell D. Meller²⁴⁵, 2008).

Pratik J. Parikh A. y Russell D. Meller B.²⁴⁶ (2007) establecieron las ventajas y desventajas de acuerdo al tipo de alistamiento por lotes (*ver Tabla 19*).

²⁴³ CHE-HUNG, Lin, LUAN-YUAN, Lu. The procedure of determining the order picking strategies in distribution center, 1999.

²⁴⁴ RENAUD, J; RUIZ, A. Improving product location and order picking activities in a distribution centre. 2007.

²⁴⁵ PARIKH, P. J. y MELLER, R. D. Selecting Between Batch and Zone Order picking Strategies in a Distribution Center. Transportation Research Part E. 2008, p. 696 - 719.

²⁴⁶ PARIKH A., Pratik J. y MELLER B, Russell D. Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. 2007.

Tabla 19. Resumen de las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de política de alistamiento por lotes

ALISTAMIENTO POR LOTES		
TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Recoge y luego clasifica	La tasa de recolección de los alistadores se incrementa	Requiere de un sistema de clasificación
	Se reducen las posibilidades de un desequilibrio en las cargas de trabajo	Se aumenta la posibilidad de bloqueos
	Ahorro de tiempo al disminuir distancias recorridas por pedido	
Clasifica mientras recoge	Se reducen las posibilidades de un desequilibrio en las cargas de trabajo	Se disminuye la tasa de recolección al hacer la clasificación en el momento de la selección
	No requiere de un sistema de clasificación	Se aumenta la posibilidad de bloqueos
	Ahorro de tiempo al disminuir distancias recorridas por pedido	

Fuente 34. Adaptado de Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center de Pratik J. Parikh A. y Russell D. Meller B. 2007.

ANEXO G. Métodos de evaluación aplicados para el análisis de políticas de alistamiento y ruteo.

Uno de los métodos de evaluación son los modelos de simulación, los cuales son contruidos generalmente de acuerdo a la combinación de las políticas a estudiar y según los parámetros básicos de las empresas interesadas en emplearlos (Wu, Chen, Tsai, & Yang²⁴⁷, 2010; Yoo, Cho, Yücesan²⁴⁸, 2010). Los autores Charles G. Petersen & Gerald Aase²⁴⁹ en el 2003, usaron un modelo de simulación basado en las operaciones de un centro de distribución en el cual se emplea la política de alistamiento pedido a pedido, posteriormente evaluaron diversas políticas de alistamiento, almacenamiento y ruteo con el fin de determinar cuál provee el menor porcentaje de desplazamientos. Tone Lerher, Matjaz Sraml, Janez Kramberger et al.²⁵⁰, en el 2005, también utilizaron el modelo de simulación para comparar el desempeño de propuestas analíticas de modelos de tiempo de recorrido en sistemas de alistamiento y almacenamiento automatizados. En el 2009, Y. Merkuryev, A. Burinskiene & G. Merkuryeva²⁵¹, crearon un modelo de simulación para evaluar cómo las políticas de ruteo influyen en el ahorro de distancias recorridas por el operario. De lo anterior, es posible concluir que la simulación es una herramienta acertada para la evaluación tanto de políticas de alistamiento como de ruteo dentro de un centro de distribución.

²⁴⁷ WU, H.-H., CHEN, C.-P., TSAI, C.-H.; YANG, C.-J. Simulation and scheduling implementation study of TFT-LCD Cell plants using Drum-Buffer-Rope system. 2010. Citado por: CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. En: Improving the productivity of order picking of a manual- pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2011.

²⁴⁸ YOO, T.; CHO, H.; YÜCESAN, E. Hybrid algorithm for discrete event simulation based supply chain optimization. 2010. Citado por: CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. En: Improving the productivity of order picking of a manual- pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2011.

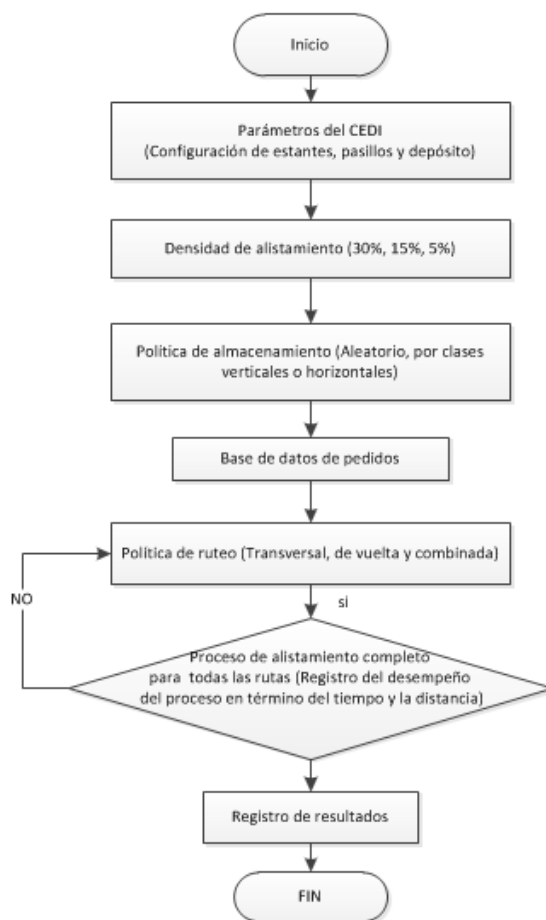
²⁴⁹ PETERSEN, Charles G.; AASE, Gerald. A comparison of picking, storage and routing policies in manual order picking. 2003.

²⁵⁰ LERHER, T.; SRAMI, M.; KRAMBERGER, J.; POTRE, I.; BOROVINSEK, M.; ZMAZEK, B. Analytical travel models for multi aisle automated storage and retrieval systems. 2005.

²⁵¹ MERKUYEV, Y.; BURINSKIENE, A; MERKUYEVA, G. Warehouse order picking process. 2009.

La simulación es la herramienta más apropiada para analizar el desempeño del proceso de alistamiento de pedidos según Felix T.S. Chan & H.K. Chan²⁵² (2010), por tal razón, se utilizara en el presente proyecto con el fin de evaluar algunas políticas de alistamiento. Estos autores realizaron un diagrama de los parámetros generales que consideran deben contemplarse en la simulación planteada para su investigación. El diagrama muestra a grandes rasgos la secuencia, las variables del entorno, el comportamiento del proceso y las políticas que desean evaluar. *Figura 8.*

Figura 8. Flujo del proceso de simulación.



Fuente 35. Felix T.S. Chan & H.K. Chan, 2010, p.09

²⁵² CHAN, Felix T.S.; CHAN, H.K. Improving the productivity of order picking of a manual- pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2010.

Pratik J. Parikh & Russell D. Meller²⁵³ (2008), plantean que las políticas de alistamiento dentro de un centro de distribución determinan la forma en que los alistadores deben recoger los artículos de una orden de pedidos. Los autores se centran en contrastar la política de alistamiento por lotes y la política de alistamiento por zonas para definir mediante un modelo de costos la más apropiada.

En el modelo de costos se consideraron los efectos de factores como: la tasa de recogida, bloqueos entre alistadores, desbalance de carga y el sistema de clasificación empleado.

Adicionalmente, proponen que previo a la selección de la política, se deben considerar las políticas de alistamiento de pedidos existentes:

- Alistamiento discreto.
- Alistamiento por lotes.
- Alistamiento por zonas.
- Alistamiento por brigadas de pedidos.
- Alistamiento por olas.

Los autores resaltaron, que aunque el alistamiento discreto es simple de implementar, puede llegar a ser una labor intensa cuando la actividad del centro de distribución es alta; por otra parte, el alistamiento por brigada de pedidos, está limitado a aplicaciones donde la recolección de los artículos a alistar (órdenes) sea sencillo. Adicionalmente, concluyeron que la mayoría de los centros de distribución generalmente no emplean ninguna de estas dos estrategias; en lugar de estas, ellos consideraron el alistamiento por lotes y el alistamiento por zonas.

²⁵³ PARIKH, P. J. y MELLER, R. D. Selecting Between Batch and Zone Order Picking Strategies in a Distribution Center. Transportation Research Part E. 2008.

Para decidir cuál de los dos tipos de alistamiento pre-seleccionados es el más adecuado, Pratik J. Parikh & Russell D. Meller²⁵⁴ estimaron el efecto de los factores mencionados anteriormente y los incorporaron dentro del modelo de costos. Con el fin de resolver el problema ya definido (cual tipo de alistamiento es el más adecuado), los autores desarrollaron el modelo de costos que estimaría el costo de las actividades empleadas en las políticas de alistamiento por zonas y por lotes. El modelo incluye los costos esperados de personal, equipo, desbalance de línea, clasificación y personal encargado del empaque.

Como conclusión, tras la evaluación de las políticas seleccionadas mediante el modelo de costos se identificó que el balance de carga es menor en el alistamiento por zonas en comparación con el alistamiento por lotes. Adicionalmente, dicha evaluación arrojó que el desbalance en la carga de trabajo se hace prominente cuando el tamaño de las órdenes aumenta.

Por otro lado, Che-Hung Lina y Luan-Yuan Lub²⁵⁵ (1999), afirmaron que la preparación de pedidos es de las tareas más importantes en un centro de distribución y su precisión depende de la utilización de estrategias adecuadas; para lo cual decidieron proponer un procedimiento basado en herramientas computacionales (simulación) que determinaron este tipo de estrategias.

El mecanismo que utilizaron para el desarrollo de este procedimiento constó de dos fases, un método analítico que se empleó inicialmente para clasificar todos los pedidos en cinco (5) categorías y una simulación por computador con el fin de generar las estrategias de alistamiento adecuadas para cada una de dichas categorías.

²⁵⁴ PARIKH, P. J. y MELLER, R. D. Op. cit., p. 3.

²⁵⁵ CHE-HUNG, Lin, LUAN-YUAN, Lu. The procedure of determining the order picking strategies in distribution center, 1999.

Adicionalmente, incluyeron un análisis de la varianza con el que se evaluó el impacto de las diferentes estrategias de alistamiento de pedidos.

En el momento simulado, se tomaron como criterio de desempeño el tiempo y la utilización de los alistadores en el proceso de preparación de pedidos; basados en estos dos criterios, desarrollaron la simulación y compararon el rendimiento entre las políticas de alistamiento por pedido a pedidos, lotes y zonas, las cuales resultaron como candidatas para mejorar el desempeño del alistamiento.

En otra investigación Felix T.S. Chan y H.K. Chan²⁵⁶ (2010) estudiaron un centro de distribución de productos deportivos con el objetivo de mejorar la productividad del alistamiento de pedidos, sabiendo de antemano que un mínimo de distancia no equivale a un mínimo de tiempo, puesto que para recoger los productos se debe tener en cuenta a este último en los movimientos verticales.

Los autores iniciaron con la selección de 120 tipos de productos por medio de una clasificación ABC, basada en el historial de pedidos de un año y para la asignación de los lugares de almacenamiento de dichos productos utilizaron el método COI y el EIQ, evaluados posteriormente con simulación, teniendo en cuenta los siguientes factores: tres políticas de almacenamiento (aleatorio, basado en clases horizontal, basado en clases vertical); tres políticas de ruteo (transversal, de vuelta, combinada) y tres densidades de alistamiento (5%, 15%, 30%); resultando veintisiete (27) experimentos por analizar.

También aseguraron que distintos sistemas de almacenamiento y niveles de densidad de alistamiento, tienen como resultado un rendimiento diferente en la preparación de pedidos. Afirmaron a su vez, que la simulación es la herramienta más apropiada para analizar este proceso bajo las diferentes combinaciones de políticas. El objetivo de dicha simulación fue representar con datos reales el alistamiento manual y

²⁵⁶ Felix T.S. Chan; H.K. Chan. Op cit., p. 2.

almacenamiento en múltiples niveles; donde midieron el desempeño de cada política en términos de distancia recorrida y tiempo de recuperación.

Los autores concluyeron además, que la política de asignación de lugares para almacenar depende del sistema de almacenamiento; para estantería multinivel, el uso de almacenamiento basado en clases vertical puede mejorar el desempeño del alistamiento de pedidos en términos de tiempo de recuperación de los productos. Felix T.S. Chan & H.K. Chan ²⁵⁷ también concluyeron que el desempeño de cada combinación de factores puede ser diferente dependiendo bajo que indicador se esté midiendo, el mejor desempeño en términos de tiempo de recuperación resulto ser el de mayor distancia recorrida.

Adicionalmente, Charles G. Petersen & Gerald Aase ²⁵⁸ (2003) estudiaron el efecto de tres procesos (alistamiento, almacenamiento y ruteo) en el desplazamiento del alistador. Los autores usaron un modelo de simulación basados en las operaciones de un centro de distribución que en ese momento atendía las órdenes de a una a la vez, almacenaba los productos de forma aleatoria y usaba un procedimiento simple para definir las rutas de los alistadores. Los autores evaluaron varias políticas de alistamiento, almacenamiento y ruteo para determinar cuál proceso reducía en mayor cantidad los tiempos de alistamiento en comparación con el tiempo que tardaba el alistamiento actualmente en la bodega. Diversos análisis de sensibilidad fueron empleados para examinar el efecto del tamaño de los pedidos, el diseño de la bodega, la ubicación del punto de recogida, la disposición de los productos y la distribución de la demanda.

Según los autores, la recuperación de los productos en una bodega es un componente vital en la cadena de suministros de muchas empresas. En el alistamiento, la automatización es comúnmente usada como un medio para reducir los costos del proceso, pero la mayoría de las compañías, continúan usando el alistamiento manual

²⁵⁷ CHAN, Felix T.S.; Chan, H.K. Op cit., p. 2.

²⁵⁸ PETERSEN, Charles G.; AASE. Op cit., p. 1.

debido a la variabilidad de la forma y tamaño de sus productos, la variabilidad en la demanda, la estacionalidad de los productos o la alta inversión que requiere la automatización del proceso de alistamiento.

Charles G. Petersen & Gerald Aase²⁵⁹, procedieron a simular varias políticas de alistamiento, almacenamiento y ruteo, con el fin de identificar la política o combinación de políticas que más reducía el tiempo de alistamiento de pedidos en comparación con el proceso de alistamiento, ruteo y almacenamiento actual de la bodega que simularon.

Dicha simulación arrojó que el alistamiento por lotes permite una reducción significativa del tiempo del proceso, particularmente cuando las órdenes son pequeñas. Los resultados también proyectaron, que el uso de políticas de almacenamiento como la basada en clases ofrece casi el mismo nivel de ahorro que la política de alistamiento por lotes, sin embargo, ésta es menos susceptible al cambio del tamaño de las órdenes.

Finalmente, los autores identificaron que cambiar la política de ruteo de la transversal a la óptima ofrece una reducción en el tiempo de viaje de los alistadores, aunque ésta reducción no es tan significativa como la que genera el cambio de las políticas de alistamiento o almacenamiento.

A partir de la revisión de literatura realizada durante la elaboración del proyecto, se ha encontrado que es necesario evaluar las políticas de alistamiento y/o ruteo mediante métodos computacionales o modelos analíticos para tener certeza del desempeño de las mismas y escoger de forma acertada la alternativa que se desee implementar. Cabe resaltar, que en la evaluación de dichos modelos muchos de los autores han tenido en cuenta factores que afectan el desempeño del proceso dentro de un centro de distribución.

²⁵⁹ PETERSEN, Charles G.; AASE. Op cit., p. 1.

ANEXO H. Análisis EIQ (*Entry item quantity*)

Los autores Felix Chan y H. Chan²⁶⁰, en su artículo investigativo *Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage* (2011) definen el análisis EIQ de la siguiente manera:

El análisis EIQ (*Entry Item Quantity*), es una herramienta efectiva para sistemas de diseño de almacenes, para la selección del equipo de manejo de productos, el control de inventario y pronósticos.

El análisis de datos ABC se basa en dos factores: artículos (I) y cantidad (Q). El análisis EIQ, consta de tres (3) factores claves (E, I, Q), los cuales contienen datos más detallados de las órdenes de los clientes. Por ejemplo:

- EQ: Cantidad de artículos (Q) demandados por cada orden (E).
- EN: Número de artículos (N) demandados por cada orden (E).
- IQ: La cantidad de artículos (Q) de cada referencia demandada (I) de todas las órdenes.
- IK: Numero de ordenes (K) que demandan cada referencia (I).

Generalmente, el análisis EIQ consta de cinco (5) pasos:

- **Paso 1:** Acumular pedidos de uno o más días.
- **Paso 2:** Construir una tabla EIQ basada en los pedidos.

²⁶⁰ CHAN, H.K y CHAN, Felix T. S. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. 2010.

- **Paso 3:** Analizar el EQ, EN, IQ e IK obtenidos.

- **Paso 4:** Organizar el EQ, EN, IQ e IK en orden descendiente. Dividir los artículos en clases A, B y C basados en los porcentajes de relaciones de cada clase (es decir, la clase A: 60% de todos los artículos, la clase B: 30% de todos los artículos, la clase C: 10% de todos los artículos).

- **Paso 5:** Asignar los artículos a sus ubicaciones en el almacén. Los artículos tipo A deben ser almacenados en ubicaciones con una alta accesibilidad para los alistadores.

El EIQ presenta mejores resultados en la clasificación del inventario, permitiendo una mayor reducción en las distancias recorridas, en comparación con otras técnicas de minería de datos (Felix T.S. y Chan & H.K.²⁶¹, 2010).

²⁶¹ CHAN, H.K & CHAN, Felix T. S. Op cit., p.1.

ANEXO I. Fundamentación teoría del estudio del muestreo de trabajo

“El muestreo del trabajo es una técnica usada para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que constituyen una tarea o una situación del trabajo”²⁶²; según Heizer y Render²⁶³ este estudio permite estimar el porcentaje del tiempo que el trabajador dedica a las distintas labores, para lo cual requiere observaciones aleatorias con el fin de registrar la actividad que está realizando en el instante el trabajador, por tanto, el método también puede determinar la forma en que estos asignan su tiempo entre varias actividades.

Por tales razones, fue el estudio elegido para medir el impacto de las actividades en el proceso de alistamiento y la distribución del consumo de tiempo de los auxiliares.

La teoría de muestreo del trabajo se basa en la ley fundamental de probabilidad: en un momento dado, un evento puede estar presente o ausente. Los estadísticos han derivado la siguiente expresión para mostrar la probabilidad de x ocurrencias de un evento en n observaciones²⁶⁴:

$$(p + q)^n = 1$$

donde, p = probabilidad de una sola ocurrencia,
 $q = (1 - p)$ = probabilidad de una ausencia de ocurrencia,
 n = número de observaciones.

²⁶² NIEBEL, Freivalds. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo: Muestreo del trabajo. 11^a Edición, p. 525.

²⁶³ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de administración de operaciones. México, 2004. Quinta Edición, p. 399.

²⁶⁴ NIEBEL, Freivalds. Ibid.

Según Heizer y Render²⁶⁵, el procedimiento para el muestreo del trabajo se resume en cinco pasos:

1. Tomar una muestra preliminar para obtener una estimación del valor del parámetro (como el porcentaje de tiempo que el empleado está ocupado).
2. Calcular el tamaño de muestra requerido.
3. Preparar el programa para observar el trabajador en los tiempos adecuados. El concepto de números aleatorios se usa para proporcionar la observación aleatoria.
4. Observar y registrar las actividades del trabajador.
5. Determinar cómo usan su tiempo los trabajadores (casi siempre como porcentaje).

Por otro lado, “antes de iniciar un programa de muestreo del trabajo, el analista debe *vender* su utilización y confiabilidad a todos los miembros de la compañía a quienes puedan afectar los resultados”²⁶⁶, es decir, se debe realizar una socialización con el personal que directa e indirectamente se relacione con el proceso a analizar y por tanto le interese tanto el proceder del estudio como sus resultados.

Posteriormente, Niebel y Freivalds²⁶⁷ establecen que antes de tomar las observaciones se debe realizar una planeación detallada, la cual inicia con la definición de las actividades a estudiar y la estimación preliminar (premuestra) del porcentaje de actividad (*p*) de las mismas a partir del muestreo de uno o dos días.

²⁶⁵ HEIZER, Jay y RENDER, Barry, Op. Cit., p. 1.

²⁶⁶ NIEBEL, Freivalds. Op. Cit.,1.

²⁶⁷ NIEBEL, Freivalds. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo: Muestreo del trabajo. 11ª Edición p. 532.

Para el inicio de la realización del estudio, es necesario diseñar un formato que facilite el registro de los datos, Niebel y Freivalds²⁶⁸ afirman que el analista debe diseñar una forma de observación para registrar los datos recolectados durante el estudio, es común que una forma estándar no sea aceptable, debido a que cada estudio es único desde el punto de vista de las observaciones totales necesarias, los tiempos aleatorios en que se realizan y la información que se busca; por tanto, el mejor formato se hace a la medida de los objetivos del estudio.

Niebel y Freivalds²⁶⁹ también aseguran que se debe tomar un número comparativamente grande de las observaciones en intervalos aleatorios y hallar el porcentaje de tiempo que el proceso está en estado de actividad (p) a partir de la relación de las observaciones de una actividad dada entre el total de observaciones.

$$p = \frac{\text{Observaciones de cada actividad}}{\text{Total de observaciones}}$$

Ecuación 4. Porcentaje de actividad.

Una vez hechas las estimaciones preliminares, el analista puede determinar la exactitud deseada de los resultados, ya sea como tolerancia o límite de error dentro de un intervalo de confianza establecido para posteriormente estimar el número de observaciones a tomar y su frecuencia.

Con base en el concepto del intervalo de confianza, se considera el término $Z_{\alpha/2} \sigma_p$ (σ_p =desviación estándar de una proporción muestral) como el límite aceptable de error l con un error en el porcentaje de confianza $(1-\alpha) * 100$, donde:

²⁶⁸ NIEBEL, Freivalds. Op. Cit., p. 1.

²⁶⁹ NIEBEL, Freivalds. Op. Cit., p. 2.

$$l = Z_{\alpha/2} \sigma_p = Z_{\alpha/2} \sqrt{pq/n}$$

Ecuación 5. Límite aceptable de error.

Elevando al cuadrado ambos lados y despejando n se tiene:

$$n = Z_{\alpha/2}^2 \frac{pq}{l^2} = Z_{\alpha/2}^2 \frac{p(1-p)}{l^2}$$

Ecuación 6. Tamaño de la muestra.

La frecuencia de las observaciones depende, en su mayor parte, del número de observaciones requerido y el tiempo disponible para desarrollar los datos²⁷⁰.

Adicionalmente, cabe resaltar que “un estudio del muestreo de trabajo debe realizarse en un periodo de tiempo representativo de las condiciones de trabajo normales, en el cual cada actividad se presente un número de veces también representativo”²⁷¹; sumado a esto Caso Neira²⁷² también establece que es importante tener en cuenta al realizar un estudio de tiempos, efectuarlo con trabajadores calificados, así los resultados obtenidos serán confiables y consistentes, llamando trabajador calificado aquél al cual se le reconoce que tiene las actitudes físicas necesarias, posee la inteligencia e instrucción requerida y ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo de acuerdo a normas satisfactorias de seguridad, calidad y cantidad.

²⁷⁰ NIEBEL, Freivalds. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo: Muestreo del trabajo. 11ª Edición p. 532., p. 527-533.

²⁷¹ KRAJEWSKI, Lee J. y RITZMAN, Larry P. Administración de Operaciones, estrategia y análisis. México, 2000. Quinta Edición, p. 186.

²⁷² CASO, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. 2ª Edición, p. 151.

Uso de gráficos de control

Para Niebel y Freivalds²⁷³ las técnicas de gráficas de control usadas en el control estadístico de la calidad se pueden aplicar en estudios de muestreo del trabajo, y debido a que estudios manejan sólo porcentajes o proporciones, la gráfica que se utiliza es el gráfico de control p ; donde se manejan generalmente los límites de control $\pm 3\sigma$ y de manera similar a lo trabajado en el control de calidad, los puntos fuera de los límites ($\pm 3\sigma$ de p) son considerados como fuera de control; por lo tanto, se podría suponer que viene de alguna población diferente a la población original, o que la población ha cambiado.

“Uno de los objetivos del muestreo del trabajo es determinar las áreas susceptibles de mejora”²⁷⁴, para lo cual se debe iniciar con una búsqueda de las causas que provocaron que el proceso estuviese fuera de control, analizarlas y determinar si son asignables o no, es decir, determinar si influyen en la calidad del servicio.

Acuña²⁷⁵ habla de causas no asignables o naturales cuando ocurren al azar, son difícilmente identificables, no se pueden evitar y generalmente tienen una influencia pequeña sobre la calidad del servicio; mientras las asignables, se dan debido al comportamiento anormal de uno o más factores de calidad (siendo el factor humano el principal agente) y pueden ser de gran influencia, por tanto, requieren de un estudio a fondo para disminuirlas o eliminarlas; un ejemplo de estas, son la falta de capacitación del personal.

²⁷³ NIEBEL, FREIVALDS, Op. Cit., p. 1.

²⁷⁴ NIEBEL, FREIVALDS, Ibid.

²⁷⁵ ACUÑA, Jorge. Mejoramiento de la calidad. 1ª Edición, p. 173.

ANEXO L. Definición de las actividades claves en el proceso de alistamiento de Materias Primas y Producto Terminado

Se realizaron dos diagramas por cada UEN con el objetivo de identificar con mayor facilidad y asertividad las actividades generales del proceso, que serían las evaluadas en el muestreo de trabajo.

A raíz de lo anterior, se definieron las siguientes actividades como las que representan el proceso y constituyen el mayor consumo de tiempo dentro de los cargos.

1) DESPLAZAMIENTO

Durante la observación previa a la realización del estudio de tiempo, se identificaron dos razones principales por las cuales se generan todos los desplazamientos dentro de la bodega; por tal razón, se separaron en administrativos y operativos con el fin de identificar cuál de los dos representa mayor consumo de tiempo en el proceso.

- **DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVOS:**

Consta de todos los desplazamientos presentados por razones como recepción o entrega de documentos, etiquetas, rótulos de despacho, notificación de inconsistencias, generación de tirillas, entre otros flujos de información.

- **DESPLAZAMIENTO OPERATIVO:**

Contempla todos aquellos desplazamientos realizados para recoger la mercancía, el equipo de carga, las herramientas, ir a la zona de empaque, ubicar la mercancía en la zona de despacho, entre otras razones propias del proceso operativo de alistamiento de pedidos.

2) BUSCAR

Inicia cuando el operario encargado del alistamiento recibe el pedido entregado por el supervisor del CEDI, verifica la línea a la cual corresponde el pedido, se dirige a la zona asociada a la línea previamente identificada y termina cuando encuentra visualmente las referencias registradas en el documento de pedido.

Esta actividad incluye los desplazamientos que se generen con el fin de buscar las referencias; desplazamientos tanto verticales (con elevador) como horizontales, los cuales son considerados debido a que con una futura estandarización de los procesos logísticos (objetivo de la empresa) se reducirían los desplazamientos requeridos para buscar un producto específico, puesto que ya se tendría conocimiento de la ubicación. Sin embargo, el desplazamiento inicial por el cual el auxiliar de bodega se dirige hacia el lugar donde cree que se encuentra el producto, no se considera como una actividad parte de buscar, sino como un desplazamiento, debido principalmente a que este primer recorrido es inevitable, es decir, sin importar donde se encuentre la mercancía y si el operario tiene conocimiento o no de la posición de la misma, este recorrido se debe realizar.

También es considerado como buscar a la actividad de identificar cuál pedido se debe revisar dentro de los que están en la zona de despacho, de acuerdo a las facturas que le han sido entregadas al auxiliar encargado.

3) RECOGER

Se presenta desde que se toma la referencia de su lugar de almacenamiento, hasta que se ubica en piso, en una estiba u otro sitio, para posteriormente realizar otra actividad como: cortar, remedir, empacar, entre otros.

4) REMEDIR

Es la actividad en la cual el auxiliar de bodega encargado del alistamiento toma la tela o materia prima que haya sido cortada y verifica si la cantidad indicada en el ticket coincide con la existente en el rollo. Contempla desde que el auxiliar de bodega se desplaza hasta la zona de corte (donde se remide), sube la materia prima a la mesa para ser desempacada, remide los rollos que lo requieran y finalmente empaca. También se considera como remedir a todos los desplazamientos para alcanzar las herramientas que se necesiten en el proceso, los causados por solicitar los tickets y los realizados para reportar alguna inconsistencia. Cabe resaltar que sólo se remide la materia prima que haya sido cortada, lo cual está indicado en el ticket.

5) ESPERAR

Se presentan cuando el auxiliar de bodega requiere algún documento, equipo, herramienta o recurso necesario para continuar el proceso y éste no se encuentre disponible.

No se considera como dicha actividad, el tiempo que el auxiliar aguarda a que el elevador baje los productos almacenados en altura, siempre y cuando estos productos hagan parte del pedido que esté alistando.

6) CORTAR

Hace referencia al corte de materia prima según el requerimiento del cliente. Inicia desde que el auxiliar de bodega se desplaza a la zona de corte, corta la tela, la empaca nuevamente y se desplaza a reubicar la tela restante al corte.

También se considera como corte a todos los desplazamientos necesarios para alcanzar las herramientas que se necesiten en el proceso, los causados por solicitar los tickets y los realizados para reportar alguna inconsistencia.

7) OTRAS EN EL PROCESO

Son actividades de corta duración que se presentan en el proceso operativo del alistamiento, tales como: estabilizar la estiba, acomodar la mercancía en la misma, verificar el metraje a cortar, asegurar rollos al montacargas, cortar etiquetas, entre otras.

Posterior a los estudios, se identificó que algunas de las actividades tenidas en cuenta dentro de este grupo se repetían frecuentemente, por lo tanto se decidió abrir un nuevo grupo para cada una de ellas por UEN (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

8) PESAR

Equivale a la acción de poner la mercancía a despachar en la báscula y pesarla, incluye los desplazamientos que se requieran para llevarla hasta esta área. Algunos pedidos se ponen sobre la báscula ya estibados y posteriormente se le resta el peso de la estiba al dato arrojado.

Tabla 20. Actividades identificadas como representativas en el transcurso del estudio, para materias primas.

UEN	ACTIVIDAD IDENTIFICADA	DESCRIPCIÓN
MATERIAS PRIMAS	GENERAR TIRILLA	Es el documento en el que los operarios registran por medio de una calculadora con impresora, el número del pedido y las cantidades desagregadas del mismo, es decir, el número de rollos y los metros de cada uno con sus respectivas referencias, al igual que el número de líos que se armaron para la orden.
	HABLAR CON COMPAÑERO	Son conversaciones acerca de temas netamente laborales con los compañeros o el coordinador de la bodega; se presenta generalmente cuando existen dudas acerca de la ubicación de la mercancía y se ven obligados a preguntar a un compañero con más experticia.
	PEGAR RÓTULOS O TICKETS	Es la acción de pegar unos rótulos autoadhesivos sobre la mercancía, los cuales contienen información importante para la consecución de los demás procesos logísticos. Se presenta generalmente cuando existe corte y cuando se va a despachar la mercancía. Cabe resaltar que en algunas ocasiones, deben pegar cinta adhesiva sobre los rótulos de despacho para proteger la información que estos contienen.
	MARCAR MERCANCÍA	Se trata de escribir en los rollos o en un papel, el número del pedido y ponerlo sobre la mercancía alistada con el fin de que sea fácilmente identificable para todos los auxiliares en la continuidad del proceso; generalmente se hace en el momento de llevarla a la zona de despacho.
	SUMAR METROS	Se presenta generalmente cuando los encargados de la recolección se aseguran sumando en la calculadora que la cantidad de rollos y el metraje de cada uno suplen la cantidad ordenada en el documento de pedido.
	ESCRIBIR EN DOCUMENTO	Representa las firmas y todas las anotaciones acerca de lo alistado, información como el peso del pedido, la fecha, los líos o cualquier otra observación especial realizada sobre los documentos utilizados en el proceso.

***Cabe resaltar que todas las actividades a excepción de generar tirilla (que depende del volumen del pedido), se observaron como actividades de corta duración.**

Fuente 36. Elaboración propia

Tabla 21. Actividades identificadas como representativas en el transcurso del estudio, para producto terminado.

UEN	ACTIVIDAD IDENTIFICADA	DESCRIPCIÓN
PRODUCTO T.ERMINADO	HABLAR CON COMPAÑERO	Son conversaciones acerca de temas netamente laborales con los compañeros o el coordinador de la bodega; se presenta generalmente cuando existen dudas acerca de la ubicación de la mercancía y tienen que preguntar a otro compañero sobre esto.
	ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS	El auxiliar de bodega debe llenar a mano los formatos de los rótulos con información del pedido y del cliente al cual se le va a despachar, adicionalmente, debe pegar y cubrir dichos rótulos con cinta adhesiva.
	SUMAR CANTIDADES	Consiste en sumar, generalmente en la calculadora, todas las unidades que se deben alistar. Diferente a contar la mercancía.

Fuente 37. Elaboración propia

9) PREPARAR (PRODUCTO TERMINADO)

Se presenta sólo en producto terminado pues comprende actividades tales como: tiquetear el calzado, amarrar zapato, contar pares, desempacar la mercancía, revisar el estado del producto, doblar la mercancía, colocar el inserto (publicidad), colocar taller, armar paquetes, colocar cubre vestido, colgar las prendas de vestuario, desdoblar las prendas, armar el estuche, entre otras.

Cabe resaltar que la preparación de los pedidos va ligada a los clientes y sus preferencias particulares, por tanto, no siempre se presentan las mismas actividades. Sin embargo, los coordinadores de bodega, han identificado que los clientes del

segmento grandes superficies son los que más requieren en sus pedidos preparaciones laboriosas y de alto consumo de mano de obra.

10) EMPACAR

Durante el proceso de acondicionamiento de la mercancía para su manipulación, protección y/o despacho, se presentan dos tipos de empaque, los cuales se consideraron debido a la necesidad de proteger la mercancía contra daños y a los requerimientos de la compañía encargada del transporte.

- EMPAQUE TIPO A

Esta actividad encierra todo lo que el auxiliar de bodega debe hacer para que el producto sea protegido y manipulado.

Se considera tipo A empacar los rollos en bolsas, sellar con cinta las imperfecciones presentes en el empaque original de los rollos y empacar los remedidos o cortados en nuevas bolsas. En el caso de producto terminado, incluye armar cajas, guardar la mercancía dentro de éstas o dentro de las bolsas, sellar las cajas y zuncharlas, entre otras.

- EMPAQUE TIPO B

Comprende la adecuación de la mercancía a los requerimientos de transporte, por ejemplo, armar líos para reducir el costo de unidades por envío. Para producto terminado implica armar el lío con cajas pequeñas y envolverlas en papel film. En materias primas implica el armar líos con zuncho, empacar en la bolsa que envuelva el lío, entre otras.

En el caso de producto terminado, se consideró como empaque tipo A o tipo B todos los desplazamientos realizados por los auxiliares con el fin de tomar las cajas, bolsas, cinta, papel film, zuncho y en general las herramientas requeridas para empacar, puesto que éstas se encuentran ubicadas al alcance del operario y el desplazamiento es casi despreciable.

11)REVISAR

Comprende todas las actividades de inspección realizadas a la mercancía. Generalmente corresponde a la comparación de lo facturado con la mercancía alistada y se presenta en el caso de materia prima en la zona de despacho después de ser empacado el producto.

En el caso de producto terminado, generalmente se presenta en diversas etapas del proceso; inicialmente la revisión de que las cantidades alistadas sean las correctas la hace el encargado de recolección, posteriormente el de empaque y justo antes de sellar las cajas o bolsas, el encargado de revisión cuenta una a una las unidades y lo compara con la cantidad registrada en los rótulos de despacho; finalmente este mismo auxiliar realiza una inspección donde contrasta lo facturado con lo escrito en los rótulos.

12)OTRAS ACTIVIDADES FUERA DEL PROCESO

Comprende las actividades realizadas por el auxiliar que son propias de otro proceso o parte de las actividades administrativas del alistamiento de pedidos. Entre ellas están las de almacenamiento, elaboración de muestras, despacho, limpieza, inventario, organización de la bodega, recepción de mercancía de proveedores y devoluciones; además de las netamente administrativas del alistamiento como: elaboración de guías,

de tickets de corte, rótulos de despacho, facturación, revisión de pedidos en back order o anulados, entre otras.

Las actividades llamadas netamente administrativas se presentan debido a que es posible que a los auxiliares de bodega dedicados al alistamiento de pedidos se les asigne por una parte de la jornada estas labores.

13) PERSONALES E INACTIVAS

Representa todas las actividades en las que el auxiliar no se encuentra trabajando en un proceso determinado. Engloba todas las actividades personales, de descanso, esparcimiento, permiso por razones personales y reuniones institucionales tales como comités logísticos, misión carácter (reuniones semanales entre los empleados de la empresa), entre otras.

ANEXO N. Desarrollo del formato de muestreo de trabajo para la UEN de producto terminado.

Inicialmente, se incluyó en el muestreo de trabajo realizado en Girón a un auxiliar encargado del empaque y revisión de producto terminado (Javier Moyano), con el fin de contemplar en el estudio la UEN de producto terminado. Posteriormente, tras una reunión con el gerente de logística de la empresa; se llegó a la conclusión que era de mayor provecho para la organización que se hicieran dos estudios por separado, uno para materia prima (que se presenta en mayor volumen en el CEDI de Girón) y uno para producto terminado (que se presenta en mayor volumen en el CEDI de Bogotá), ya que la empresa tiene planeado focalizar el almacenamiento, alistamiento y despacho de materias primas en Girón y el de producto terminado en Bogotá. Como resultado de esta notificación, se dejó de estudiar al auxiliar encargado del empaque y revisión de producto terminado en la bodega de Girón, Javier Moyano.

Tabla 22. Lista de auxiliares de bodega por cargo, para el estudio del trabajo en el CEDI principal

NOMBRE	CARGO	ASIGNACIÓN
Yamid Suarez	RECOLECCIÓN	A
Fermín Alfonso Sánchez	RECOLECCIÓN	B
Gedeón Eduardo Carrillo	RECOLECCIÓN	C
Oscar Ivan Rodríguez	RECOLECCIÓN	D
Edwin Correa	RECOLECCIÓN	E
John Jairo Galvis	REVISIÓN	F
Javier Moyano	EMPAQUE Y REVISIÓN - PT	G

Fuente 38. Elaboración propia

El formato utilizado para el estudio en el CEDI de Bogotá es básicamente el mismo de materias primas, solo difiere en: el número de observaciones por hora, pues es mayor en tres (3) observaciones al de materias primas en donde se tomaban (12) doce/hora

durante toda la jornada, con el fin de contemplar la mayor cantidad de actividades existentes en el proceso, incluso aquellas de corta duración. Por otro lado, en el campo donde se especificaba el auxiliar a estudiar, no se definió previamente como en el estudio de materias primas, se registraba en el momento de la observación el grupo de actividades al que correspondía el auxiliar, debido a que en producto terminado, los cargos asignados no eran tan estables como en materias primas, es decir, era muy probable que alguien que haya sido designado como empacador, estuviera en recolección o viceversa.

ANEXO P. Cálculo del tamaño de la muestra para el estudio de muestreo de trabajo de producto terminado

Para el caso de producto terminado, pasados cuatro días de observación en el CEDI de Bogotá, se realizaron los cálculos de las muestras para cada cargo tomando como premuestra la actividad más representativa de cada uno, es decir, para el cargo de revisión se tomó como premuestra el valor p de la actividad revisión, para el cargo de recolección, se tomó el valor de la actividad recoger y para el cargo de empaque, que tiene dos actividades representativas (preparación, empaque tipo A) se tomó el valor de la actividad preparar. Este criterio se basa principalmente en que para esta UEN, aunque el cargo fuese desempeñado por diferentes personas se mantiene un comportamiento estable, las actividades generalmente son las mismas, con una alta frecuencia y baja influencia de variables que le agregan complejidad al proceso tales como el peso o el volumen de los productos (contrario a materias primas), ya que éstas dependen más de la destreza manual del auxiliar, en comparación con el desarrollo del alistamiento de pedidos en materias primas.

La ecuación utilizada para el cálculo fue:

$$n = Z_{\alpha/2}^2 \frac{pq}{l^2} = Z_{\alpha/2}^2 \frac{p(1-p)}{l^2}$$

Ecuación 7. Tamaño de la muestra²⁷⁶.

²⁷⁶ NIEBEL, Freivalds. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo: Muestreo del trabajo. 11^a Edición, p. 535.

Tabla 23. Tabla del tamaño de la muestra para cada cargo - Producto terminado.

UEN	CARGOS	Valor P. (PREMUESTRA)	TAMAÑO DE LA MUESTRA
PRODUCTO TERMINADO	Recolección	13,33%	178
	Revisión	16,18%	209
	Empaque	33,33%	342

Fuente 39. Elaboración propia.

El estudio para producto terminado se realizó por una semana de trabajo, en jornadas completas de acuerdo al cálculo de la muestra de cada cargo (*ver Tabla 23*). La toma de datos de este estudio en Bogotá tampoco se dio de forma uniforme para todos los cargos al día; por lo cual los gráficos de control que se hicieron tienen un tamaño muestral variable. Dicha variación se presentó principalmente por interrupciones en el estudio ajenas al proceso de alistamiento de pedidos. La jornada laboral del CEDI de Bogotá es de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 12:00 m y de 1:00 p.m. a 5:30 p.m.

Según los cálculos realizados, el tamaño de la muestra del grupo de actividades llamado empaque debería ser de 342 observaciones puesto que el valor (p) (premuestra) con el cual se halló la muestra fue de 33,33%, sin embargo, sólo se realizaron 287 observaciones ya que se percibió un comportamiento estable y repetitivo de la (p) mientras existiesen pedidos por alistar, lo cual permitió reflejar la distribución del tiempo de los auxiliares durante el desarrollo del proceso con la observación del 84% del tamaño de la muestra calculada. Resaltando por otro lado, que el tiempo disponible para la realización del estudio era limitado, pues los costos del traslado y realización del mismo fuera de la ciudad eran significativos para la empresa, de igual forma se procuró que esto no fuese un factor que alterara la veracidad de los resultados.

ANEXO Q. GRÁFICOS DE CONTROL DE LAS ACTIVIDADES EN CADA GRUPO DE TAREAS PARA MATERIA PRIMA

1. GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CARGO RECOLECCIÓN

Se realizaron gráficos de control para las siguientes actividades:

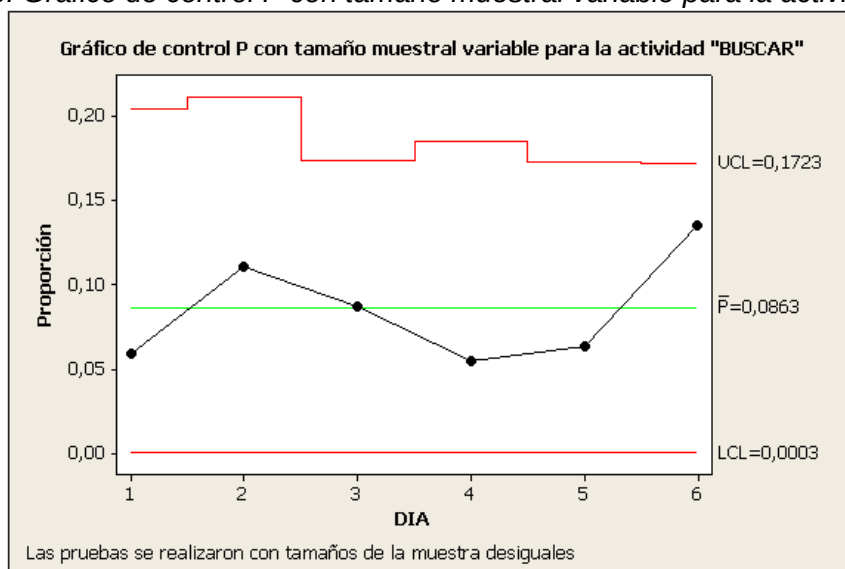
- BUSCAR

Tabla 24. Datos de la actividad Buscar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	3	51	0	0,204	0,09
DIA2	5	45	0	0,212	
DIA 3	8	92	0	0,174	
DIA 4	4	73	0	0,185	
DIA 5	6	95	0	0,173	
DIA 6	13	96	0	0,172	

Fuente 40. Elaboración propia

Gráfico 10. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Buscar



Fuente 41. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad buscar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

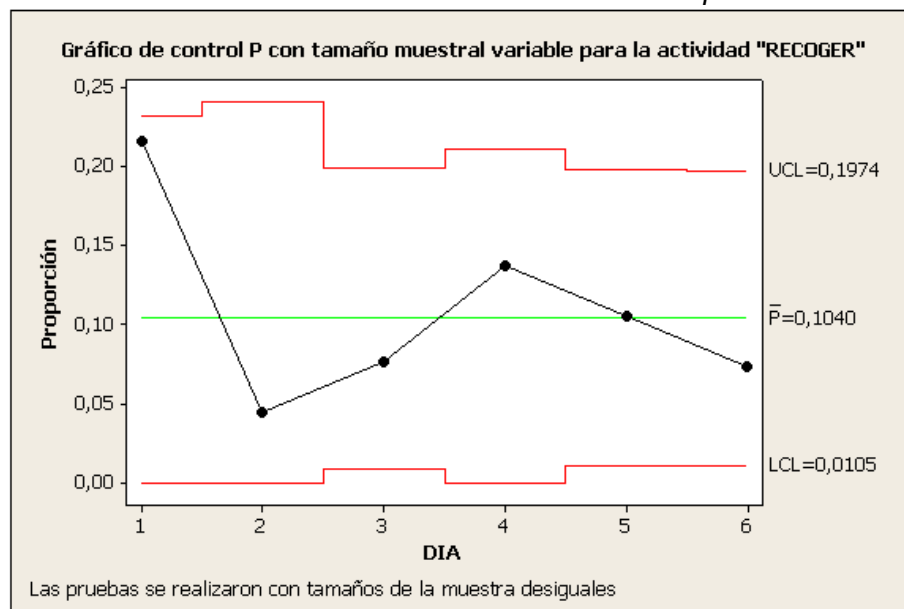
- RECOGER

Tabla 25. Datos de la actividad Recoger

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	11	51	0,000	0,232	0,10
DIA2	2	45	0,000	0,240	
DIA 3	7	92	0,009	0,199	
DIA 4	10	73	0,000	0,211	
DIA 5	10	95	0,010	0,198	
DIA 6	7	96	0,011	0,197	

Fuente 42. Elaboración propia

Gráfico 11. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Recoger



Fuente 43. Elaboración propia

El grafico de control P con tamaño muestral variable para la actividad recoger en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

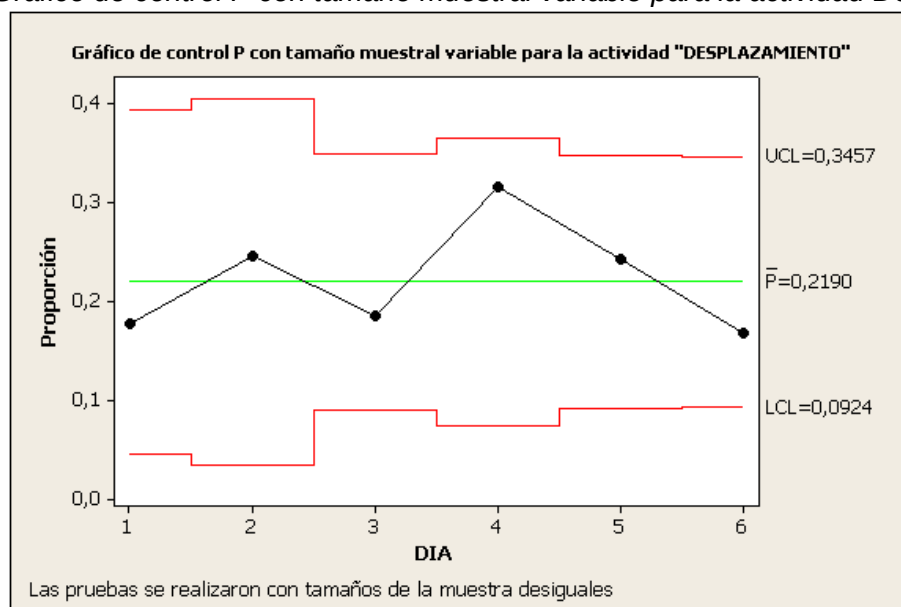
- DESPLAZAMIENTO

Tabla 26. Datos de la actividad Desplazamiento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	9	51	0,045	0,393	0,22
DIA 2	11	45	0,034	0,404	
DIA 3	17	92	0,090	0,348	
DIA 4	23	73	0,074	0,364	
DIA 5	23	95	0,092	0,346	
DIA 6	16	96	0,092	0,346	

Fuente 44. Elaboración propia

Gráfico 12. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento



Fuente 45. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

- DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

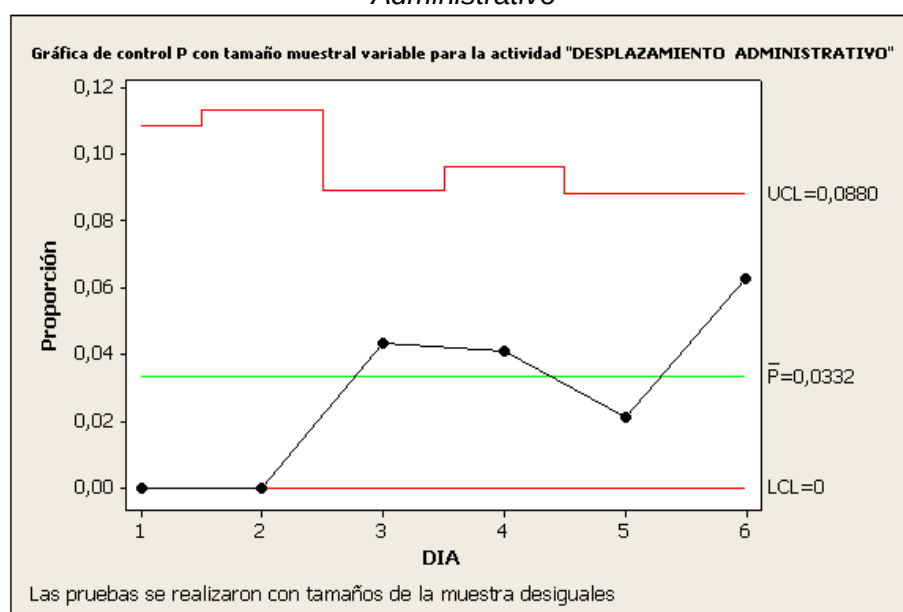
Tabla 27. Datos de la actividad Desplazamiento Administrativo

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	51	0	0,108	0,03

DIA2	0	45	0	0,113
DIA 3	4	92	0	0,089
DIA 4	3	73	0	0,096
DIA 5	2	95	0	0,088
DIA 6	6	96	0	0,088

Fuente 46. Elaboración propia

Gráfico 13. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento Administrativo



Fuente 47. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento administrativo en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

- CORTAR

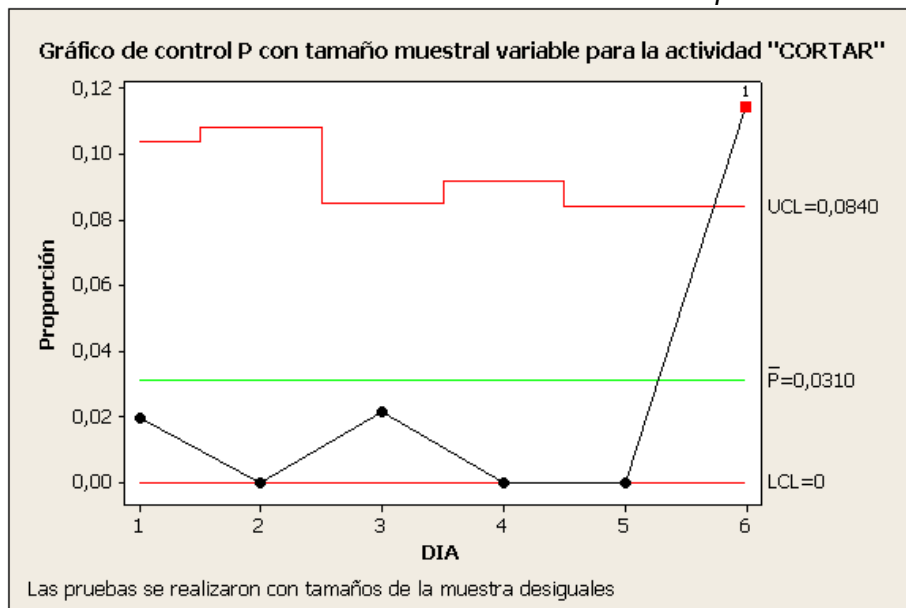
Tabla 28. Datos de la actividad Cortar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	51	0	0,104	0,03
DIA2	0	45	0	0,108	
DIA 3	2	92	0	0,085	
DIA 4	0	73	0	0,092	

DIA 5	0	95	0	0,084
DIA 6	11	96	0	0,084

Fuente 48. Elaboración propia

Gráfico 14. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Cortar



Fuente 49. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad cortar en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico.

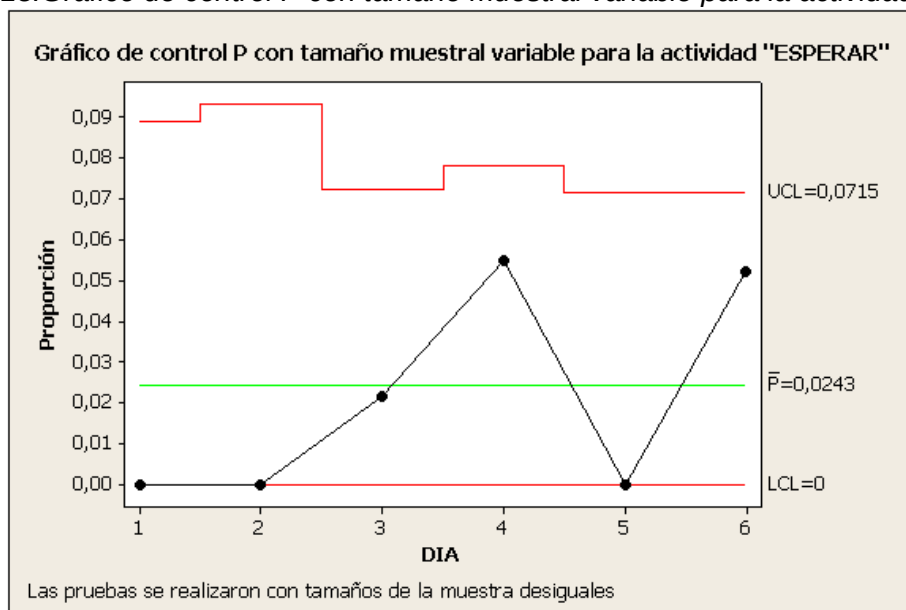
- ESPERAR

Tabla 29. Datos para la actividad Esperar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	51	0	0,089	0,02
DIA2	0	45	0	0,093	
DIA 3	2	92	0	0,073	
DIA 4	4	73	0	0,078	
DIA 5	0	95	0	0,072	
DIA 6	5	96	0	0,072	

Fuente 50. Elaboración propia

Gráfico 15. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Esperar



Fuente 51. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad esperar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

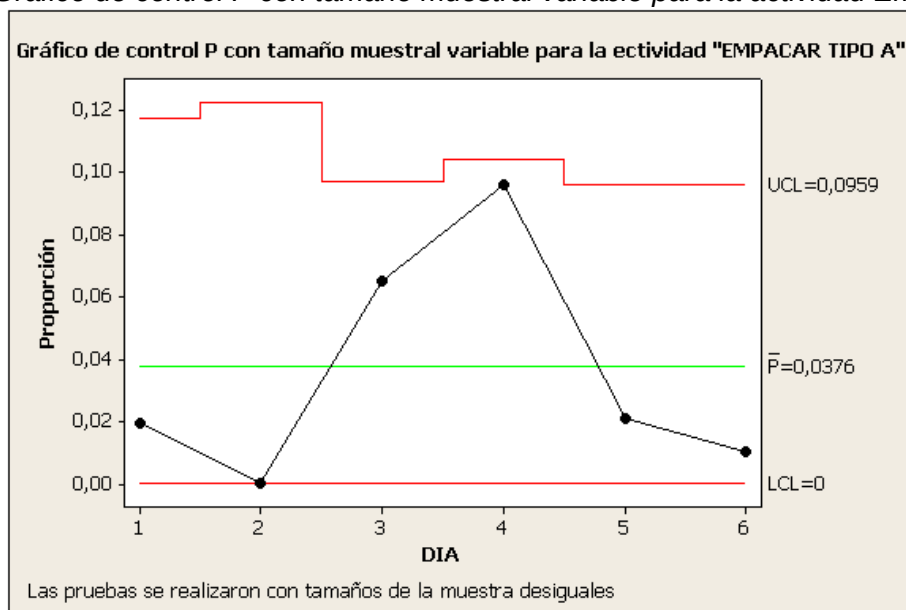
- EMPAQUE TIPO A

Tabla 30. Datos para la actividad Empaque tipo A

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	51	0	0,118	0,04
DIA 2	0	45	0	0,123	
DIA 3	6	92	0	0,097	
DIA 4	7	73	0	0,104	
DIA 5	2	95	0	0,096	
DIA 6	1	96	0	0,096	

Fuente 52. Elaboración propia

Gráfico 16. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Empaque tipo A



Fuente 53. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad empacar tipo A en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

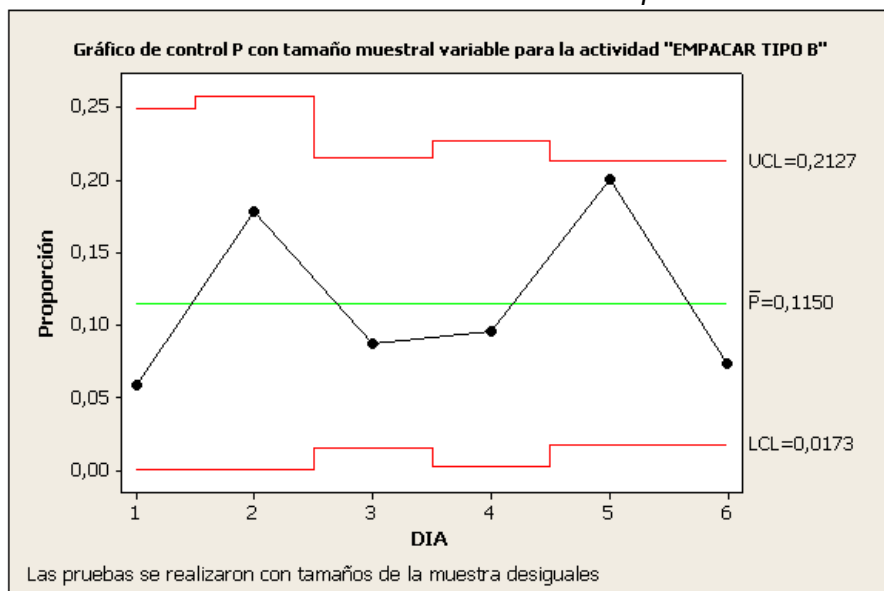
- EMPAQUE TIPO B

Tabla 31. Datos para la actividad Empaque tipo B

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	3	51	0	0,249	0,12
DIA2	8	45	0	0,258	
DIA 3	8	92	0,015	0,215	
DIA 4	7	73	0,003	0,227	
DIA 5	19	95	0,017	0,213	
DIA 6	7	96	0,017	0,213	

Fuente 54. Elaboración propia

Gráfico 17. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Empaque tipo B



Fuente 55. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad empacar tipo B en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

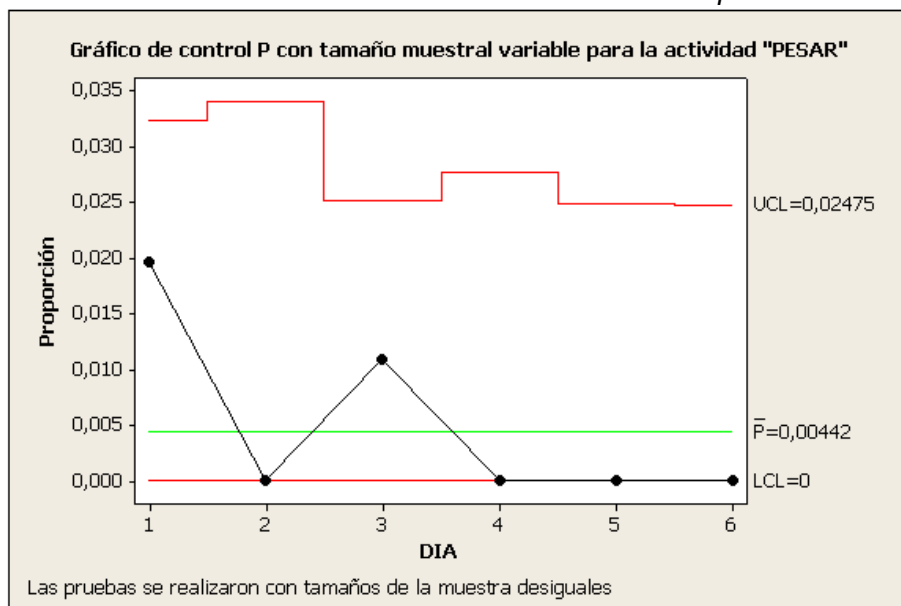
- PESAR

Tabla 32. Datos para la actividad Pesar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	51	0	0,03230646	0,004
DIA 2	0	45	0	0,0341071	
DIA 3	1	92	0	0,02518396	
DIA 4	0	73	0	0,02772943	
DIA 5	0	95	0	0,02485355	
DIA 6	0	96	0	0,02474687	

Fuente 56. Elaboración propia

Gráfico 18. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Pesar



Fuente 57. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad pesar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

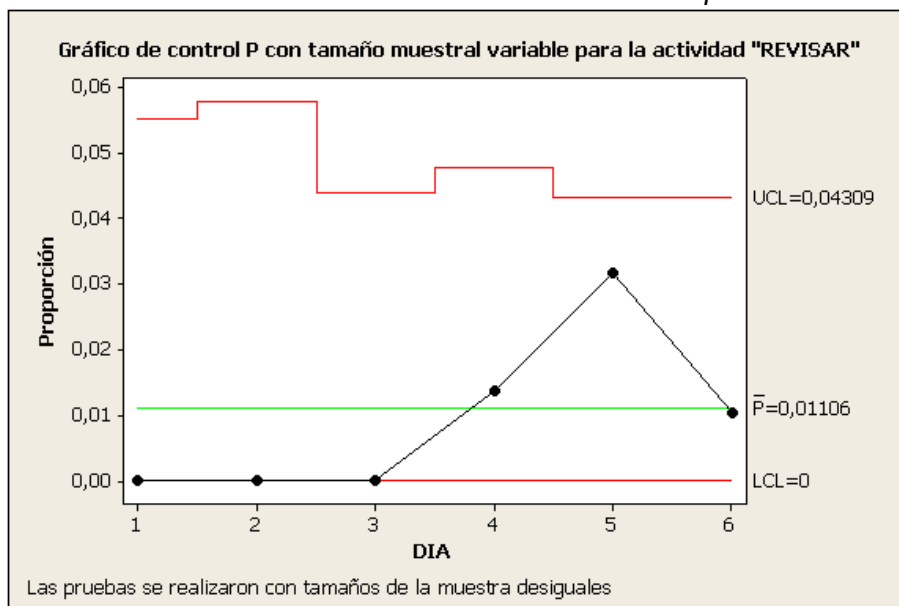
- REVISAR

Tabla 33. Datos para la actividad Revisar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	51	0	0,055	0,01
DIA2	0	45	0	0,058	
DIA 3	0	92	0	0,044	
DIA 4	1	73	0	0,048	
DIA 5	3	95	0	0,043	
DIA 6	1	96	0	0,043	

Fuente 58. Elaboración propia

Gráfico 19. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Revisar



Fuente 59. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad revisar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

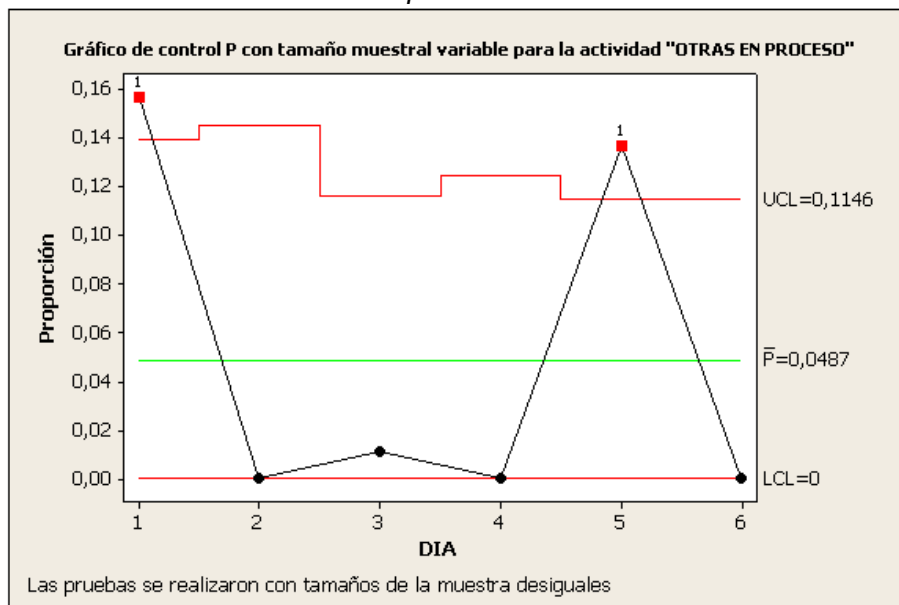
- OTRAS EN PROCESO

Tabla 34. Datos para la actividad Otras en Proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	8	51	0	0,139	0,05
DIA2	0	45	0	0,145	
DIA 3	1	92	0	0,116	
DIA 4	0	73	0	0,124	
DIA 5	13	95	0	0,115	
DIA 6	0	96	0	0,115	

Fuente 60. Elaboración propia

Gráfico 20. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Otras en proceso



Fuente 61. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad otras en proceso en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico.

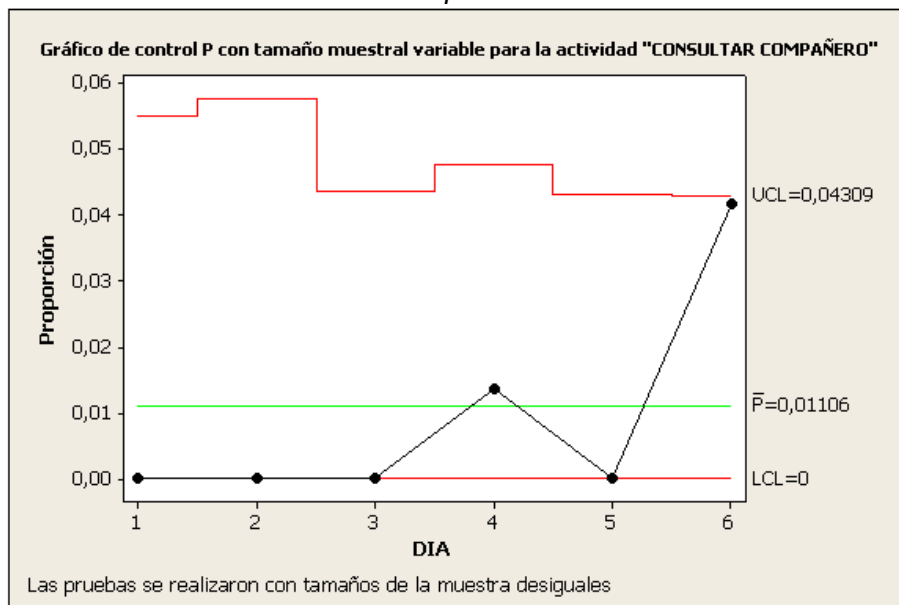
- CONSULTAR A UN COMPAÑERO

Tabla 35. Datos de la actividad Consultar a un Compañero

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	51	0	0,055	0,0111
DIA2	0	45	0	0,058	
DIA 3	0	92	0	0,044	
DIA 4	1	73	0	0,048	
DIA 5	0	95	0	0,043	
DIA 6	4	96	0	0,043	

Fuente 62. Elaboración propia

Gráfico 21. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Consultar a un Compañero



Fuente 63. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad consultar a un compañero en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

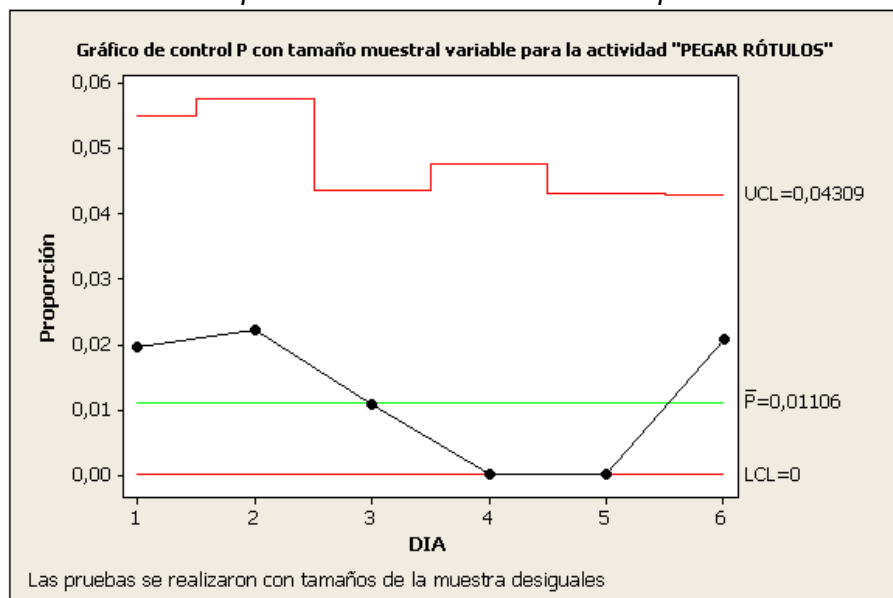
- PEGAR RÓTULOS

Tabla 36. Datos para la actividad Pegar Rótulos

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	51	0	0,055	0,0111
DIA2	1	45	0	0,058	
DIA 3	1	92	0	0,044	
DIA 4	0	73	0	0,048	
DIA 5	0	95	0	0,043	
DIA 6	2	96	0	0,043	

Fuente 64. Elaboración propia

Gráfico 22. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Pegar Rótulos



Fuente 65. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad pegar rótulos en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

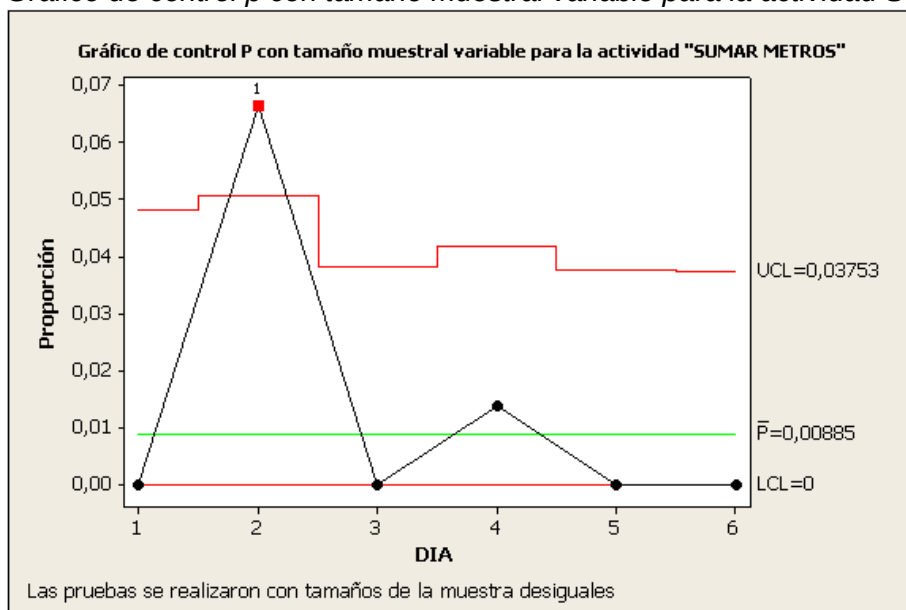
- SUMAR METROS

Tabla 37. Datos para la actividad Sumar Metros

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	51	0,009	0,055	0,0088
DIA2	3	45	0	0,058	
DIA 3	0	92	0	0,044	
DIA 4	1	73	0	0,048	
DIA 5	0	95	0	0,043	
DIA 6	0	96	0	0,043	

Fuente 66. Elaboración propia

Gráfico 23. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Sumar Metros



Fuente 67. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad sumar metros en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

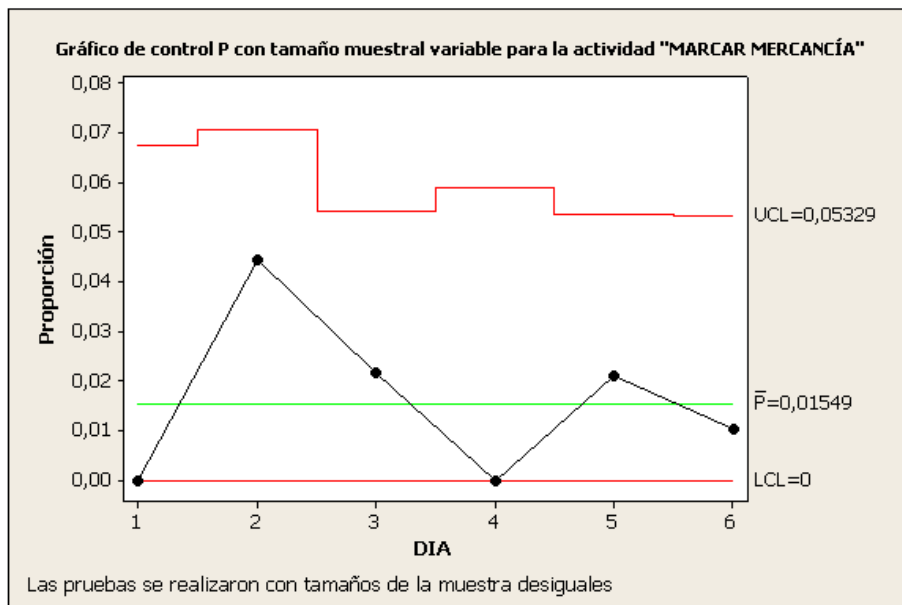
- MARCAR MERCANCÍA

Tabla 38. Datos para la actividad marcar mercancía

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	51	0	0,067	0,0155
DIA 2	2	45	0	0,071	
DIA 3	2	92	0	0,054	
DIA 4	0	73	0	0,059	
DIA 5	2	95	0	0,053	
DIA 6	1	96	0	0,053	

Fuente 68. Elaboración propia

Gráfico 24. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad marcar mercancía



Fuente 69. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad marcar mercancía en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

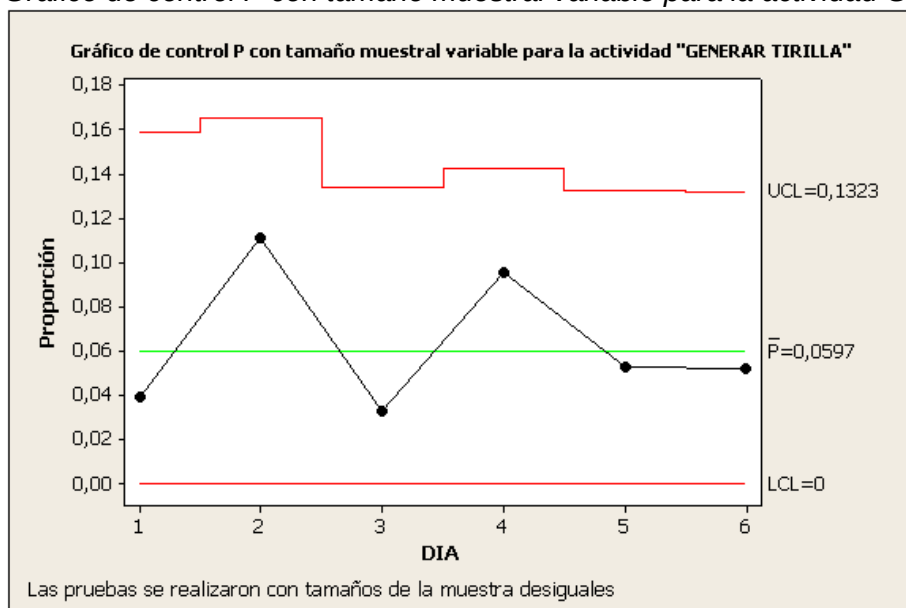
- GENERAR TIRILLA

Tabla 39. Datos para la actividad Generar Tirilla

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	2	51	0	0,159	0,0597
DIA2	5	45	0	0,166	
DIA 3	5	92	0	0,134	
DIA 4	7	73	0	0,143	
DIA 5	6	95	0	0,133	
DIA 6	5	96	0	0,132	

Fuente 70. Elaboración propia

Gráfico 25. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Generar Tirilla



Fuente 71. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad generar tirilla en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

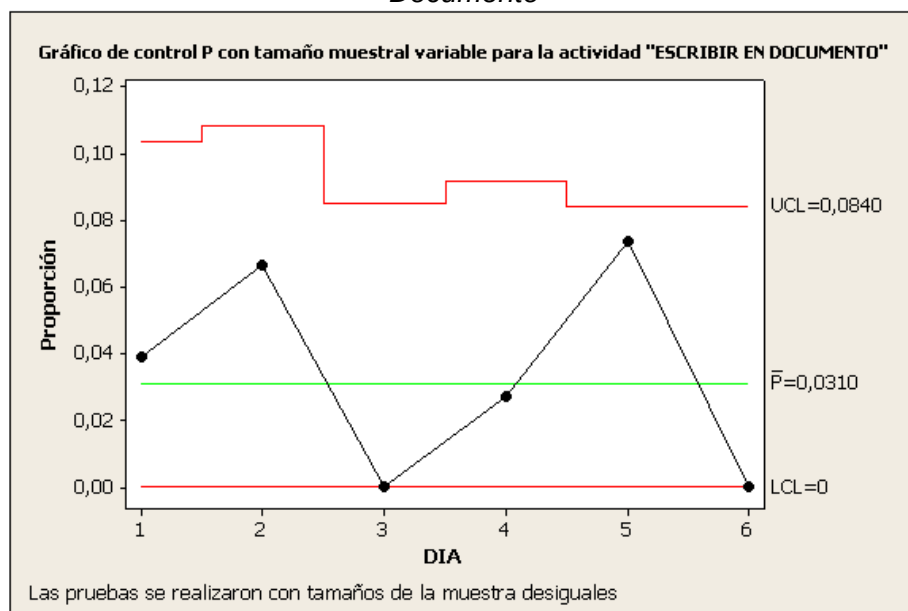
- ESCRIBIR EN DOCUMENTO

Tabla 40. Datos para la actividad Escribir en documento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	2	51	0	0,104	0,0310
DIA2	3	45	0	0,108	
DIA 3	0	92	0	0,085	
DIA 4	2	73	0	0,092	
DIA 5	7	95	0	0,084	
DIA 6	0	96	0	0,084	

Fuente 72. Elaboración propia

Gráfico 26. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Escribir en Documento



Fuente 73. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad escribir en documento en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

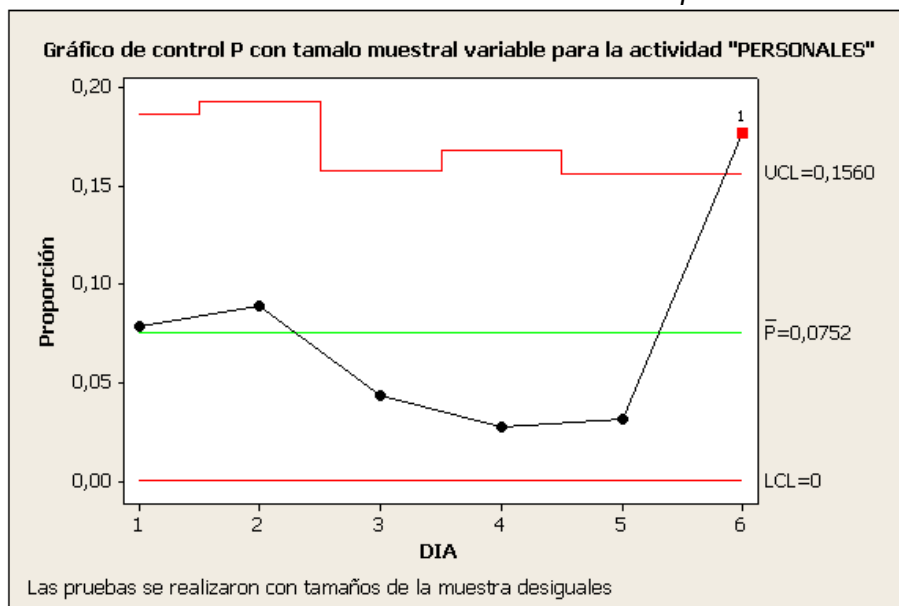
- PERSONALES

Tabla 41. Datos para la actividad Personales

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	4	51	0	0,18601756	0,0752
DIA2	4	45	0	0,19317293	
DIA 3	4	92	0	0,15771413	
DIA 4	2	73	0	0,16782934	
DIA 5	3	95	0	0,15640116	
DIA 6	17	96	0	0,15597724	

Fuente 74. Elaboración propia

Gráfico 27. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Personales



Fuente 75. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad personales en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico.

La actividad remedir para recolección no arrojó ninguna observación, por lo tanto no se incluyó en la realización de gráficos de control.

2. GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CARGO REVISIÓN

Se realizaron gráficos de control para las siguientes actividades:

- BUSCAR

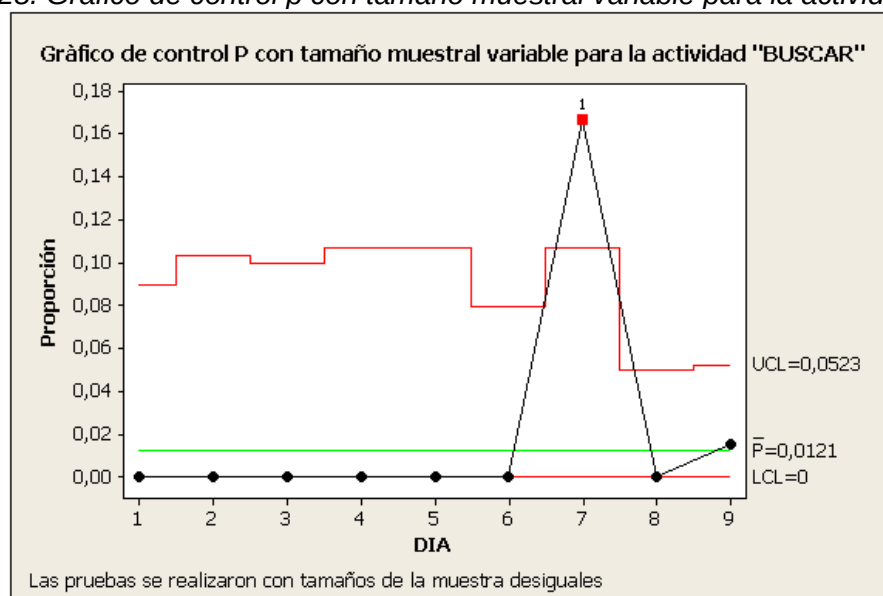
Tabla 42. Datos para la actividad Buscar

OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
---------------	---------------	-------	-------	-------

DIA 1	0	18	0	0,090	0,0121
DIA2	0	13	0	0,103	
DIA 3	0	14	0	0,100	
DIA 4	0	12	0	0,107	
DIA 5	0	12	0	0,107	
DIA 6	0	24	0	0,079	
DIA 7	2	12	0	0,107	
DIA 8	0	75	0	0,050	
DIA 9	1	67	0	0,052	

Fuente 76. Elaboración propia

Gráfico 28. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Buscar



Fuente 77. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad buscar en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

- DESPLAZAMIENTO

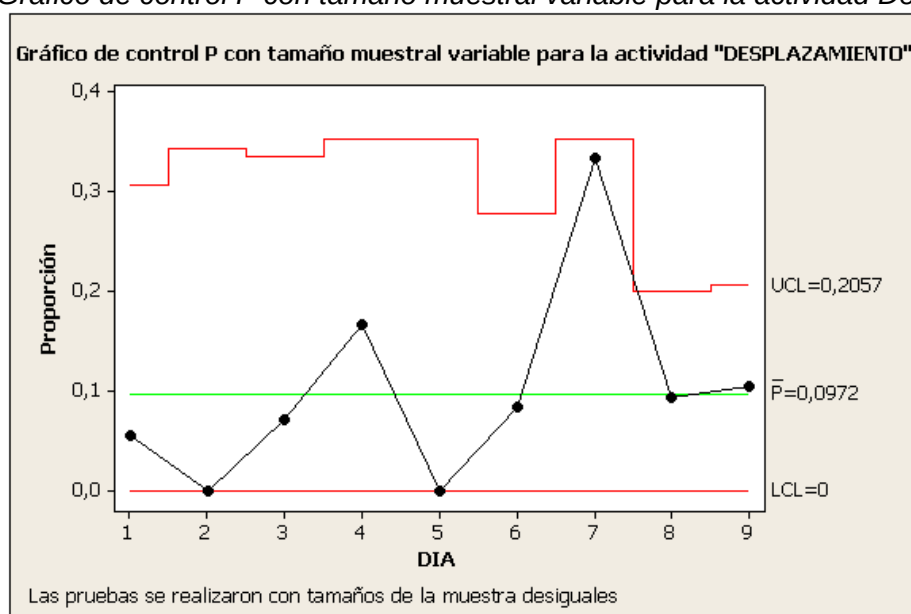
Tabla 43. Datos para la actividad Desplazamiento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,307	0,0972

DIA2	0	13	0	0,344
DIA 3	1	14	0	0,335
DIA 4	2	12	0	0,354
DIA 5	0	12	0	0,354
DIA 6	2	24	0	0,279
DIA 7	4	12	0	0,354
DIA 8	7	75	0	0,200
DIA 9	7	67	0	0,206

Fuente 78. Elaboración propia

Gráfico 29. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento



Fuente 79. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

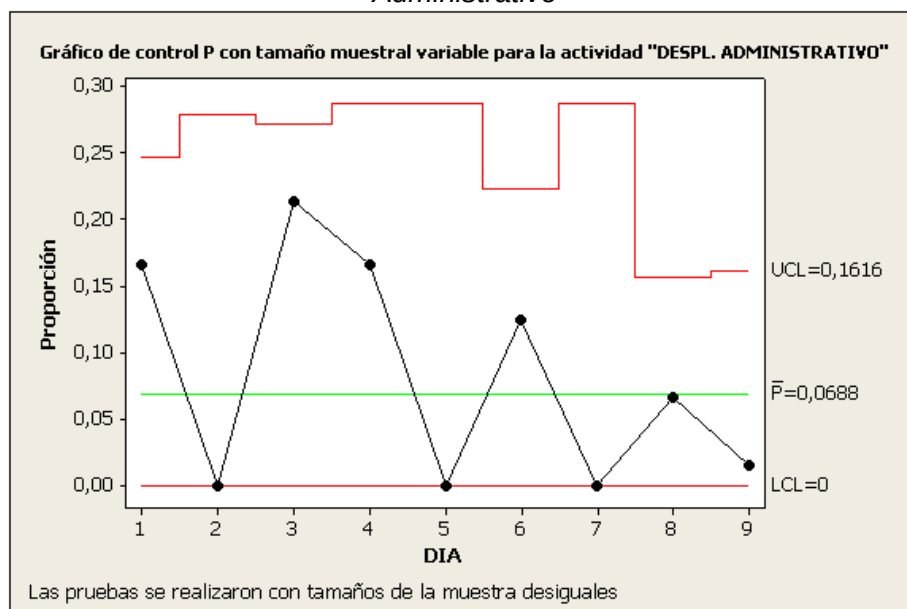
Tabla 44. Datos de la actividad Desplazamiento administrativo

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	3	18	0	0,248	0,0688
DIA2	0	13	0	0,279	
DIA 3	3	14	0	0,272	
DIA 4	2	12	0	0,288	

DIA 5	0	12	0	0,288
DIA 6	3	24	0	0,224
DIA 7	0	12	0	0,288
DIA 8	5	75	0	0,157
DIA 9	1	67	0	0,162

Fuente 80. Elaboración propia

Gráfico 30. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Desplazamiento Administrativo



Fuente 81. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento administrativo en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

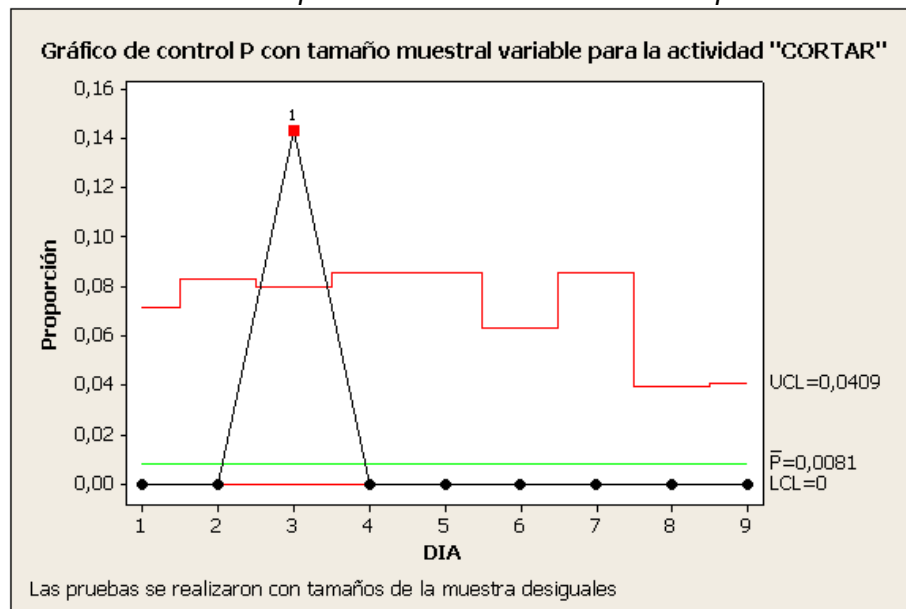
- **CORTAR**

Tabla 45. Datos para la actividad Cortar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,071	0,0081
DIA2	0	13	0	0,083	
DIA 3	2	14	0	0,080	
DIA 4	0	12	0	0,086	
DIA 5	0	12	0	0,086	
DIA 6	0	24	0	0,063	
DIA 7	0	12	0	0,086	
DIA 8	0	75	0	0,039	
DIA 9	0	67	0	0,041	

Fuente 82. Elaboración propia

Gráfico 31. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Cortar



Fuente 83. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad cortar en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

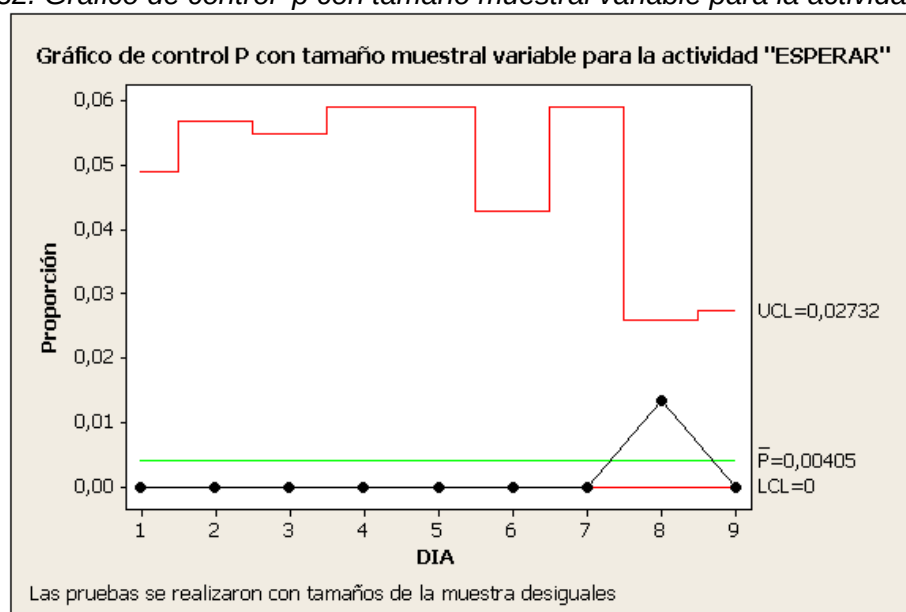
- **ESPERAR**

Tabla 46. Datos para la actividad Esperar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,049	0,0040
DIA2	0	13	0	0,057	
DIA 3	0	14	0	0,055	
DIA 4	0	12	0	0,059	
DIA 5	0	12	0	0,059	
DIA 6	0	24	0	0,043	
DIA 7	0	12	0	0,059	
DIA 8	1	75	0	0,026	
DIA 9	0	67	0	0,027	

Fuente 84. Elaboración propia

Gráfico 32. Gráfico de control p con tamaño muestral variable para la actividad Esperar



Fuente 85. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad esperar en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- EMPACAR TIPO A

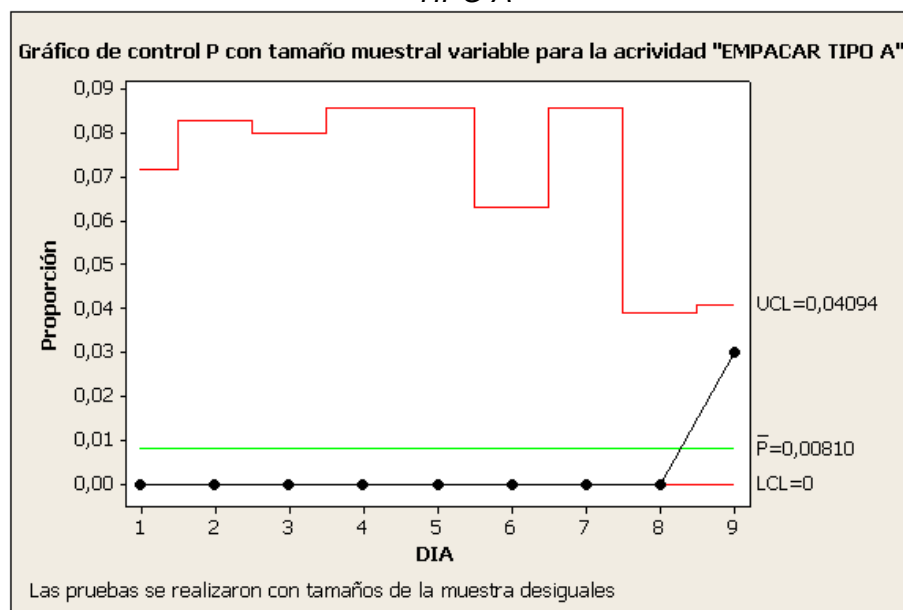
Tabla 47. Datos para la actividad EMPACAR TIPO A

OBSERVACIONES	TOTAL	LIC i	LSC i	Pprom
---------------	-------	-------	-------	-------

		MUESTRA			
DIA 1	0	18	0	0,07146751	0,0081
DIA2	0	13	0	0,08266485	
DIA 3	0	14	0	0,07995239	
DIA 4	0	12	0	0,08570967	
DIA 5	0	12	0	0,08570967	
DIA 6	0	24	0	0,0629775	
DIA 7	0	12	0	0,08570967	
DIA 8	0	75	0	0,03914217	
DIA 9	2	67	0	0,04094335	

Fuente 86. Elaboración propia

Gráfico 33. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad EMPACAR TIPO A



Fuente 87. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad empacar tipo A en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

REVISAR

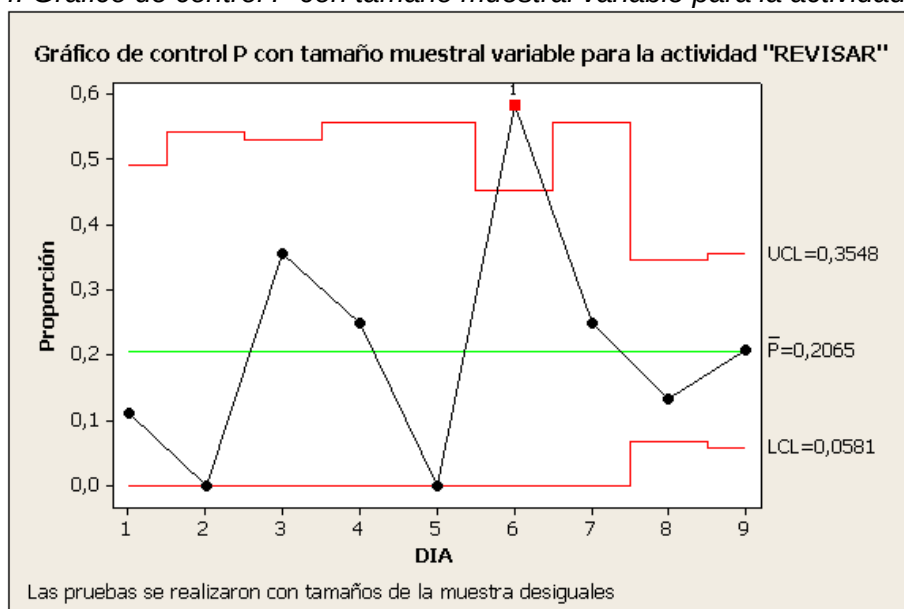
Tabla 48. Datos para la actividad REVISAR

OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
---------------	---------------	-------	-------	-------

DIA 1	2	18	0	0,493	0,2065
DIA 2	0	13	0	0,543	
DIA 3	5	14	0	0,531	
DIA 4	3	12	0	0,557	
DIA 5	0	12	0	0,557	
DIA 6	14	24	0	0,454	
DIA 7	3	12	0	0,557	
DIA 8	10	75	0,066	0,347	
DIA 9	14	67	0,058	0,355	

Fuente 88. Elaboración propia

Gráfico 34. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad REVISAR



Fuente 89. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad revisar en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

- OTRAS EN PROCESO

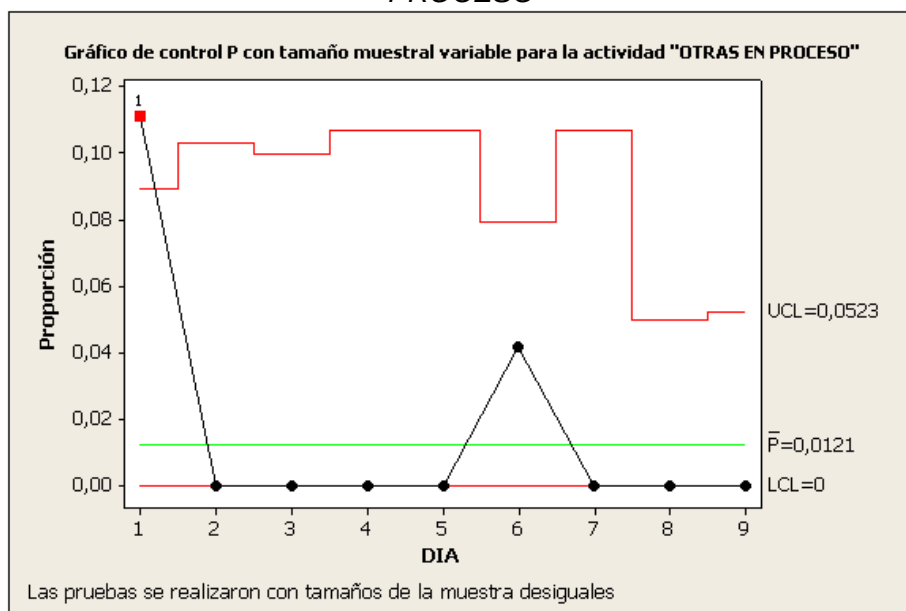
Tabla 49. Datos para la actividad OTRAS EN PROCESO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	2	18	0	0,090	0,0121

DIA2	0	13	0	0,103
DIA 3	0	14	0	0,100
DIA 4	0	12	0	0,107
DIA 5	0	12	0	0,107
DIA 6	1	24	0	0,079
DIA 7	0	12	0	0,107
DIA 8	0	75	0	0,050
DIA 9	0	67	0	0,052

Fuente 90. Elaboración propia

Gráfico 35. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad OTRAS EN PROCESO



Fuente 91. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad otras en proceso en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

- CONSULTAR A UN COMPAÑERO

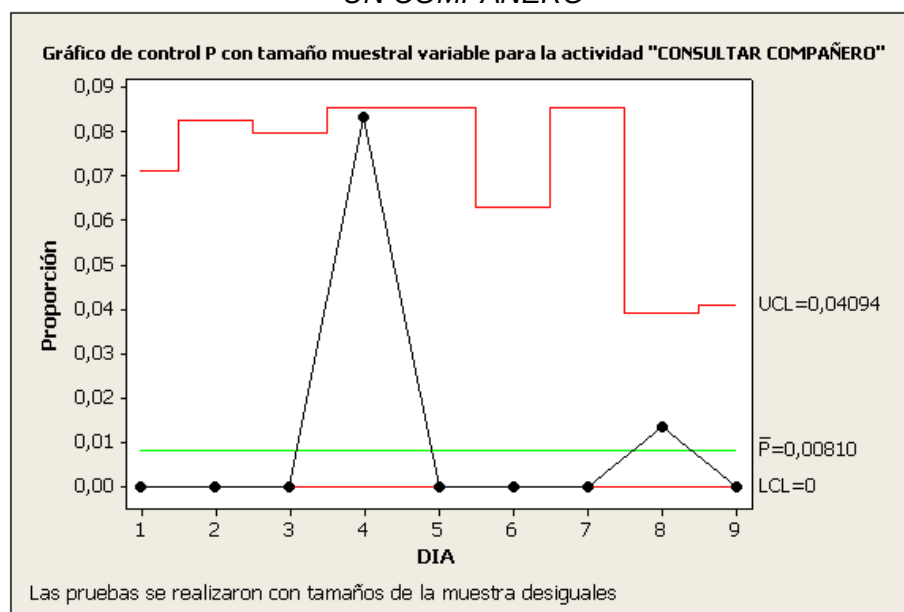
Tabla 50. Datos para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,071	0,0081
DIA2	0	13	0	0,083	
DIA 3	0	14	0	0,080	

DIA 4	1	12	0	0,086
DIA 5	0	12	0	0,086
DIA 6	0	24	0	0,063
DIA 7	0	12	0	0,086
DIA 8	1	75	0	0,039
DIA 9	0	67	0	0,041

Fuente 92. Elaboración propia

Gráfico 36. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO



Fuente 93. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad consultar a un compañero en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- PEGAR RÓTULOS

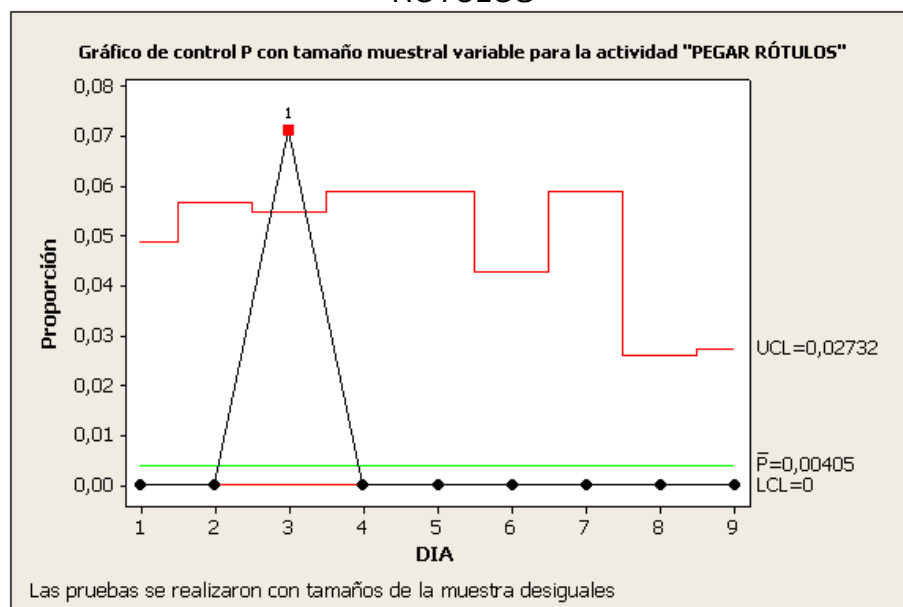
Tabla 51. Datos para la actividad PEGAR RÓTULOS

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,049	0,0040
DIA2	0	13	0	0,057	
DIA 3	1	14	0	0,055	
DIA 4	0	12	0	0,059	
DIA 5	0	12	0	0,059	

DIA 6	0	24	0	0,043
DIA 7	0	12	0	0,059
DIA 8	0	75	0	0,026
DIA 9	0	67	0	0,027

Fuente 94. Elaboración propia

Gráfico 37 Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad PEGAR RÓTULOS



Fuente 95. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad pegar rótulos en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- SUMAR METROS

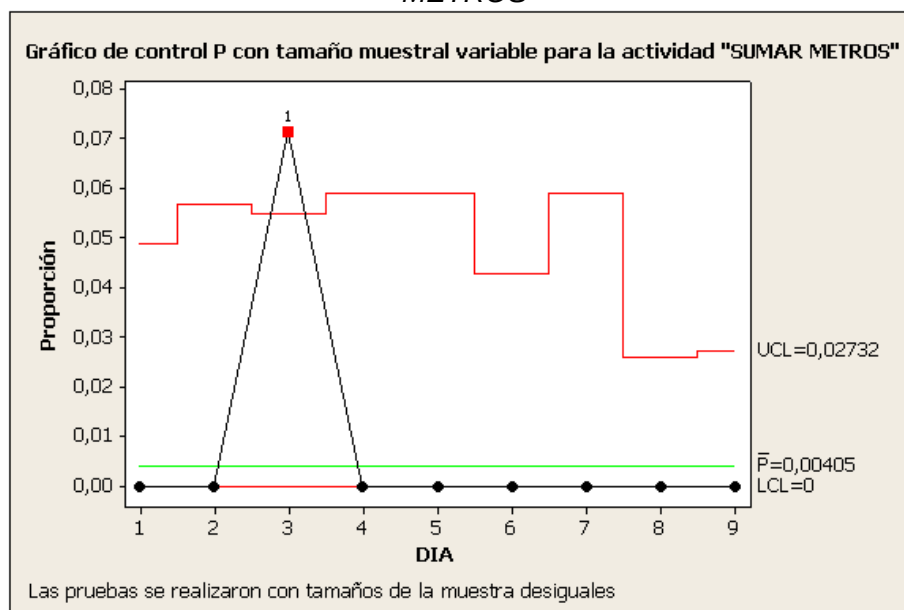
Gráfico 38. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad SUMAR METROS

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,049	0,0040
DIA2	0	13	0	0,057	
DIA 3	1	14	0	0,055	
DIA 4	0	12	0	0,059	
DIA 5	0	12	0	0,059	
DIA 6	0	24	0	0,043	
DIA 7	0	12	0	0,059	

DIA 8	0	75	0	0,026
DIA 9	0	67	0	0,027

Fuente 96. Elaboración propia

Gráfico 39. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad SUMAR METROS



Fuente 97. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad sumar metros en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

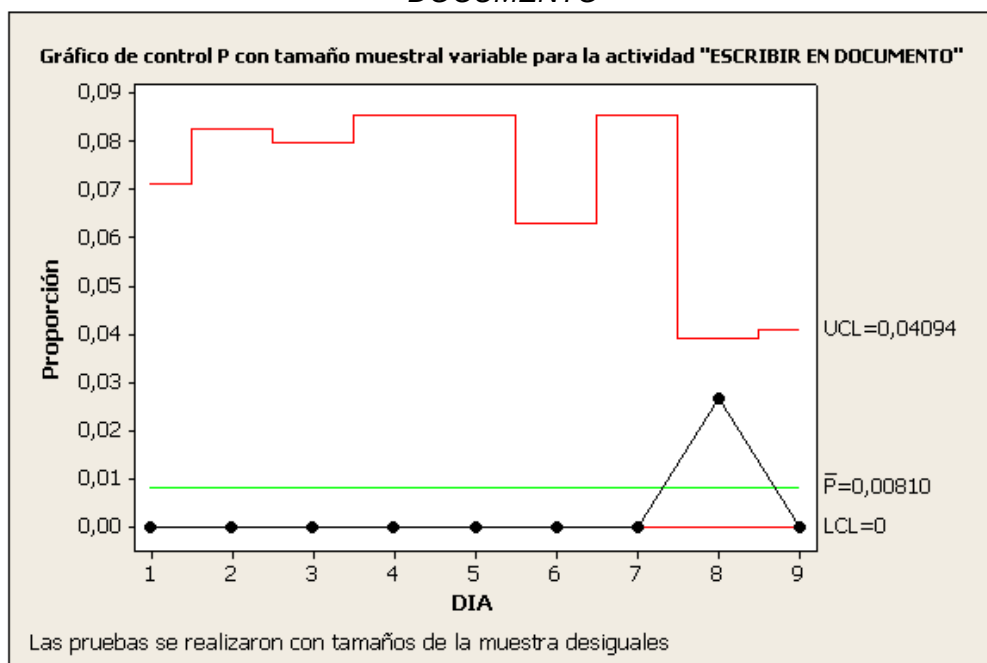
- ESCRIBIR EN DOCUMENTO

Tabla 52. Datos para la actividad ESCRIBIR EN DOCUMENTO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,071	0,0081
DIA2	0	13	0	0,083	
DIA 3	0	14	0	0,080	
DIA 4	0	12	0	0,086	
DIA 5	0	12	0	0,086	
DIA 6	0	24	0	0,063	
DIA 7	0	12	0	0,086	
DIA 8	2	75	0	0,039	
DIA 9	0	67	0	0,041	

Fuente 98. Elaboración propia

Gráfico 40. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad ESCRIBIR EN DOCUMENTO



Fuente 99. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad escribir en documento en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

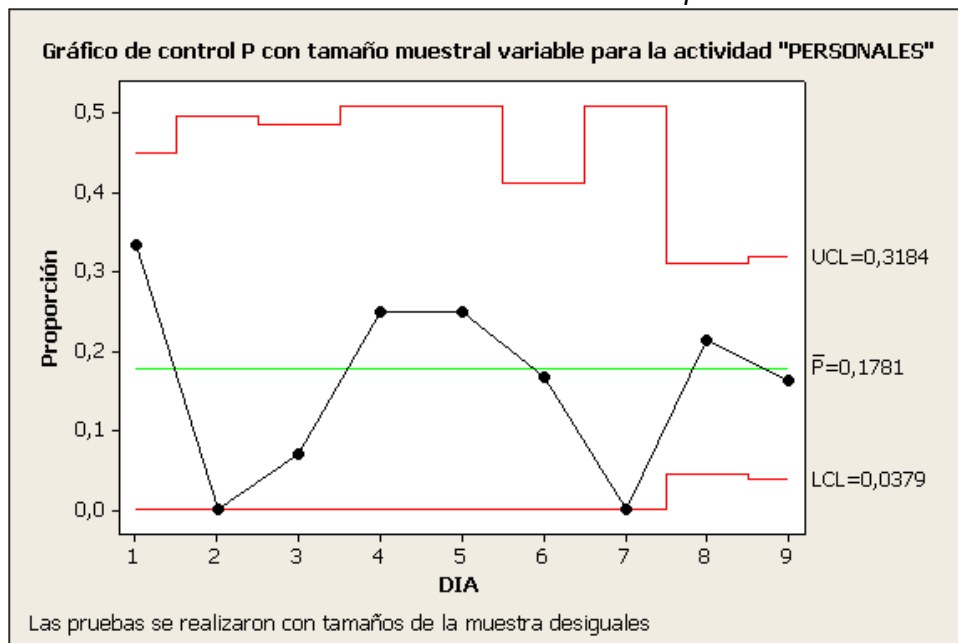
- PERSONALES

Tabla 53. Datos para la actividad PERSONALES

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	6	18	0	0,449	0,1781
DIA2	0	13	0	0,497	
DIA 3	1	14	0	0,485	
DIA 4	3	12	0	0,510	
DIA 5	3	12	0	0,510	
DIA 6	4	24	0	0,412	
DIA 7	0	12	0	0,510	
DIA 8	16	75	0,046	0,311	
DIA 9	11	67	0,038	0,318	

Fuente 100. Elaboración propia

Gráfico 41. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad PERSONALES



Fuente 101. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad personales en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

3. GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CARGO MONTACARGAS

Se realizaron gráficos de control para las siguientes actividades:

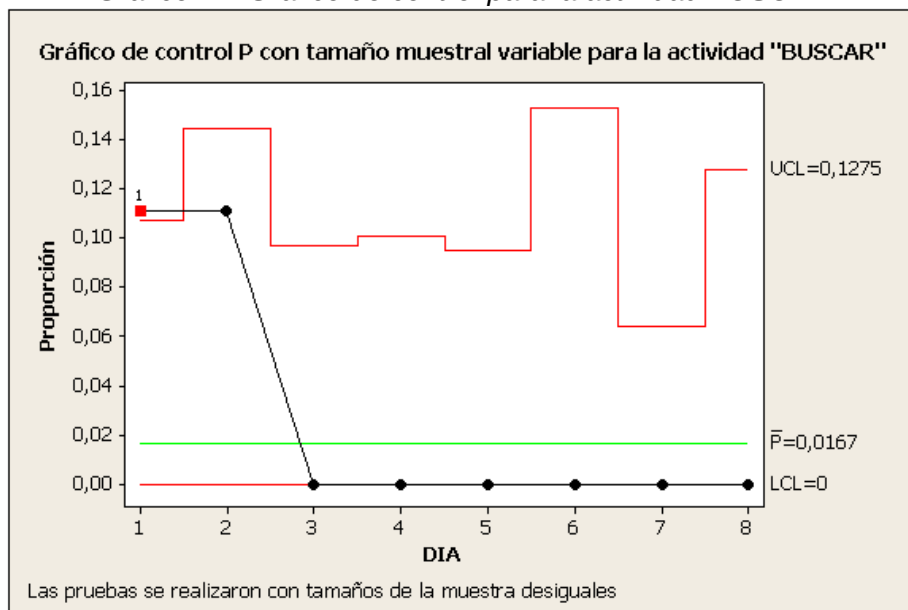
- BUSCAR

Tabla 54. Datos para la actividad BUSCAR

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	2	18	0	0,107	0,0167
DIA2	1	9	0	0,145	
DIA 3	0	23	0	0,097	
DIA 4	0	21	0	0,100	
DIA 5	0	24	0	0,095	
DIA 6	0	8	0	0,152	
DIA 7	0	65	0	0,064	
DIA 8	0	12	0	0,128	

Fuente 102. Elaboración propia

Gráfico 42. Gráfico de control para la actividad BUSCAR



Fuente 103. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad buscar en el cargo de montacargas se encuentra fuera de control estadístico.

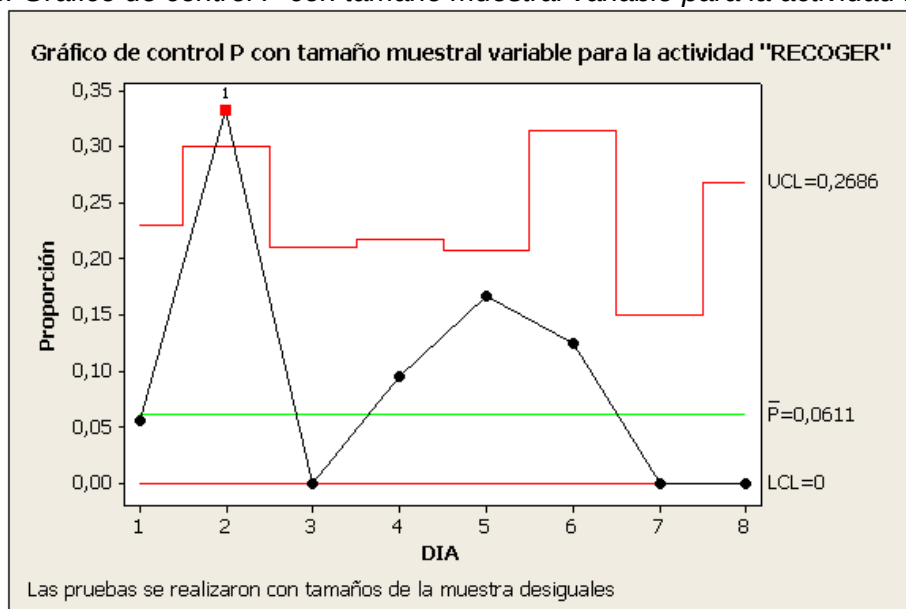
- RECOGER

Tabla 55. Datos para la actividad RECOGER

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,230	0,0611
DIA2	3	9	0	0,301	
DIA 3	0	23	0	0,211	
DIA 4	2	21	0	0,218	
DIA 5	4	24	0	0,208	
DIA 6	1	8	0	0,315	
DIA 7	0	65	0	0,150	
DIA 8	0	12	0	0,269	

Fuente 104. Elaboración propia

Gráfico 43. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad RECOGER



Fuente 105. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad recoger en el cargo de montacargas se encuentra fuera de control estadístico.

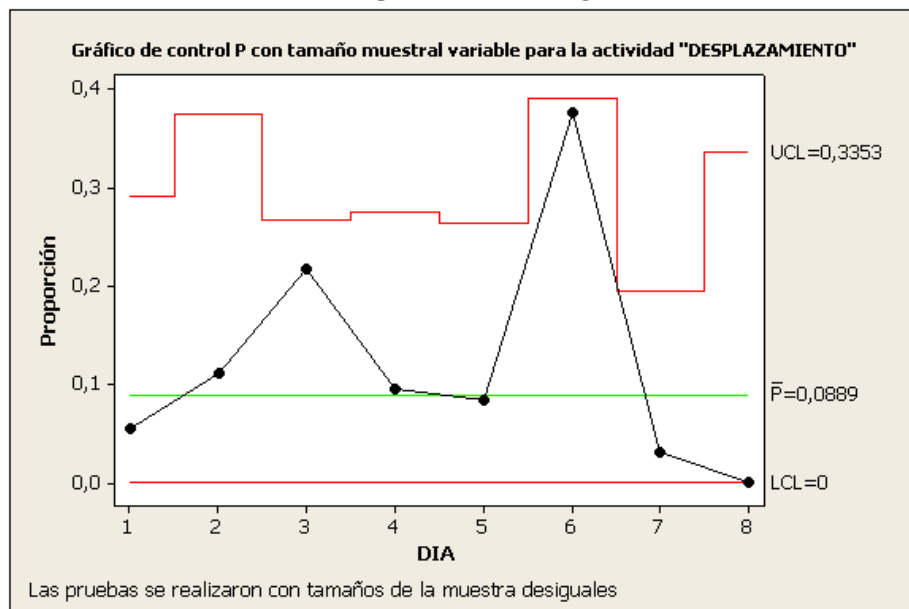
- DESPLAZAMIENTO

Tabla 56. Datos para la actividad DESPLAZAMIENTO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,290	0,0889
DIA2	1	9	0	0,373	
DIA 3	5	23	0	0,267	
DIA 4	2	21	0	0,275	
DIA 5	2	24	0	0,263	
DIA 6	3	8	0	0,391	
DIA 7	2	65	0	0,195	
DIA 8	0	12	0	0,335	

Fuente 106. Elaboración propia

Gráfico 44. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad DESPLAZAMIENTO



Fuente 107. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

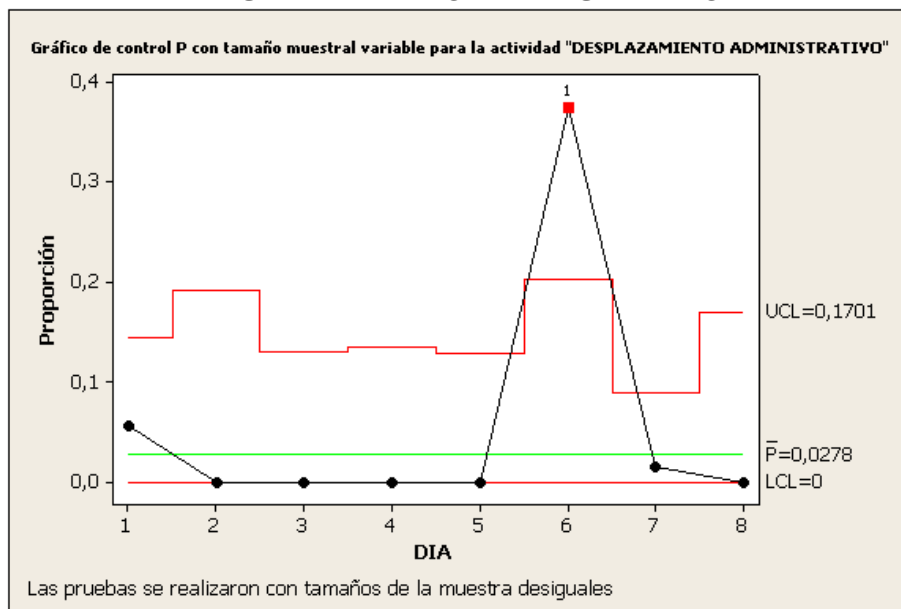
- DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

Tabla 57. Datos para la actividad DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,144	0,0278
DIA2	0	9	0	0,192	
DIA 3	0	23	0	0,131	
DIA 4	0	21	0	0,135	
DIA 5	0	24	0	0,128	
DIA 6	3	8	0	0,202	
DIA 7	1	65	0	0,089	
DIA 8	0	12	0	0,170	

Fuente 108. Elaboración propia

*Gráfico 45. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad
DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO*



Fuente 109. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento administrativo en el cargo de montacargas se encuentra fuera control estadístico.

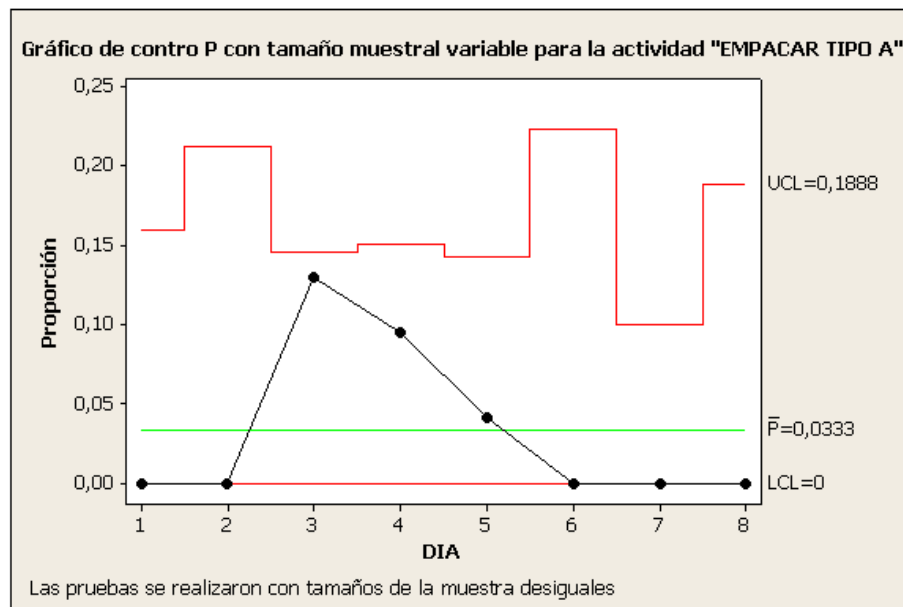
- EMPACAR TIPO A

Tabla 58. Datos de la actividad EMPACAR TIPO A

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,160	0,0333
DIA2	0	9	0	0,213	
DIA 3	3	23	0	0,146	
DIA 4	2	21	0	0,151	
DIA 5	1	24	0	0,143	
DIA 6	0	8	0	0,224	
DIA 7	0	65	0	0,100	
DIA 8	0	12	0	0,189	

Fuente 110. Elaboración propia

Gráfico 46. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad EMPACAR TIPO A



Fuente 111. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad empacar tipo A en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

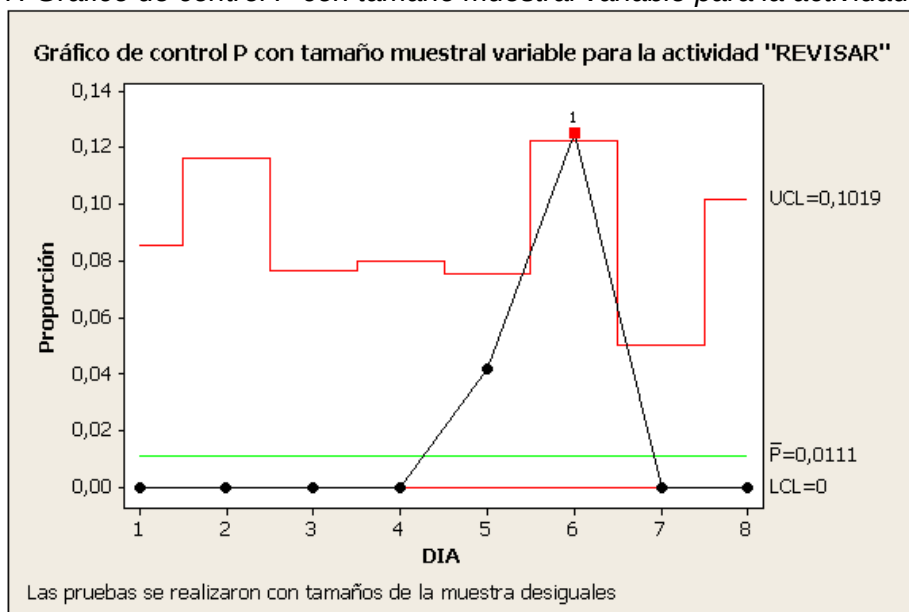
- REVISAR

Tabla 59. Datos de la actividad REVISAR

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,085	0,0111
DIA2	0	9	0	0,116	
DIA 3	0	23	0	0,077	
DIA 4	0	21	0	0,080	
DIA 5	1	24	0	0,075	
DIA 6	1	8	0	0,122	
DIA 7	0	65	0	0,050	
DIA 8	0	12	0	0,102	

Fuente 112. Elaboración propia

Gráfico 47. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad REVISAR



Fuente 113. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad revisar en el cargo de montacargas se encuentra fuera de control estadístico.

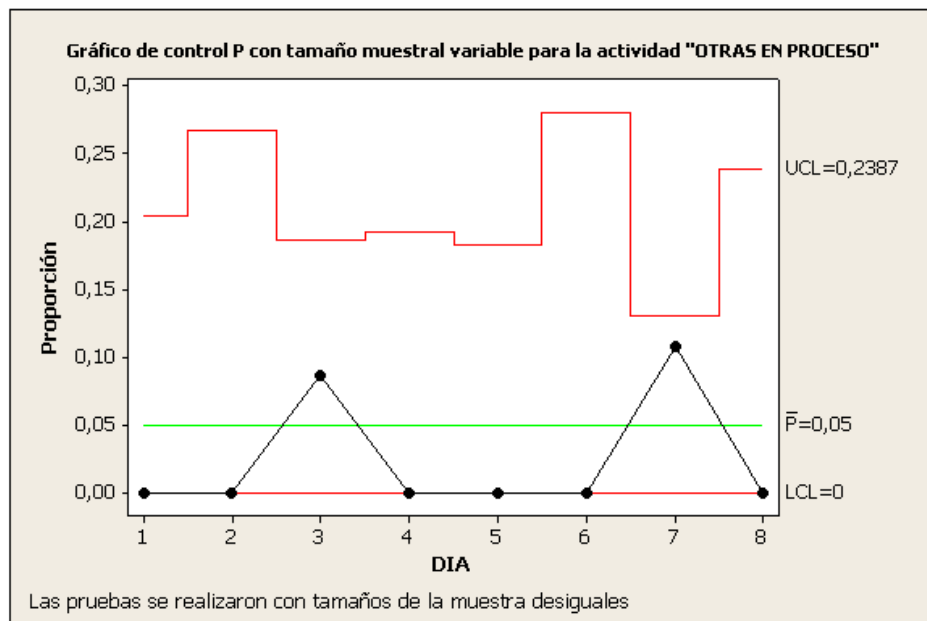
- OTRAS EN PROCESO

Tabla 60. Datos para la actividad OTRAS EN PROCESO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,204	0,0500
DIA2	0	9	0	0,268	
DIA 3	2	23	0	0,186	
DIA 4	0	21	0	0,193	
DIA 5	0	24	0	0,183	
DIA 6	0	8	0	0,281	
DIA 7	7	65	0	0,131	
DIA 8	0	12	0	0,239	

Fuente 114. Elaboración propia

Gráfico 48. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO"



Fuente 115. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad otras en proceso en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

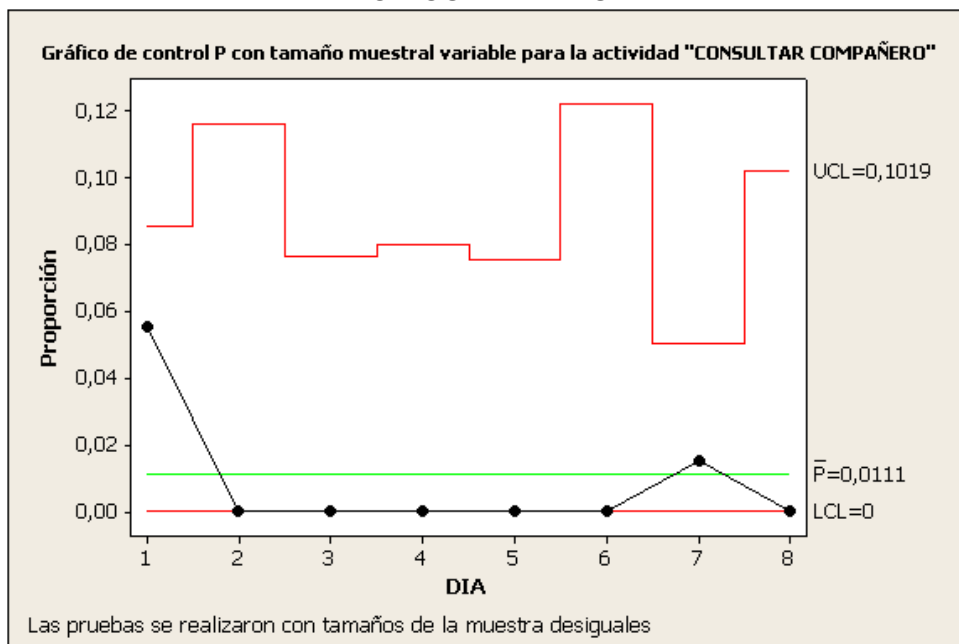
- CONSULTAR A UN COMPAÑERO

Tabla 61. Datos para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,085	0,0111
DIA2	0	9	0	0,116	
DIA 3	0	23	0	0,077	
DIA 4	0	21	0	0,080	
DIA 5	0	24	0	0,075	
DIA 6	0	8	0	0,122	
DIA 7	1	65	0	0,050	
DIA 8	0	12	0	0,102	

Fuente 116. Elaboración propia

Gráfico 49. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad CONSULTAR A UN COMPAÑERO



Fuente 117. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad consultar a un compañero en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

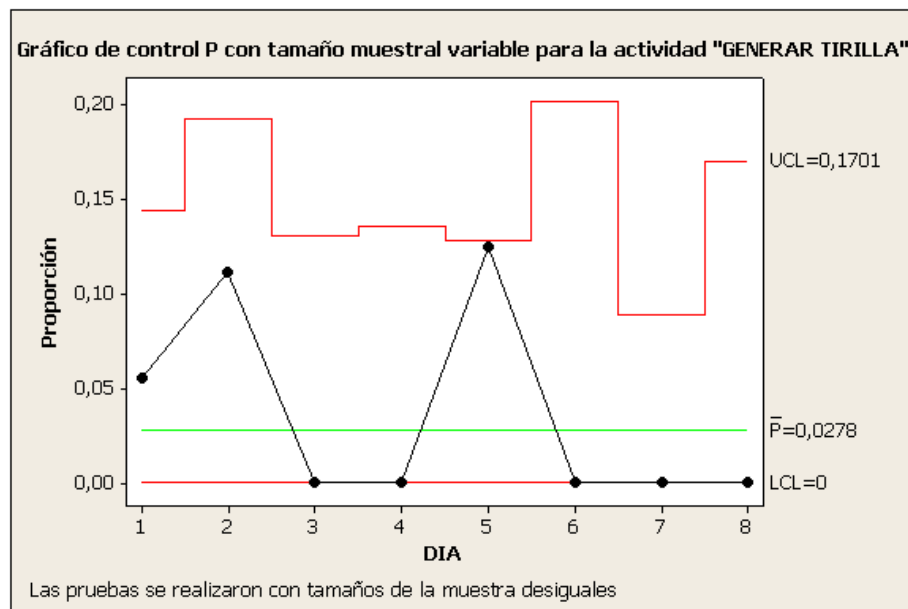
- GENERAR TIRILLA

Tabla 62. Datos de la actividad GENERAR TIRILLA

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,144	0,0278
DIA2	1	9	0	0,192	
DIA 3	0	23	0	0,131	
DIA 4	0	21	0	0,135	
DIA 5	3	24	0	0,128	
DIA 6	0	8	0	0,202	
DIA 7	0	65	0	0,089	
DIA 8	0	12	0	0,170	

Fuente 118. Elaboración propia

Gráfico 50. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad GENERAR TIRILLA



Fuente 119. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad generar tirilla en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

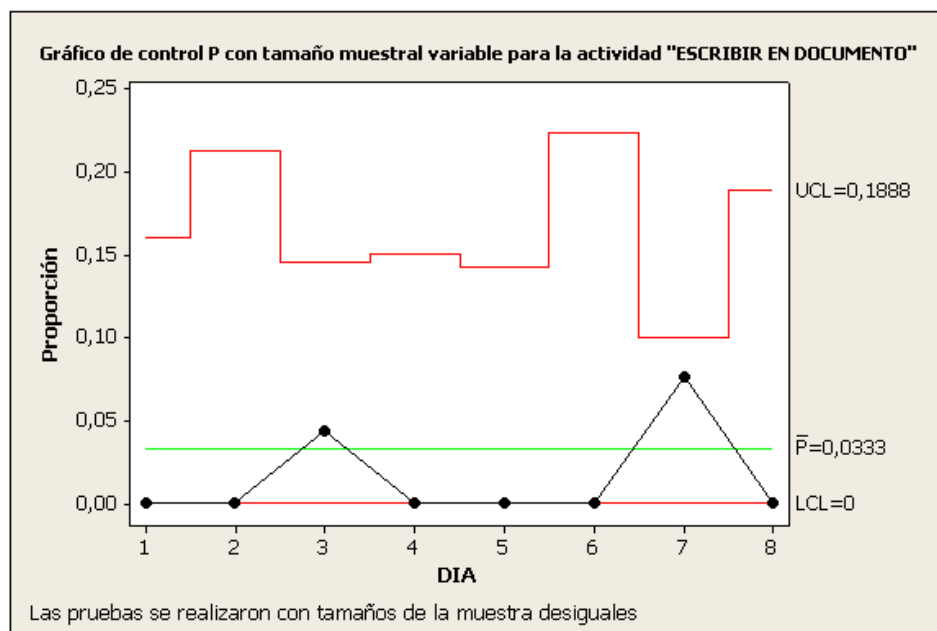
- ESCRIBIR EN DOCUMENTO

Tabla 63. Datos para la actividad ESCRIBIR EN DOCUMENTO

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	18	0	0,160	0,0333
DIA2	0	9	0	0,213	
DIA 3	1	23	0	0,146	
DIA 4	0	21	0	0,151	
DIA 5	0	24	0	0,143	
DIA 6	0	8	0	0,224	
DIA 7	5	65	0	0,100	
DIA 8	0	12	0	0,189	

Fuente 120. Elaboración propia

Gráfico 51. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR EN DOCUMENTO"



Fuente 121. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad escribir en documento en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

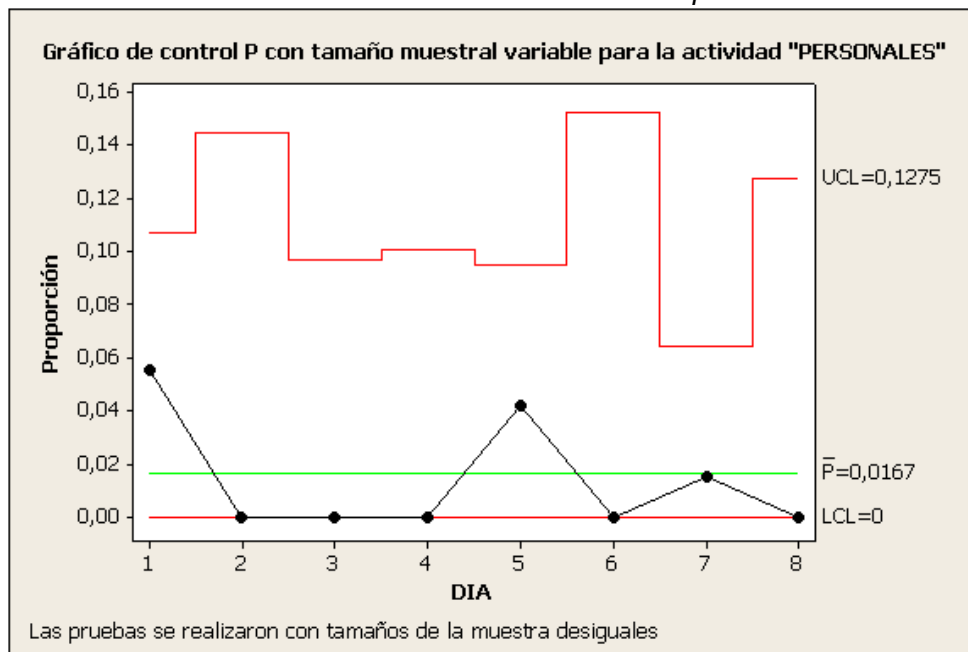
- PERSONALES

Tabla 64. Datos para la actividad PERSONALES

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	18	0	0,107	0,0167
DIA2	0	9	0	0,145	
DIA 3	0	23	0	0,097	
DIA 4	0	21	0	0,100	
DIA 5	1	24	0	0,095	
DIA 6	0	8	0	0,152	
DIA 7	1	65	0	0,064	
DIA 8	0	12	0	0,128	

Fuente 122. Elaboración propia

Gráfico 52. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad PERSONALES



Fuente 123. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad personales en el cargo de montacargas se encuentra bajo control estadístico.

ANEXO R. Datos atípicos presentados en las observaciones de cada cargo y actividad en el proceso de alistamiento de materias primas

Una vez realizados todos los gráficos de control se encontraron los puntos atípicos a los cuales se debió realizar un seguimiento con el fin de encontrar las causas que provocaron tal comportamiento.

Puntos atípicos para materia prima

- Para el grupo de tareas Recolección

Tabla 65. Puntos atípicos para Recolección

Tabla con datos de campo para RECOLECCIÓN											
	DÍA	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Remedir	Cortar	Esperar	Empacar tipo A	Empacar tipo B	Pesar
RECOLECCIÓN	1	3	11	9	0	0	1	0	1	3	1
		5,88%	21,57%	17,65%	0,00%	0,00%	1,96%	0,00%	1,96%	5,88%	1,96%
	2	5	2	11	0	0	0	0	0	8	0
		11,11%	4,44%	24,44%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	17,78%	0,00%
	3	8	7	17	4	0	2	2	6	8	1
		8,70%	7,61%	18,48%	4,35%	0,00%	2,17%	2,17%	6,52%	8,70%	1,09%
	4	4	10	23	3	0	0	4	7	7	0
		5,48%	13,70%	31,51%	4,11%	0,00%	0,00%	5,48%	9,59%	9,59%	0,00%
	5	6	10	23	2	0	0	0	2	19	0
		6,32%	10,53%	24,21%	2,11%	0,00%	0,00%	0,00%	2,11%	20,00%	0,00%
	6	13	7	16	6	0	11	5	1	7	0
		13,54%	7,29%	16,67%	6,25%	0,00%	11,46%	5,21%	1,04%	7,29%	0,00%
TOTAL		39	47	99	15	0	14	11	17	52	2
P ACUM %		8,63%	10,40%	21,90%	3,32%	0,00%	3,10%	2,43%	3,76%	11,50%	0,44%

	DIA	Revisar	Otras en proceso	Consultar un compañero	Pegar rótulos	Sumar mts	Marcar la mcía	Generar tirilla	Escribir en doc.	Otras fuera proceso	Personales
RECOLECCIÓN	1	0	8	0	1	0	0	2	2	5	4
		0,00%	15,69%	0,00%	1,96%	0,00%	0,00%	3,92%	3,92%	9,80%	7,84%
	2	0	0	0	1	3	2	5	3	1	4
		0,00%	0,00%	0,00%	2,22%	6,67%	4,44%	11,11%	6,67%	2,22%	8,89%
	3	0	1	0	1	0	2	3	0	26	4

		0,00%	1,09%	0,00%	1,09%	0,00%	2,17%	3,26%	0,00%	28,26%	4,35%
	4	1	0	1	0	1	0	7	2	1	2
		1,37%	0,00%	1,37%	0,00%	1,37%	0,00%	9,59%	2,74%	1,37%	2,74%
	5	3	13	0	0	0	2	5	7	0	3
		3,16%	13,68%	0,00%	0,00%	0,00%	2,11%	5,26%	7,37%	0,00%	3,16%
	6	1	0	4	2	0	1	5	0	0	17
		1,04%	0,00%	4,17%	2,08%	0,00%	1,04%	5,21%	0,00%	0,00%	17,71%
TOTAL		5	22	5	5	4	7	27	14	33	34
P ACUM %		1,11%	4,87%	1,11%	1,11%	0,88%	1,55%	5,97%	3,10%	7,30%	7,52%

Como se evidenció en los gráficos de control, las actividades que presentan puntos atípicos son cortar, otras en proceso, sumar metros y personales.

La actividad Cortar tiene observaciones que se encuentran fuera de control en el día 6 se debido a que ese día específicamente, se presentó un pedido que contenía alrededor de quince (15) rollos los cuales debían ser cortados para cumplir con las cantidades demandadas por el cliente. Por tal razón, la actividad cortar presentó un número elevado de observaciones ese día.

En el caso de otras en proceso (día 1 y 5), se debió a que durante la observación se alistaba un pedido de exportación de gran tamaño; el hecho de ser de exportación implica otros procedimientos además de los especificados previamente por lo tanto se registró como otras en proceso.

Para la actividad sumar metros (día 2), se debió a que específicamente ese día, el auxiliar observado se encontraba alistando un pedido de gran cantidad de metros que lo obligaba a corroborar de forma continua que el metraje que estaba alistando (rollos de tela) fuera consistente con los exigidos en el pedido. Es necesario aclarar, que los pedidos contienen la cantidad de tela (en metros) demandada; por este motivo, el auxiliar que se encuentra alistando debe sumar el metraje de los rollos que alista con el propósito de suplir la cantidad de producto demandado.

Finalmente, para la actividad Personales (día 6), presenta un punto fuera de control debido a que durante esas observaciones, el auxiliar se encontraba en el programa Misión carácter, programa promocionado por la empresa para el desarrollo íntegro de los trabajadores.

- **Para el grupo de tareas Revisión**

Tabla 66. Puntos atípicos para Revisión

REVISIÓN	DIA	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Remedir	Cortar	Esperar	Empacar tipo A	Empacar tipo B	Pesar	Revisar
	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2
		0,00%	0,00%	5,56%	16,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	3	0	0	1	3	0	2	0	0	0	0	5
		0,00%	0,00%	7,14%	21,43%	0,00%	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	35,71%
	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	3
		0,00%	0,00%	16,67%	16,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	6	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	14
		0,00%	0,00%	8,33%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	58,33%
	7	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3
		16,67%	0,00%	33,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
	8	0	0	7	5	0	0	1	0	0	0	10
0%		0%	9%	7%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	13%	
9	1	0	7	1	0	0	0	2	0	0	14	
	1%	0%	10%	1%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	21%	
TOTAL		3	0	24	17	0	2	1	2	0	0	51
P ACUM %		1,21%	0,00%	9,72%	6,88%	0,00%	0,81%	0,40%	0,81%	0,00%	0,00%	20,65%

REVISIÓN	DIA	Otras en proceso	Consultar un compañero	Pegar rótulos	Sumar mts	Marcar la mcía	Generar tirilla	Escribir en doc.	Otras fuera proceso	Personales
	1	2	0	0	0	0	0	0	4	6
		11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,22%	33,33%
	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%

	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1
		0,00%	0,00%	7,14%	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,14%
	4	0	1	0	0	0	0	0	1	3
		0,00%	8,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	25,00%
	5	0	0	0	0	0	0	0	9	3
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	75,00%	25,00%
	6	1	0	0	0	0	0	0	0	4
		4,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%
	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%	0,00%
	8	0	1	0	0	0	0	2	33	16
		0%	1%	0%	0%	0%	0%	3%	44%	21%
	9	0	0	0	0	0	0	0	31	11
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	46%	16%
TOTAL		3	2	1	1	0	0	2	94	44
P ACUM %		1,21%	0,81%	0,40%	0,40%	0,00%	0,00%	0,81%	38,06%	17,81%

Como se evidenció en los gráficos de control, las actividades que presentan puntos atípicos son buscar, cortar, revisar, otras en proceso, pegar rótulos y sumar metros.

La actividad buscar para el cargo de revisión se encuentra fuera de control debido a los datos arrojados por las observaciones del día siete (7). Dicho punto atípico se presentó debido a que el auxiliar de bodega encargado de la revisión notó una inconsistencia en el pedido alistado y lo facturado en el periodo horario en que se despacha la mercancía, por lo tanto, con el propósito de corregir el error y despachar tal mercancía ese mismo día, procedió a ejecutar labores que normalmente le corresponden a los auxiliares encargados de la recolección; adicionalmente, este pedido que se encontraba corrigiendo requería de sumar metros, cortar y pegar rótulos siendo ésta la razón por la cual se presentaron puntos atípicos en el día tres (3) para éstas actividades.

En el caso de la actividad revisar, se encuentra fuera de control debido a los datos obtenidos el día seis (6). Ésta es la actividad que mayor número de observaciones arrojó siendo consecuente con el cargo al que corresponde; por lo tanto, los datos atípicos equivalen a un día con mayor actividad en comparación con los otros días observados.

Finalmente, para la actividad otras en proceso (día 1), presenta un punto fuera de control debido a que durante esas observaciones, él es encargado realizar otras tareas relacionadas con el proceso, en este caso organizar y revisar pedidos en backorder.

- **Para el grupo de tareas Operación del montacarga**

Tabla 67. Puntos atípicos para Montacargas

MONTACARGA	DIA	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Remedir	Cortar	Esperar	Empacar tipo A	Empacar tipo B	Pesar	Revisar
	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		11,11%	5,56%	5,56%	5,56%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		11,11%	33,33%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	3	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	0
		0,00%	0,00%	21,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	13,04%	0,00%	0,00%	0,00%
	4	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0
		0,00%	9,52%	9,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,52%	0,00%	0,00%	0,00%
	5	0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,00%	16,67%	8,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,17%	0,00%	0,00%	4,17%
	6	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	1
		0,00%	12,50%	37,50%	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%
	7	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
		0,00%	0,00%	3,08%	1,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
TOTAL		3	11	16	5	0	0	0	6	0	0	2
P ACUM %		1,67%	6,11%	8,89%	2,78%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,00%	1,11%

	DIA	Otras en proceso	Consultar un compañero	Pegar rótulos	Sumar mts	Marcar la mcía	Generar tirilla	Escribir en doc.	Otras fuera proceso	Personales
MONTACARGA	1	0	1	0	0	0	1	0	10	1
		0,00%	5,56%	0,00%	0,00%	0,00%	5,56%	0,00%	55,56%	5,56%
	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	33,33%	0,00%
	3	2	0	0	0	0	0	1	12	0
		8,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,35%	52,17%	0,00%
	4	0	0	0	0	0	0	0	15	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	71,43%	0,00%
	5	0	0	0	0	0	3	0	12	1
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	60,00%	5,56%

		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	0,00%	50,00%	4,17%
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	7	7	1	0	0	0	0	5	48	1
		10,77%	1,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,69%	73,85%	1,54%
	8	0	0	0	0	0	0	0	12	0
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%	0,00%
TOTAL		9	2	0	0	0	5	6	112	3
P ACUM %		5,00%	1,11%	0,00%	0,00%	0,00%	2,78%	3,33%	62,22%	1,67%

Como se evidenció en los gráficos de control, las actividades que presentan puntos atípicos son: buscar, recoger, desplazamiento administrativo y revisar.

En la actividad buscar, se evidencia que tiene observaciones que se encuentran fuera de control; éste punto atípico presentado en el día uno (1) se debe a que ese día específicamente, el auxiliar encargado del montacargas desconocía la ubicación de ciertos productos en la bodega, pues recientemente se habían cambiado de posición para recibir y acomodar mercancía nueva. Por tal razón, la actividad buscar presento un número elevado de observaciones ese día.

Para la actividad recoger, se presentan observaciones que se encuentran fuera de control; éste punto atípico presentado en el día dos (2) se debe a que ese día, el auxiliar encargado del montacargas alistó un pedido de lámina que demandaba unidades de las mismas; por lo tanto, el auxiliar debió manipular los bultos de láminas presentando así mayor número de observaciones en esta actividad.

En el caso de la actividad desplazamiento administrativo, se presenta fuera de control en el día seis (6) se debe a que el auxiliar encargado del montacargas se dirigió constantemente a las oficinas administrativas de logística para corroborar información de existencia de la mercancía que debía alistar.

Finalmente, para la actividad Revisar, se presentan datos atípico en el día seis (6). Se debe que ese día, el auxiliar encargado del montacargas revisó la mercancía que estaba despachando con el fin de evitar enviar mercancía incompleta o en mal estado, trabajo que no le corresponde directamente a dicho auxiliar.

ANEXO S. Gráficos de control de las actividades en cada grupo de tareas para producto terminado

De igual manera que en la unidad estratégica de negocio de materias primas, en producto terminado se realizaron gráficos de control para los cargos en los que se desarrollan tareas específicas como recolección, empaque y revisión, dentro de los cuales, se consideraron diecisiete (17) actividades que componen el proceso de alistamiento de los productos de dicha UEN. Se realizó un gráfico de control para cada actividad, a excepción de la actividad que lleva por nombre “fuera del proceso” puesto que también representa todas las tareas que los auxiliares realizan y no son parte del alistamiento de pedidos, por tanto, no son de interés para el presente estudio.

Para la elaboración de los gráficos de control, igual que en materias primas se utilizó el software estadístico MINITAB versión 14.20. Los datos introducidos, corresponden a los arrojados por el muestreo de trabajo, la gráfica realizada es una gráfica P con límites de control variables, pues la cantidad de observaciones tomadas por día eran diferentes ya que las fechas coincidieron con algunas reuniones y eventos en la empresa que interfirieron con el estudio.

En general, las especificaciones de los datos son las mismas que se dieron con el estudio realizado en materias primas.

1. GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CARGO RECOLECCIÓN

Se realizaron gráficos de control para las diecisiete (17) actividades observadas durante el estudio.

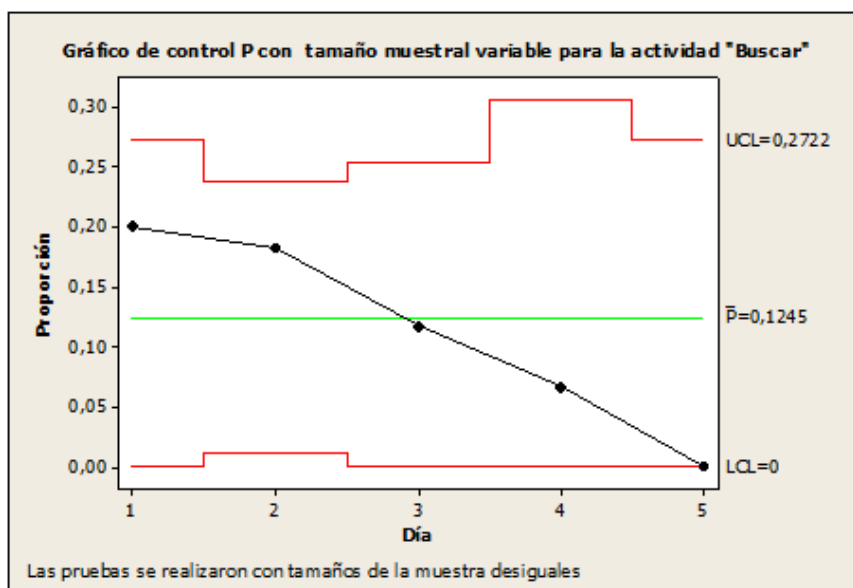
- **BUSCAR**

Tabla 68. Datos para la actividad Buscar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	9	45	0,000	0,272	0,1245
DIA 2	14	77	0,012	0,237	
DIA 3	7	60	0,000	0,252	
DIA 4	2	30	0,000	0,305	
DIA 5	0	45	0,000	0,272	

Fuente 124. Elaboración propia.

Gráfico 53. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad Buscar



Fuente 125. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad buscar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico, es decir, el proceso se mantiene dentro de los límites de control $\pm 3\sigma$.

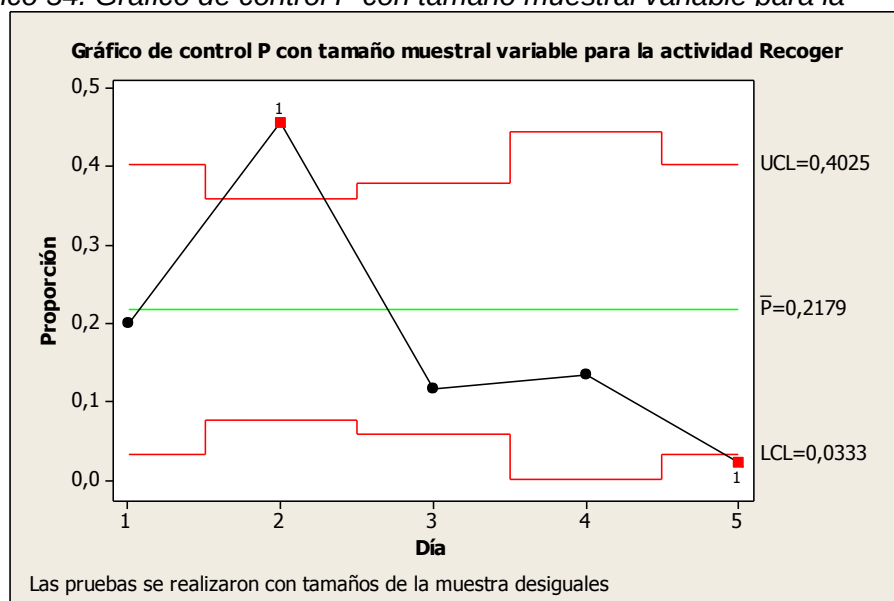
- **RECOGER**

Tabla 69. Datos para la actividad Recoger

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	9	45	0,033	0,403	0,2179
DIA 2	35	75	0,077	0,359	
DIA 3	7	60	0,058	0,378	
DIA 4	4	30	0,000	0,444	
DIA 5	1	45	0,033	0,403	

Fuente 126. Elaboración propia.

Gráfico 54. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la



Fuente 127. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad recoger en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico, pues dos valores (p) se salen de los límites de control $\pm 3\sigma$.

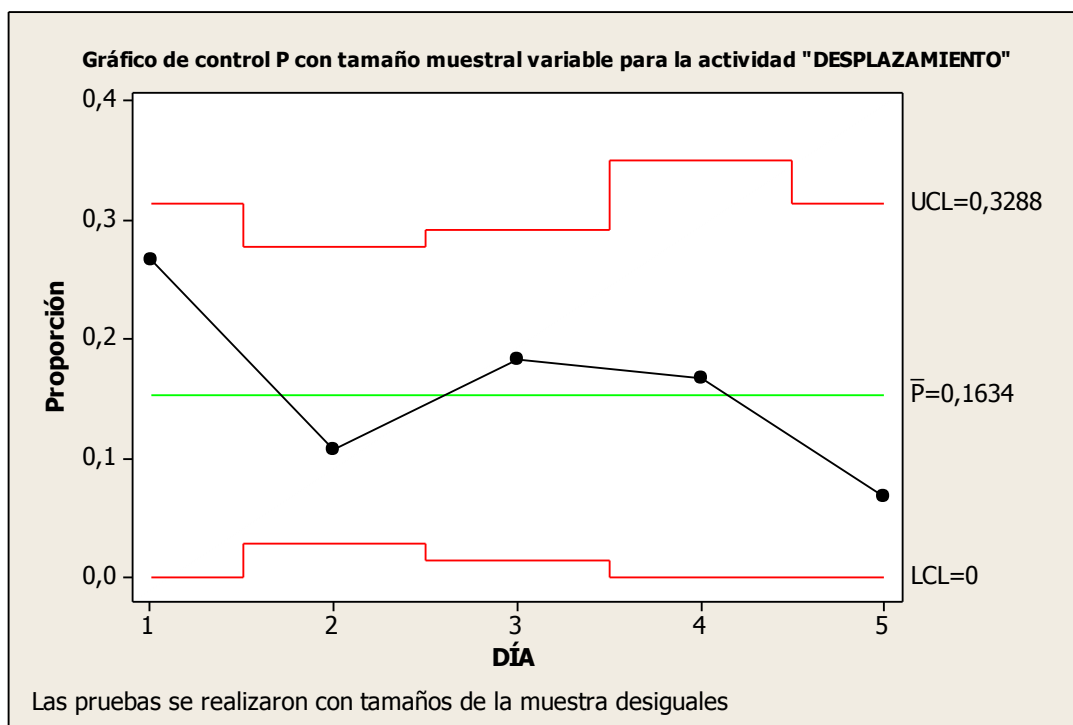
- DESPLAZAMIENTO

Tabla 70. Datos para la actividad desplazamiento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	12	45	0,000	0,329	0,1634
DIA2	10	77	0,037	0,290	
DIA 3	12	60	0,020	0,307	
DIA 4	5	30	0,000	0,366	
DIA 5	3	45	0,000	0,329	

Fuente 128. Elaboración propia.

Gráfico 55. Gráfico de control con tamaño muestral variable para la actividad desplazamiento



El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad desplazamiento en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

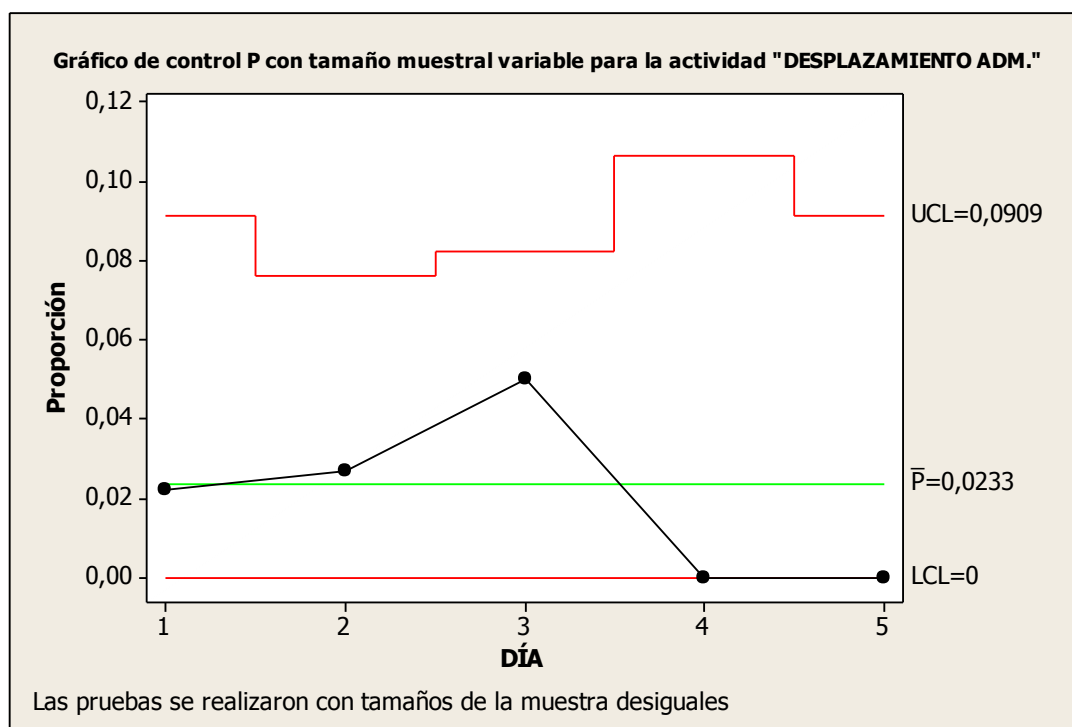
- DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

Tabla 71. Datos para la actividad Desplazamiento administrativo

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,091	0,0233
DIA 2	2	75	0,000	0,075	
DIA 3	3	60	0,000	0,082	
DIA 4	0	30	0,000	0,106	
DIA 5	0	45	0,000	0,091	

Fuente 130. Elaboración propia.

Gráfico 56. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad



Fuente 131. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad desplazamiento administrativo en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

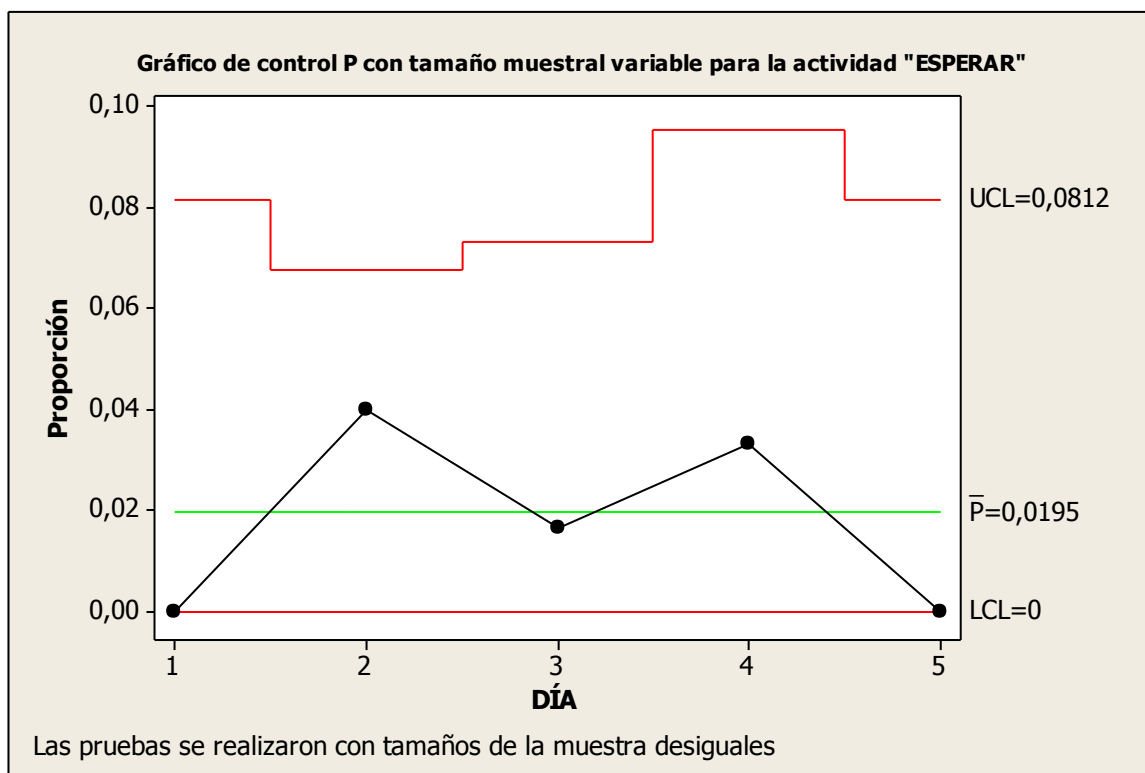
- **ESPERAR**

Tabla 72. Datos para la actividad esperar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,081	0,0195
DIA 2	3	77	0,000	0,067	
DIA 3	1	60	0,000	0,073	
DIA 4	1	30	0,000	0,095	
DIA 5	0	45	0,000	0,081	

Fuente 132. Elaboración propia.

Gráfico 57. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad



Fuente 133. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad esperar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

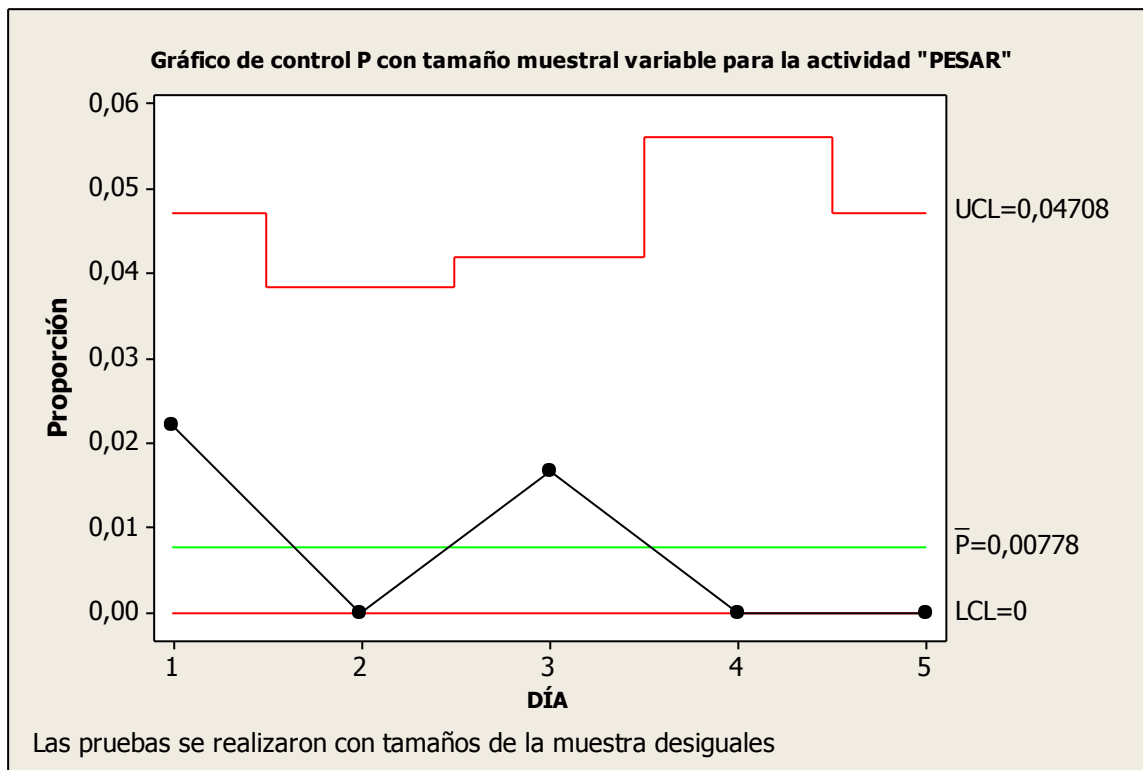
- **PESAR**

Tabla 73. Datos para la actividad Pesar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,047	0,0078
DIA 2	0	77	0,000	0,038	
DIA 3	1	60	0,000	0,042	
DIA 4	0	30	0,000	0,056	
DIA 5	0	45	0,000	0,047	

Fuente 134. Elaboración propia.

Gráfico 58. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad



Fuente 135. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad pesar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

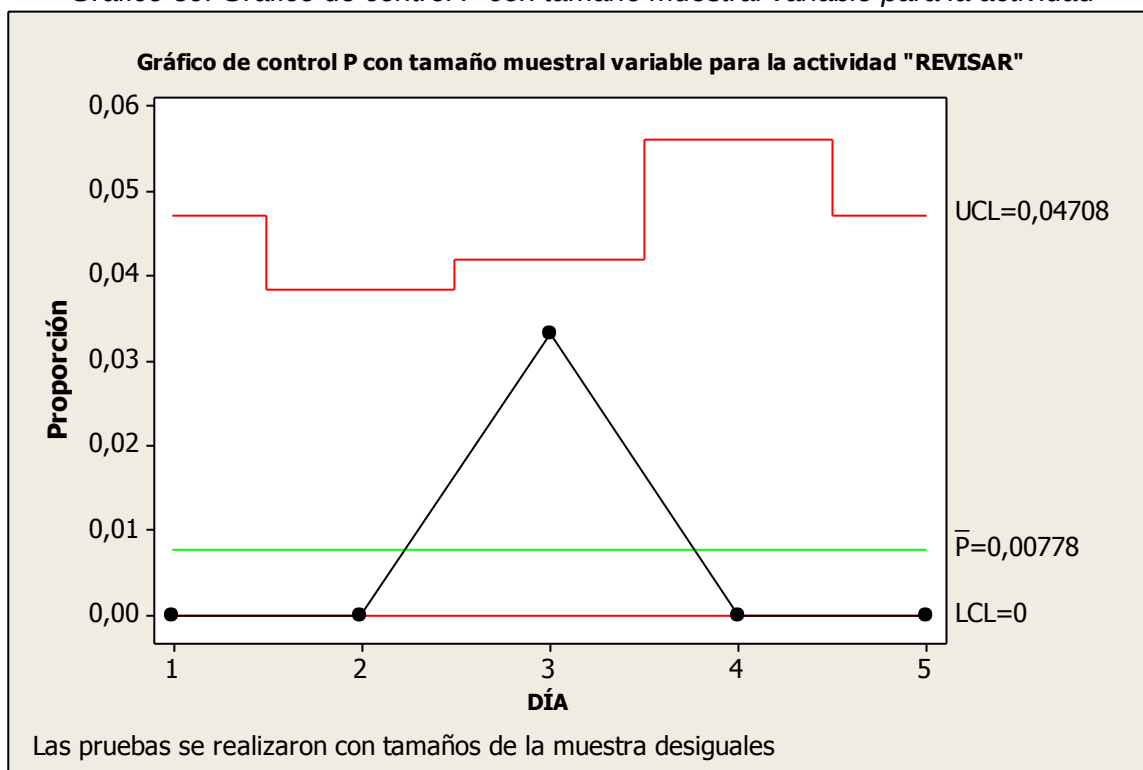
- REVISAR

Tabla 74. Datos para la actividad revisar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,047	0,0078
DIA 2	0	77	0,000	0,038	
DIA 3	2	60	0,000	0,042	
DIA 4	0	30	0,000	0,056	
DIA 5	0	45	0,000	0,047	

Fuente 136. Elaboración propia

Gráfico 59. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad



Fuente 137. Elaboración propia.

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad revisar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

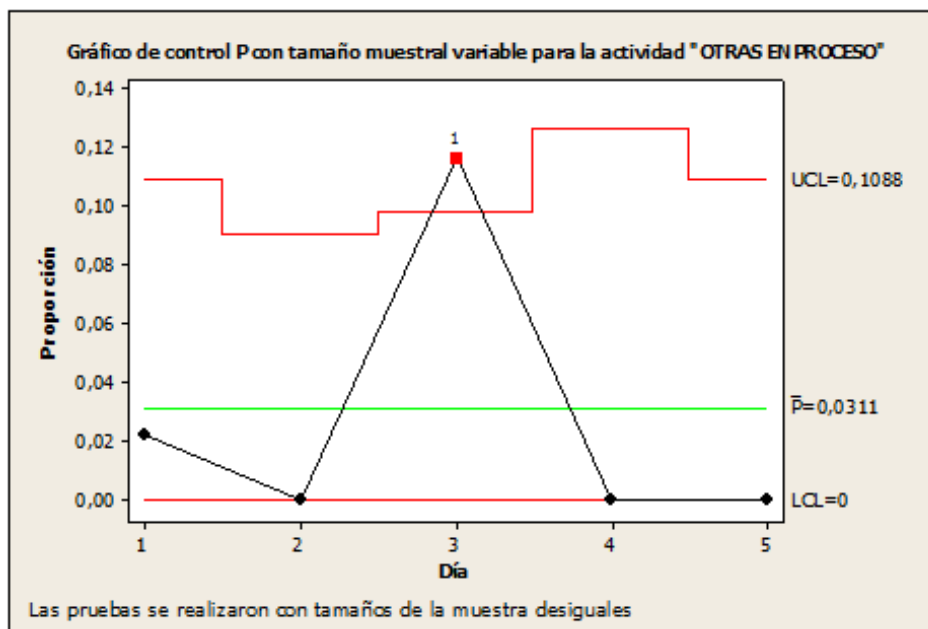
- OTRAS EN PROCESO

Tabla 75. Datos para la actividad Otras en Proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,109	0,031
DIA 2	0	77	0,000	0,091	
DIA 3	7	60	0,000	0,098	
DIA 4	0	30	0,000	0,126	
DIA 5	0	45	0,000	0,109	

Fuente 138. Elaboración propia

Gráfico 60. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO".



Fuente 139. Elaboración propia.

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Otras en Proceso en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico.

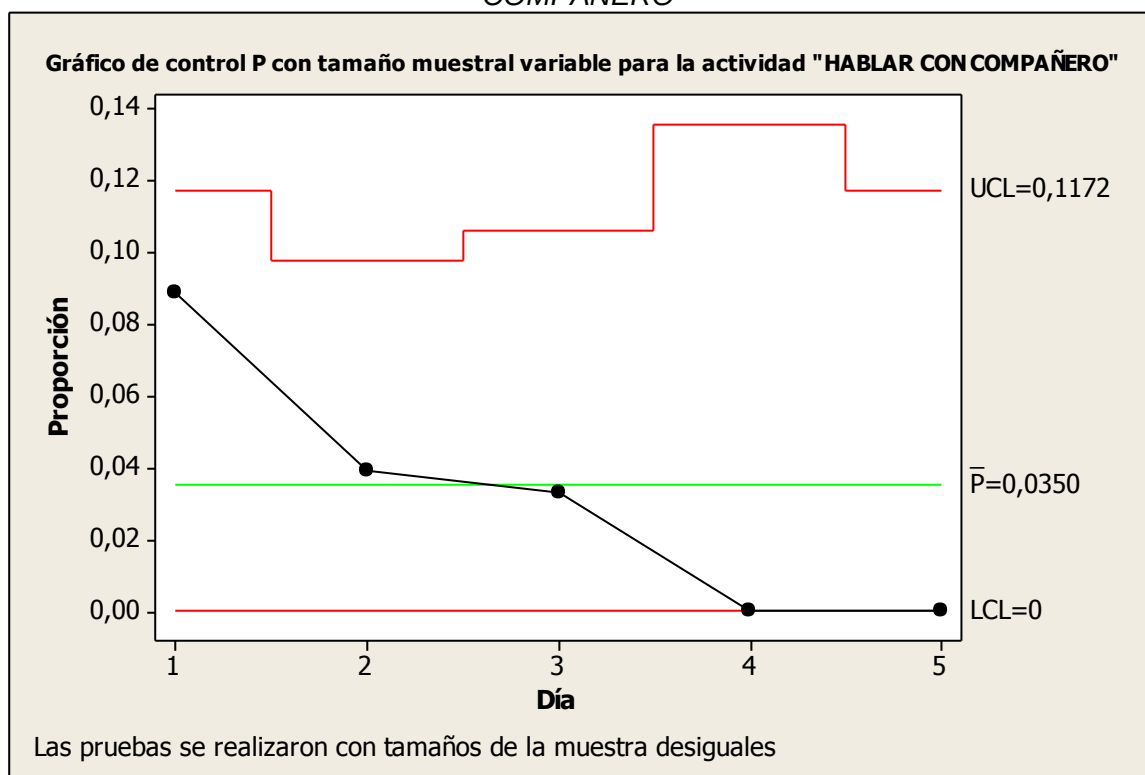
- **HABLAR CON COMPAÑERO**

Tabla 76. Datos para la actividad Hablar con Compañero

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	4	45	0,000	0,117	0,035
DIA 2	3	77	0,000	0,098	
DIA 3	2	60	0,000	0,106	
DIA 4	0	30	0,000	0,136	
DIA 5	0	45	0,000	0,117	

Fuente 140. Elaboración propia.

Gráfico 61. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "HABLAR CON COMPAÑERO"



Fuente 141. Elaboración propia.

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Hablar con Compañero en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

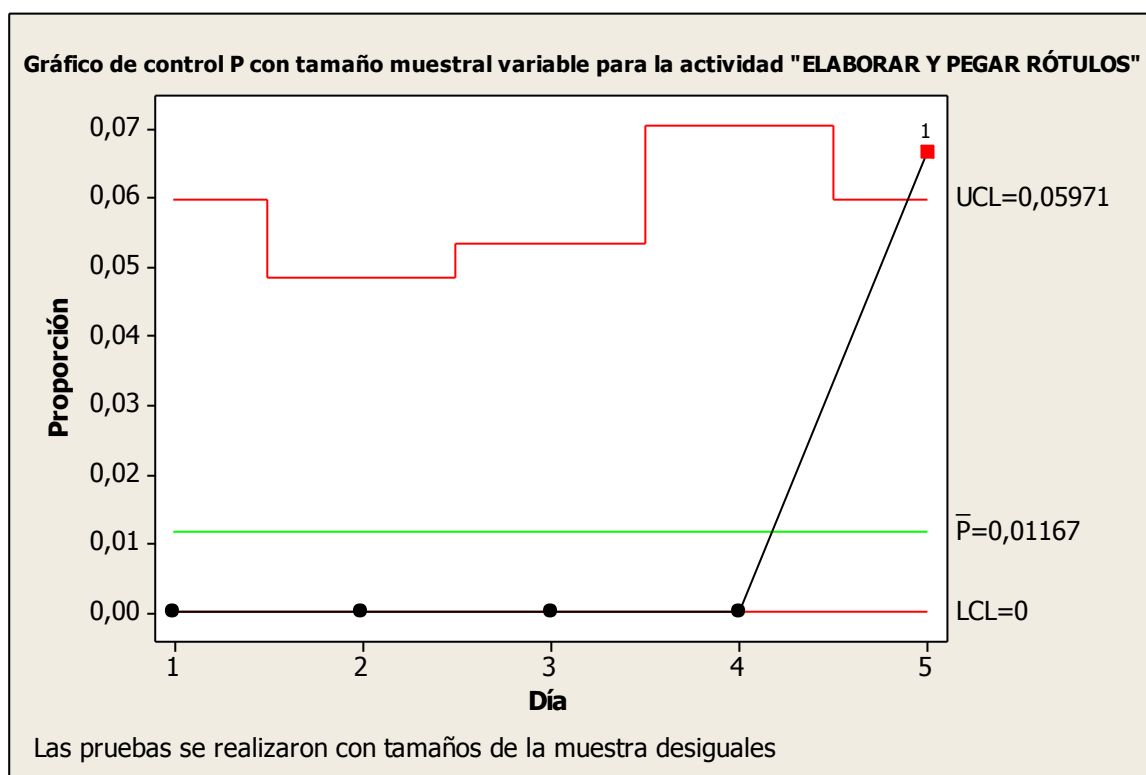
- **ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS**

Tabla 77. Datos para la actividad Elaborar y Pegar Rótulos

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,060	0,012
DIA 2	0	77	0,000	0,048	
DIA 3	0	60	0,000	0,053	
DIA 4	0	30	0,000	0,071	
DIA 5	3	45	0,000	0,060	

Fuente 142. Elaboración propia.

Gráfico 62. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS"



Fuente 143. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Elaborar y Pegar Rótulos en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico.

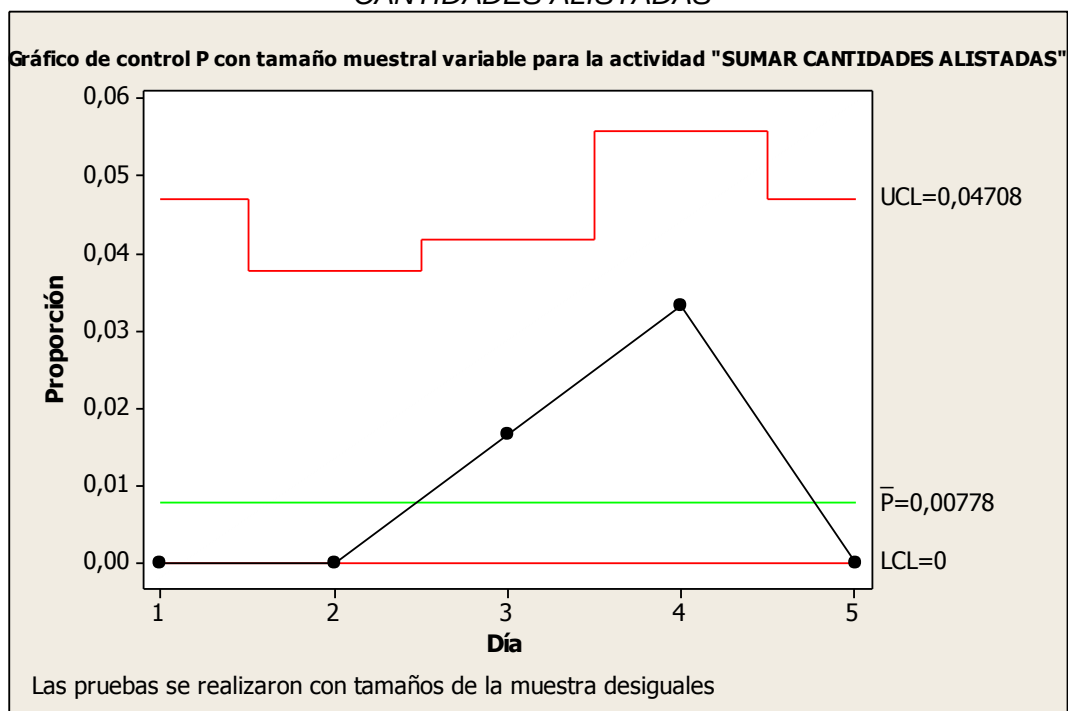
- **SUMAR CANTIDADES ALISTADAS**

Tabla 78. Datos para la actividad Sumar Cantidades Alistadas

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,047	0,008
DIA 2	0	77	0,000	0,038	
DIA 3	1	60	0,000	0,042	
DIA 4	1	30	0,000	0,056	
DIA 5	0	45	0,000	0,047	

Fuente 144. Elaboración propia.

Gráfico 63. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "SUMAR CANTIDADES ALISTADAS"



Fuente 145. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Sumar Cantidades Alistadas en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

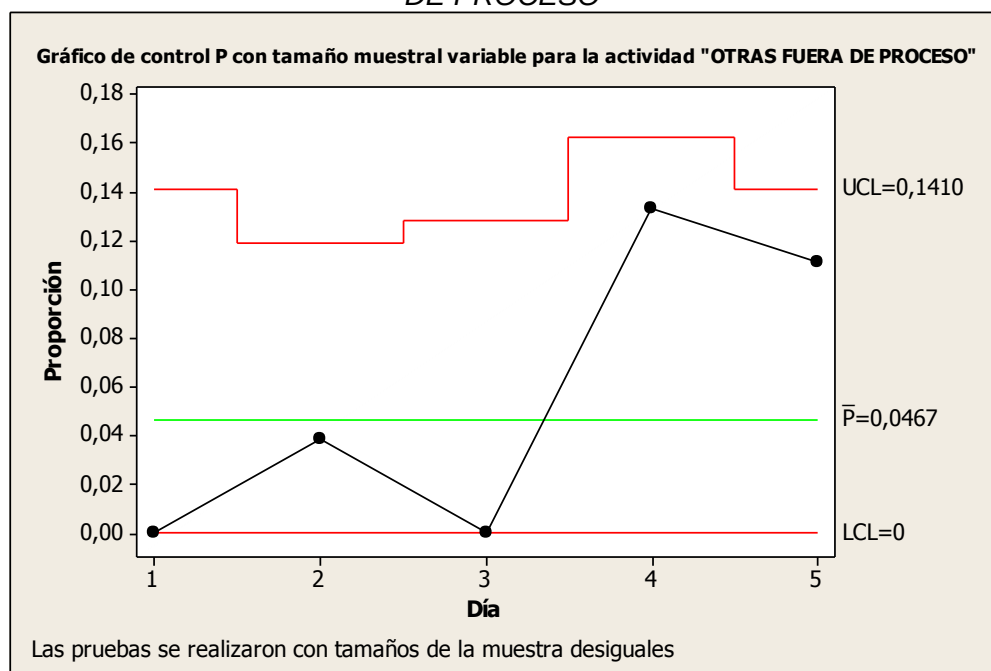
- OTRAS FUERA DE PROCESO

Tabla 79. Datos para la actividad Otras fuera de proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,141	0,0467
DIA 2	3	77	0,000	0,119	
DIA 3	0	60	0,000	0,128	
DIA 4	4	30	0,000	0,162	
DIA 5	5	45	0,000	0,141	

Fuente 146. Elaboración propia.

Gráfico 64. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS FUERA DE PROCESO"



Fuente 147. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Otras fuera de Proceso en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

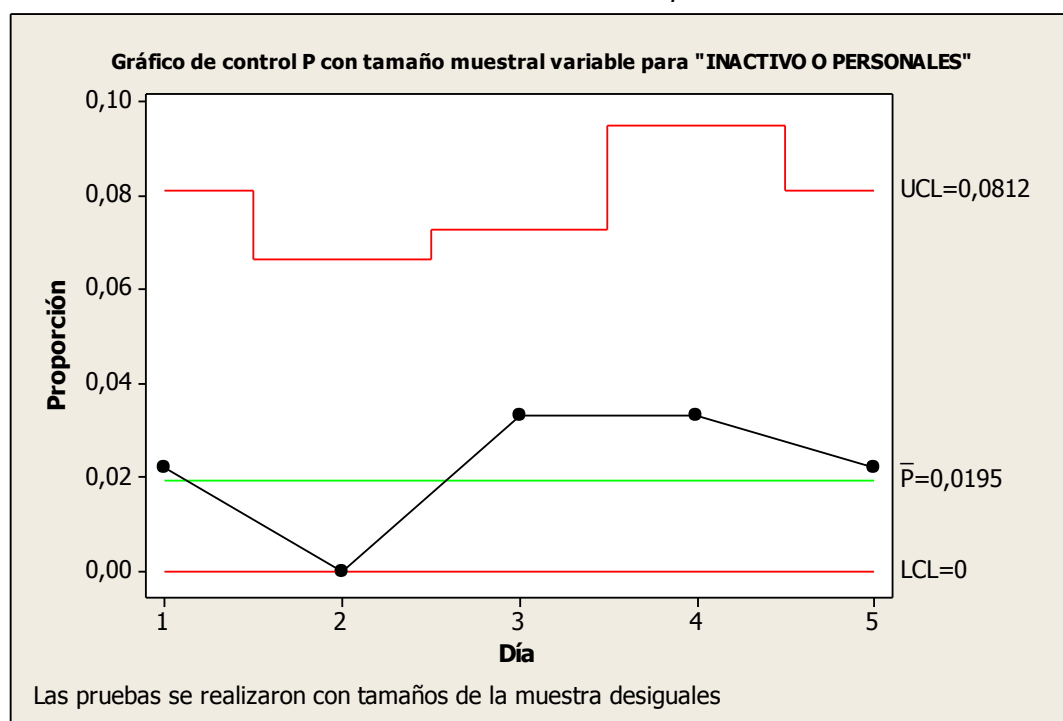
- PERSONALES O INACTIVO

Tabla 80. Datos para Inactivo o personales

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,081	0,01946
DIA 2	0	77	0,000	0,067	
DIA 3	2	60	0,000	0,073	
DIA 4	1	30	0,000	0,095	
DIA 5	1	45	0,000	0,081	

Fuente 148. Elaboración propia.

Gráfico 65. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para "INACTIVO O PERSONALES"



Fuente 149. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para inactivo o personales en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

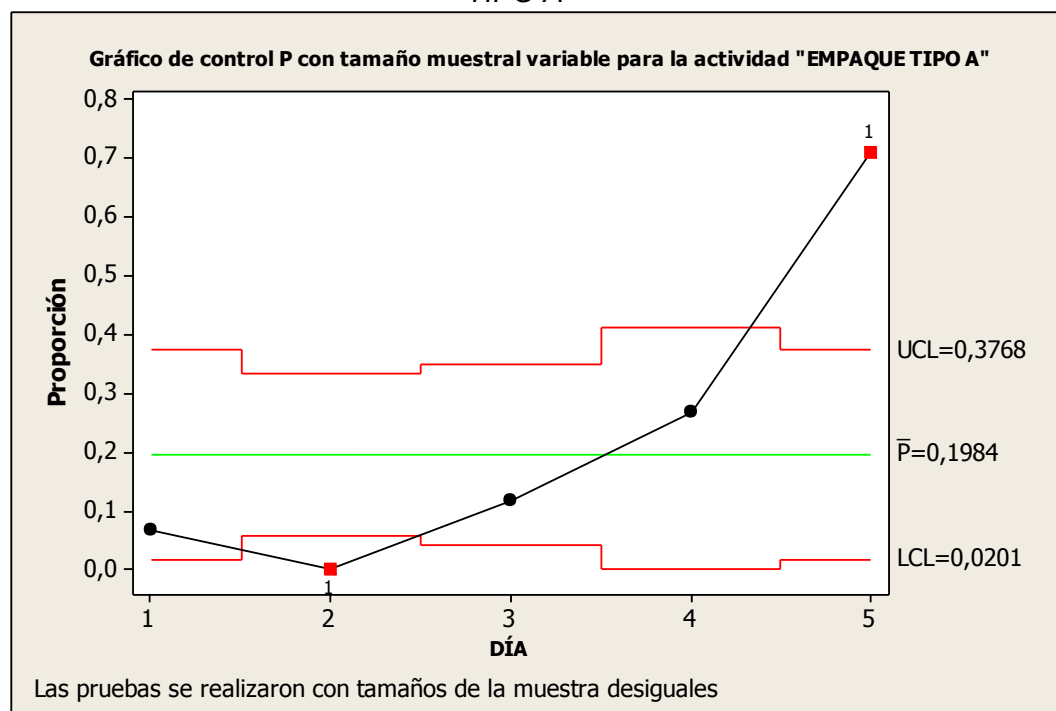
- EMPAQUE TIPO A

Tabla 81. Datos para la actividad Empaque tipo A

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	4	45	0,020	0,377	0,1984
DIA 2	0	77	0,062	0,335	
DIA 3	7	60	0,044	0,353	
DIA 4	8	30	0,000	0,417	
DIA 5	32	45	0,020	0,377	

Fuente 150. Elaboración propia.

Gráfico 66. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO A"



Fuente 151. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad empaque tipo A en el cargo de recolección, se encuentra fuera de control estadístico.

- **EMPAQUE TIPO B**

La actividad de empaque tipo B no presentó ninguna observación durante el estudio del trabajo en el cargo de recolección.

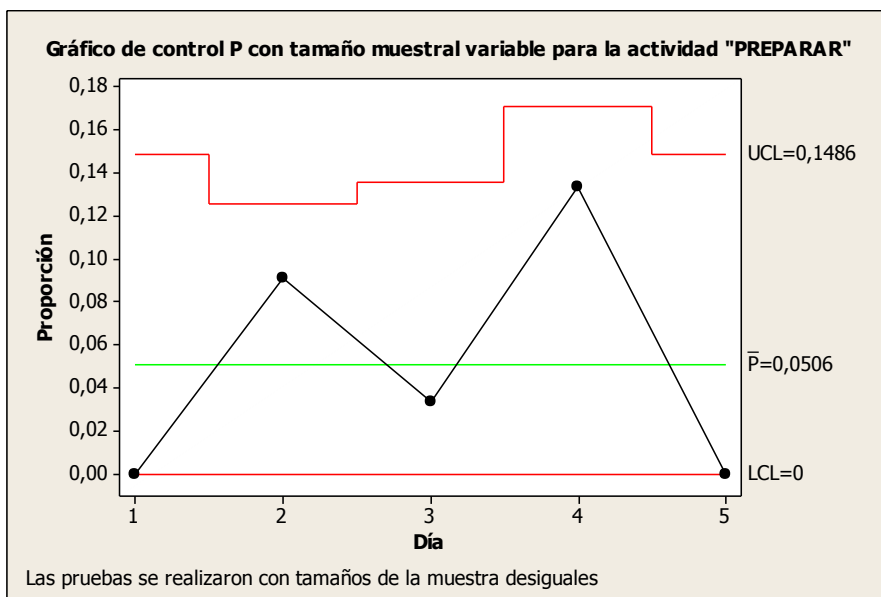
- **PREPARAR**

Tabla 82. Datos para la actividad preparar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,149	0,0506
DIA 2	7	77	0,000	0,126	
DIA 3	2	60	0,000	0,135	
DIA 4	4	30	0,000	0,171	
DIA 5	0	45	0,000	0,149	

Fuente 152. Elaboración propia.

Gráfico 67. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PREPARAR"



Fuente 153. Elaboración propia.

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad preparar en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

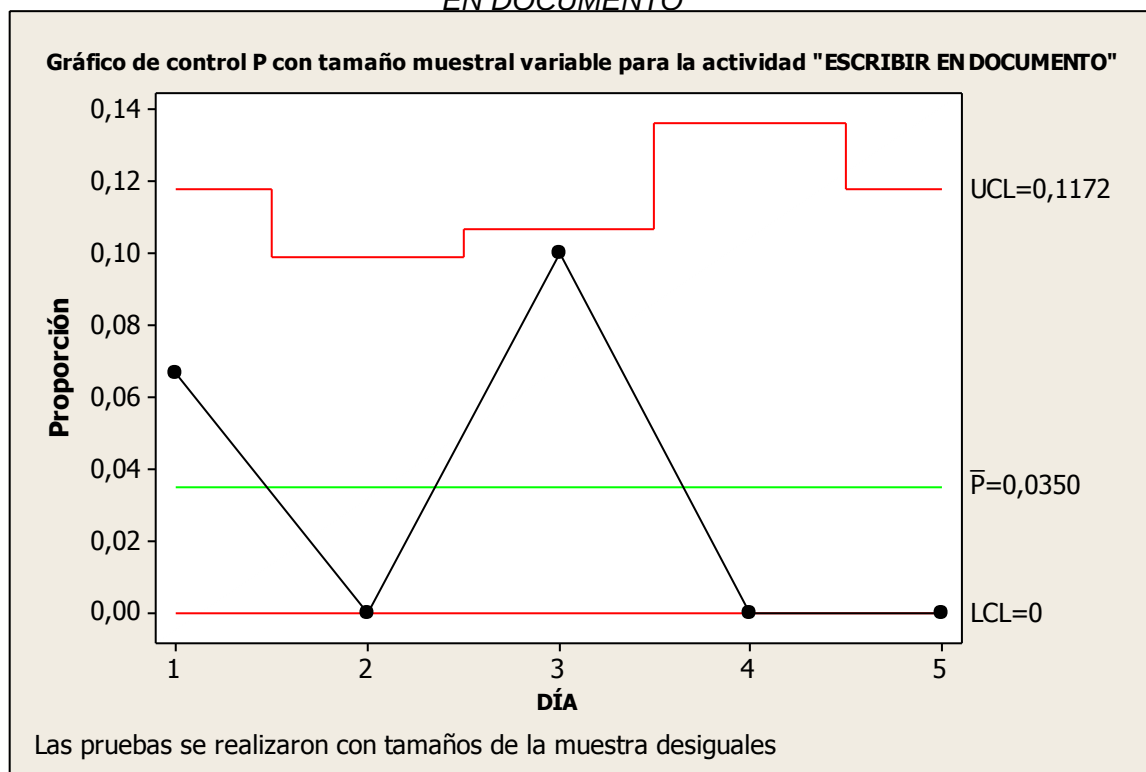
- ESCRIBIR DOCUMENTO

Tabla 83. Datos para la actividad Escribir en documento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	3	45	0	0,117	0,0350
DIA 2	0	77	0	0,098	
DIA 3	6	60	0	0,106	
DIA 4	0	30	0	0,136	
DIA 5	0	45	0	0,117	

Fuente 154. Elaboración propia

Gráfico 68. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR EN DOCUMENTO"



Fuente 155. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad escribir en documento en el cargo de recolección, se encuentra bajo control estadístico.

2. GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CARGO EMPAQUE

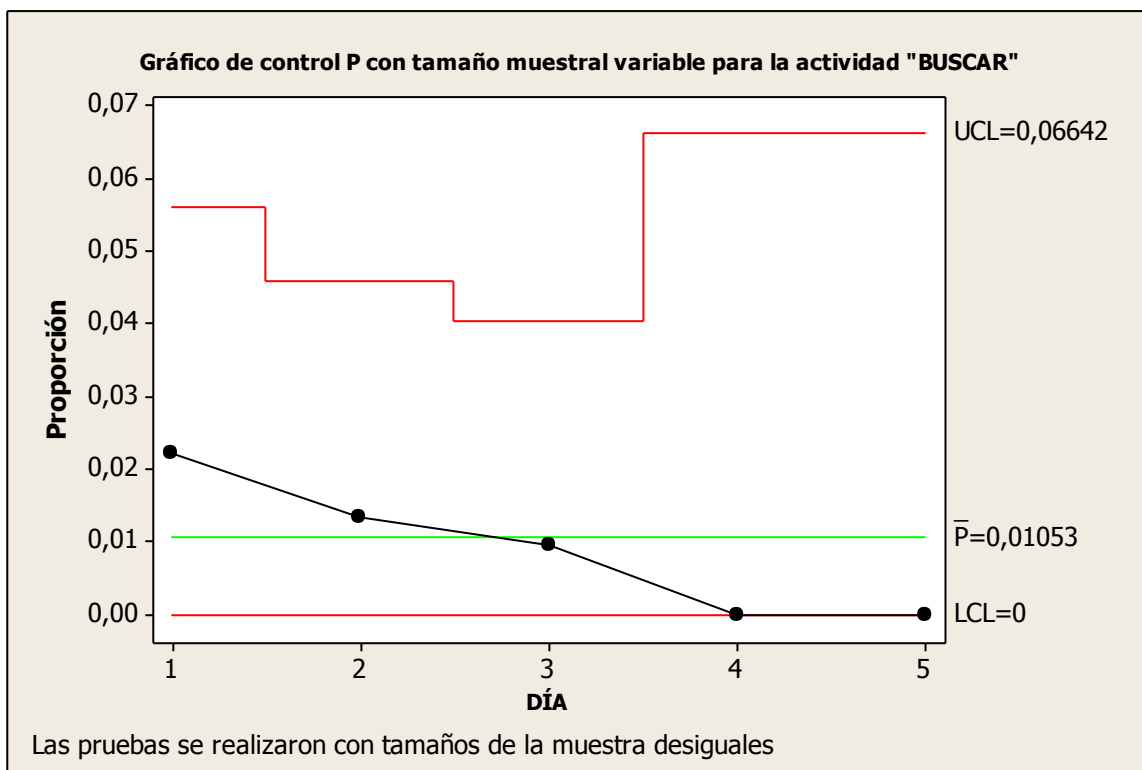
- BUSCAR

Tabla 84. Datos para la actividad buscar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,056	0,0105
DIA 2	1	75	0,000	0,046	
DIA 3	1	105	0,000	0,040	
DIA 4	0	30	0,000	0,066	
DIA 5	0	30	0,000	0,066	

Fuente 156. Elaboración propia.

Gráfico 69. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "BUSCAR"



Fuente 157. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad buscar en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

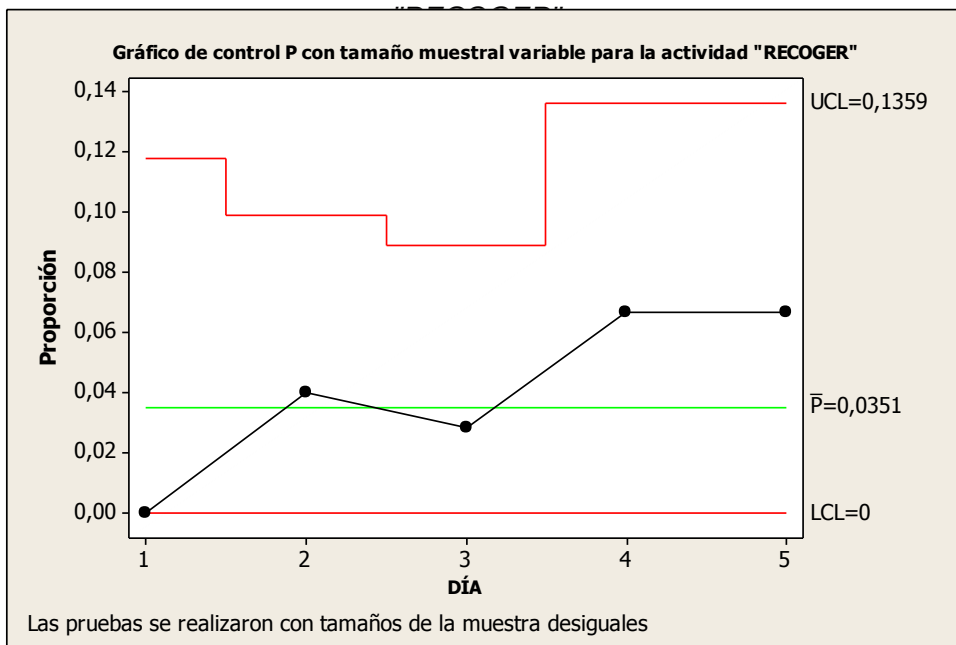
- RECOGER

Tabla 85. Datos para la actividad Recoger

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,117	0,0351
DIA 2	3	77	0,000	0,099	
DIA 3	3	105	0,000	0,089	
DIA 4	2	30	0,000	0,136	
DIA 5	2	30	0,000	0,136	

Fuente 158. Elaboración propia.

Gráfico 70. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad



Fuente 159. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad recoger en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

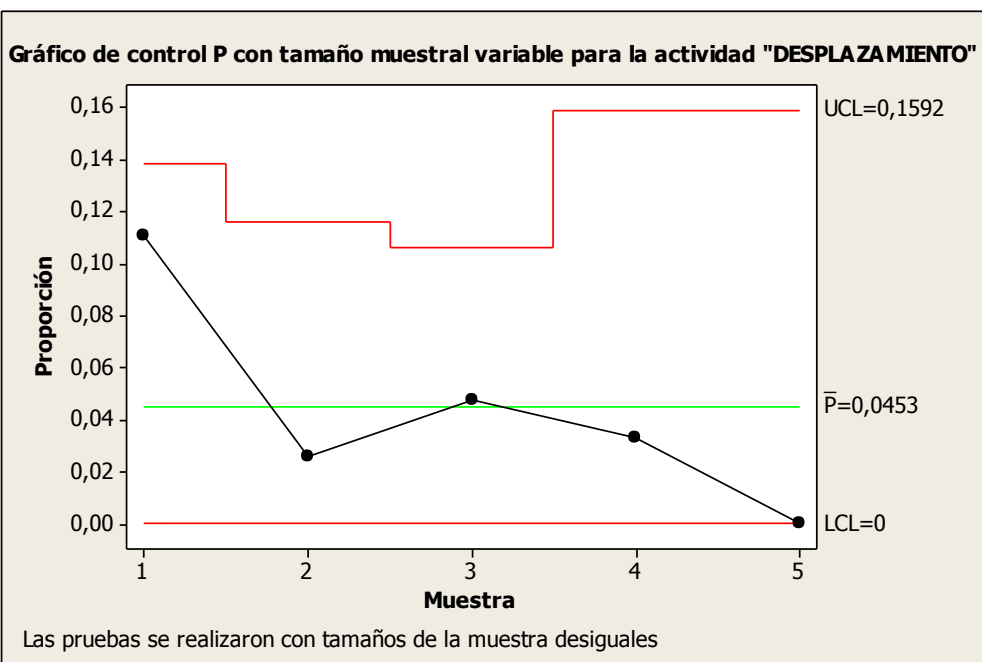
- DESPLAZAMIENTO

Tabla 86. Datos para la actividad Desplazamiento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	5	45	0,000	0,138	0,0453
DIA 2	2	77	0,000	0,116	
DIA 3	5	105	0,000	0,106	
DIA 4	1	30	0,000	0,159	
DIA 5	0	30	0,000	0,159	

Fuente 160. Elaboración propia.

Gráfico 719. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad
"DESPLAZAMIENTO"



Fuente 161. Elaboración propia.

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad desplazamiento en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

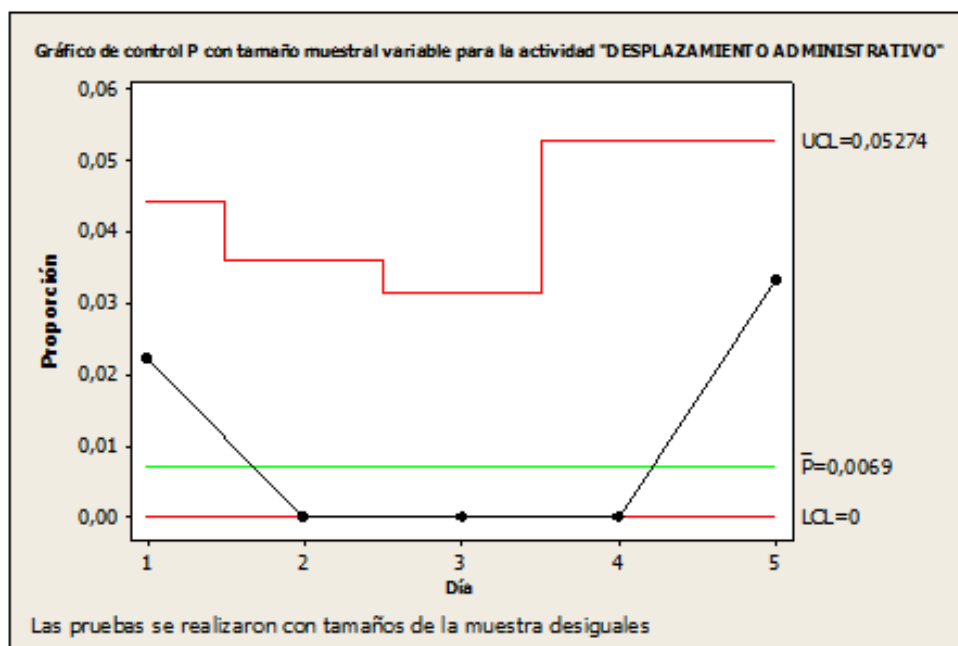
- DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

Tabla 87. Datos para la actividad Desplazamiento Administrativo

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,044	0,007
DIA 2	0	77	0,000	0,035	
DIA 3	0	105	0,000	0,031	
DIA 4	0	30	0,000	0,053	
DIA 5	1	30	0,000	0,053	

Fuente 162. Elaboración propia

Gráfico 72. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO"



Fuente 163. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad desplazamiento administrativo en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

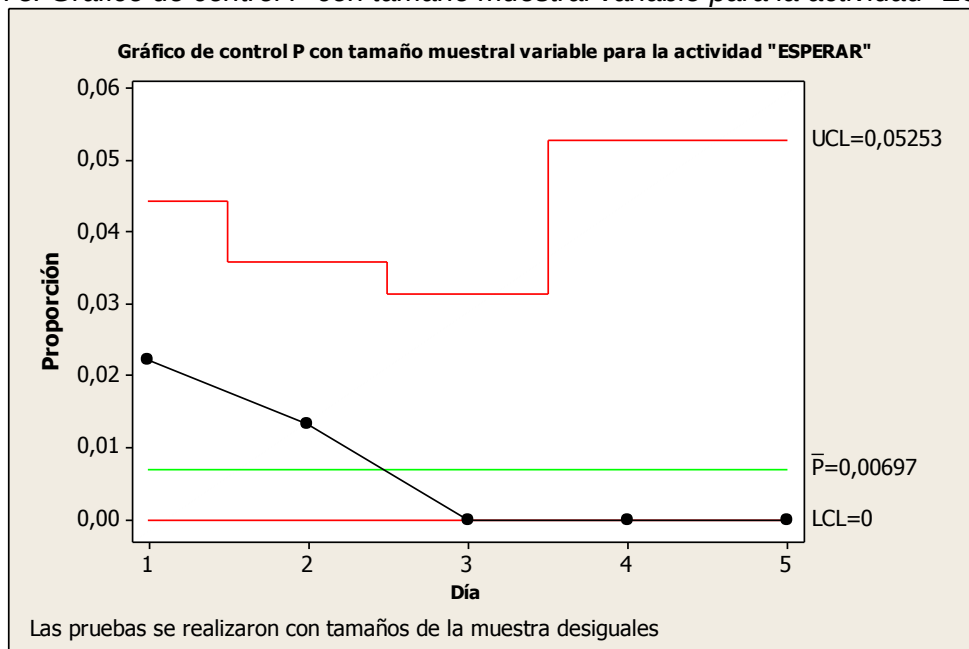
- ESPERAR

Tabla 88. Datos para la actividad Esperar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,044	0,007
DIA 2	1	77	0,000	0,036	
DIA 3	0	105	0,000	0,031	
DIA 4	0	30	0,000	0,053	
DIA 5	0	30	0,000	0,053	

Fuente 164. Elaboración propia.

Gráfico 73. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESPERAR"



Fuente 165. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad esperar en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

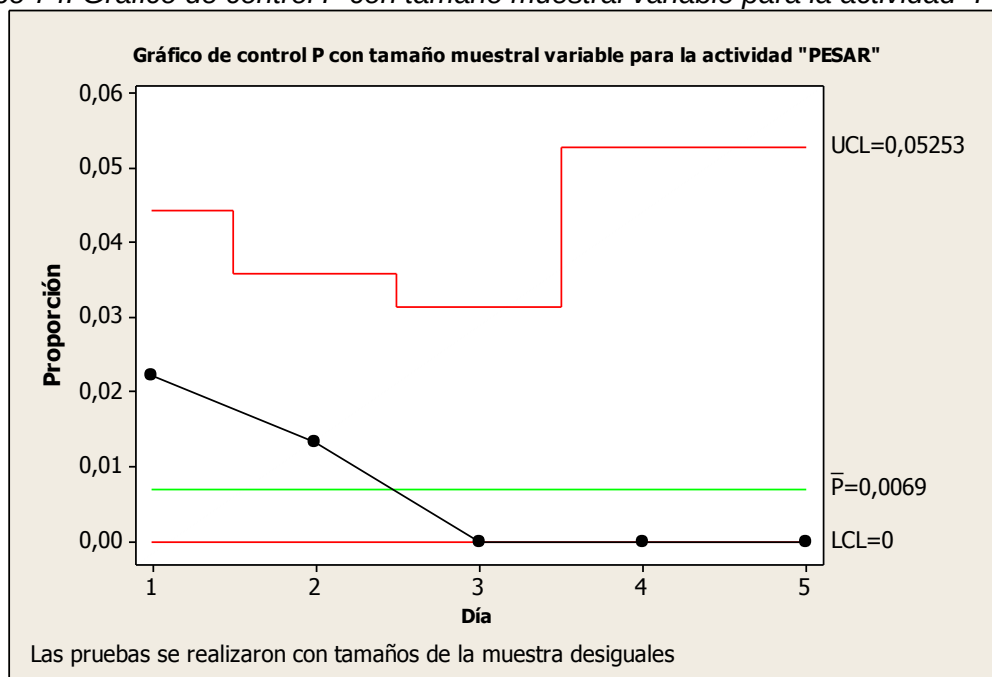
- PESAR

Tabla 89. Datos para la actividad Pesar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,044	0,007
DIA 2	1	77	0,000	0,035	
DIA 3	0	105	0,000	0,031	
DIA 4	0	30	0,000	0,053	
DIA 5	0	30	0,000	0,053	

Fuente 166. Elaboración propia.

Gráfico 74. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PESAR"



Fuente 167. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad pesar en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

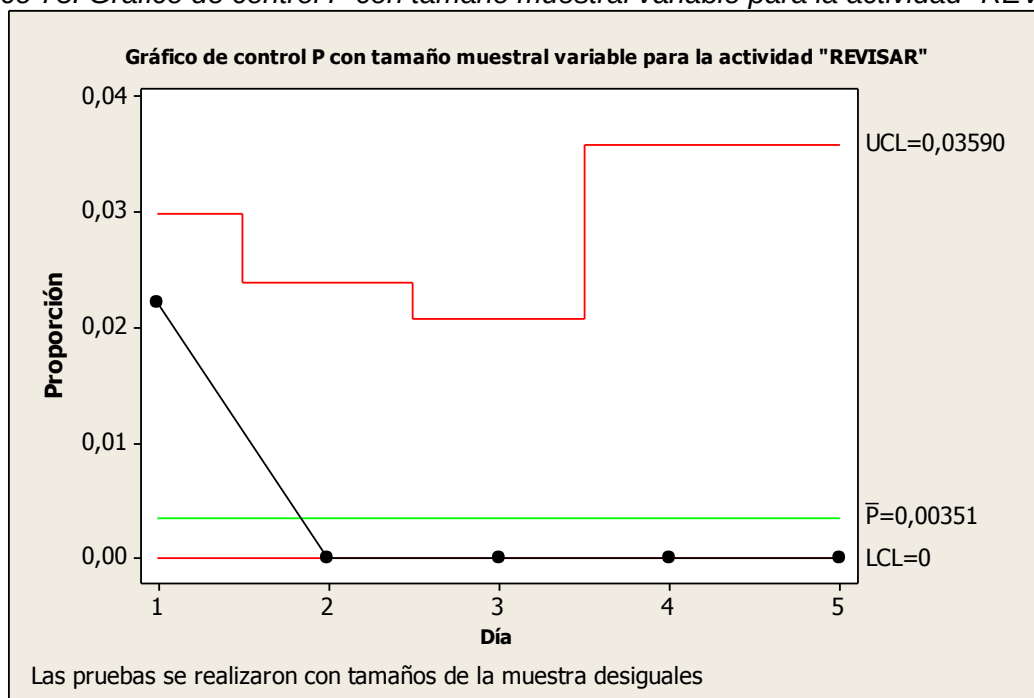
- REVISAR

Tabla 90. Datos para la actividad Revisar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,030	0,004
DIA 2	0	77	0,000	0,024	
DIA 3	0	105	0,000	0,021	
DIA 4	0	30	0,000	0,036	
DIA 5	0	30	0,000	0,036	

Fuente 168. Elaboración propia.

Gráfico 75. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "REVISAR"



Fuente 169. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad revisar en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

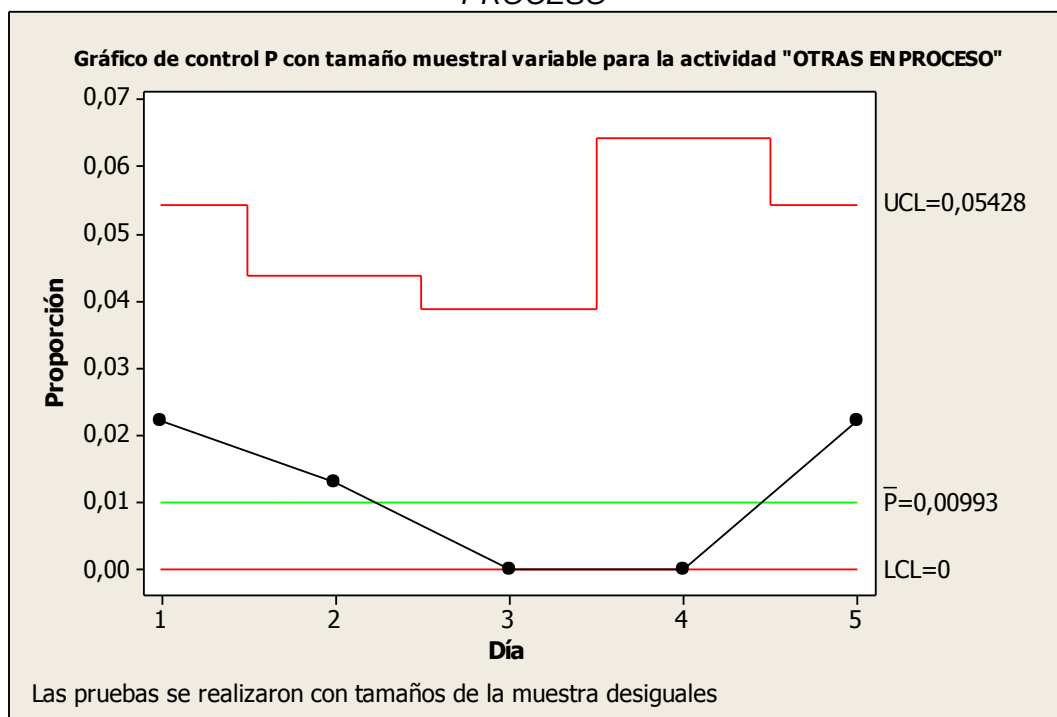
- OTRAS EN PROCESO

Tabla 91. Datos para la actividad Otras en Proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	1	45	0,000	0,054	0,010
DIA 2	1	77	0,000	0,044	
DIA 3	0	105	0,000	0,039	
DIA 4	0	30	0,000	0,064	
DIA 5	1	45	0,000	0,054	

Fuente 170. Elaboración propia.

Gráfico 76. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO"



Fuente 171. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Otras en Proceso en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

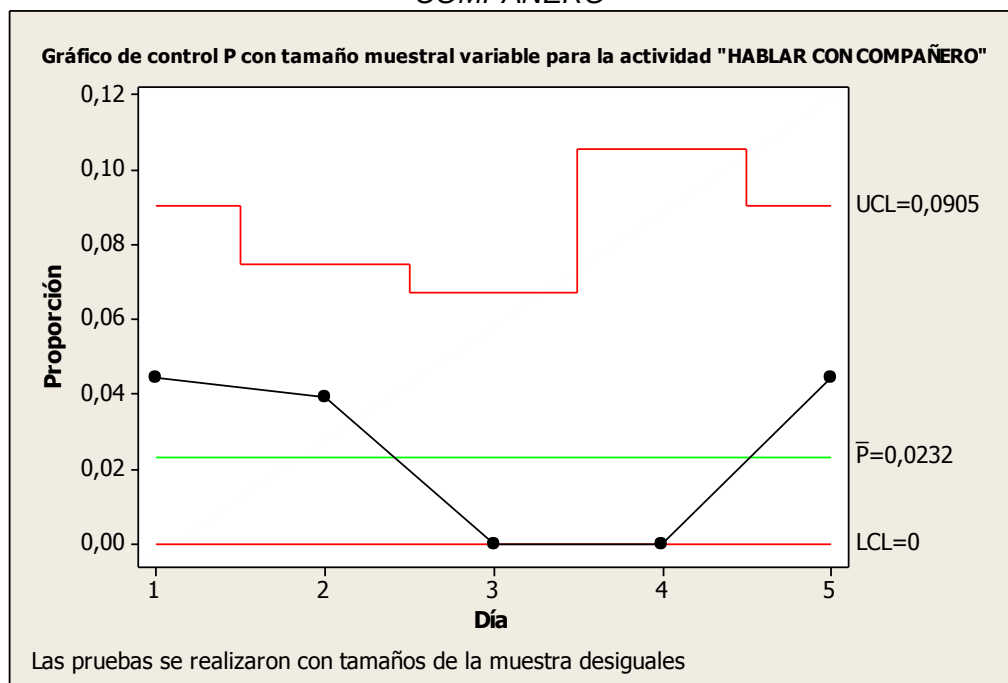
- HABLAR CON COMPAÑERO

Tabla 92. Datos para la actividad Hablar con Compañero

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	2	45	0,000	0,090	0,023
DIA 2	3	77	0,000	0,075	
DIA 3	0	105	0,000	0,067	
DIA 4	0	30	0,000	0,106	
DIA 5	2	45	0,000	0,090	

Fuente 172. Elaboración propia.

Gráfico 77. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "HABLAR CON COMPAÑERO"



Fuente 173. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Hablar con Compañero en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

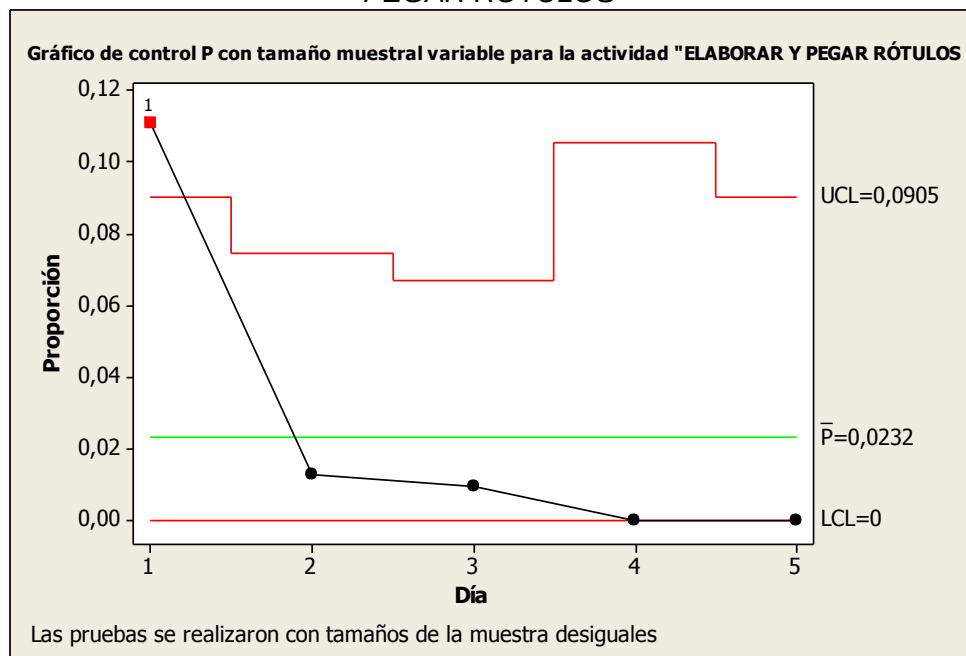
- ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS

Tabla 93. Datos para la actividad Elaborar y Pegar Rótulos

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	5	45	0,000	0,090	0,023
DIA 2	1	77	0,000	0,075	
DIA 3	1	105	0,000	0,067	
DIA 4	0	30	0,000	0,106	
DIA 5	0	45	0,000	0,090	

Fuente 174. Elaboración propia.

Gráfico 78. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ELABORAR Y PEGAR RÓTULOS"



Fuente 175. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Elaborar y Pegar Rótulos en el cargo de empaque, se encuentra fuera de control estadístico.

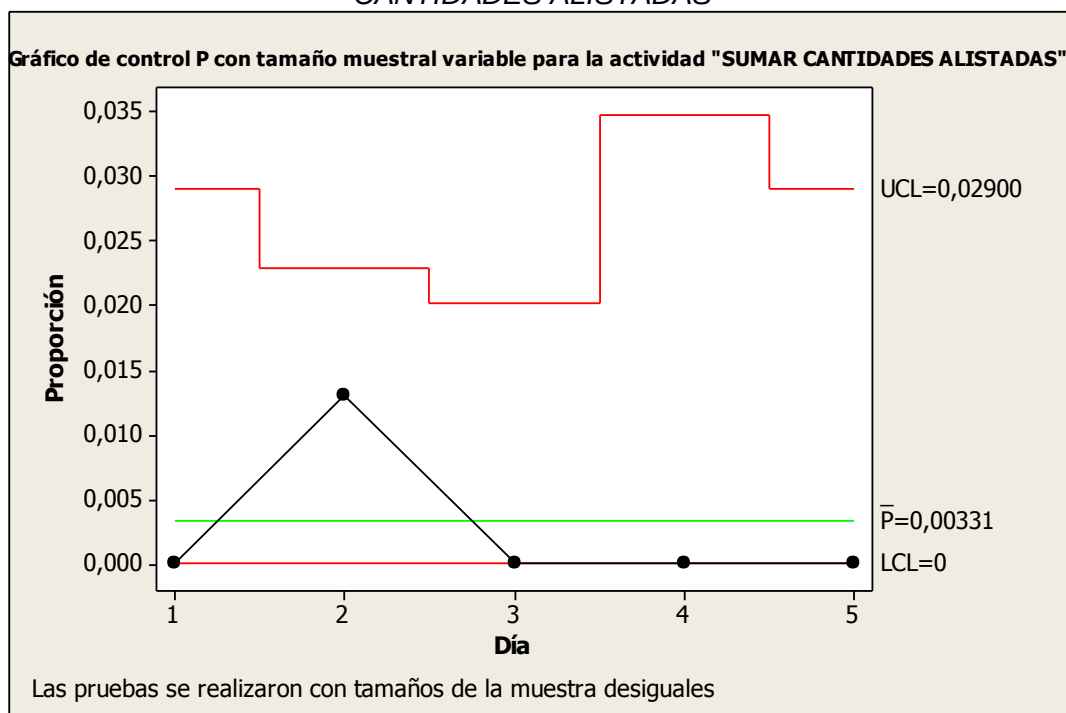
- SUMAR CANTIDADES ALISTADAS

Tabla 94. Datos para la actividad Sumar Cantidades Alistadas

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,029	0,003
DIA 2	1	77	0,000	0,023	
DIA 3	0	105	0,000	0,020	
DIA 4	0	30	0,000	0,035	
DIA 5	0	45	0,000	0,029	

Fuente 176. Elaboración propia.

Gráfico 79. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "SUMAR CANTIDADES ALISTADAS"



Fuente 177. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Sumar Cantidades Alistadas en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

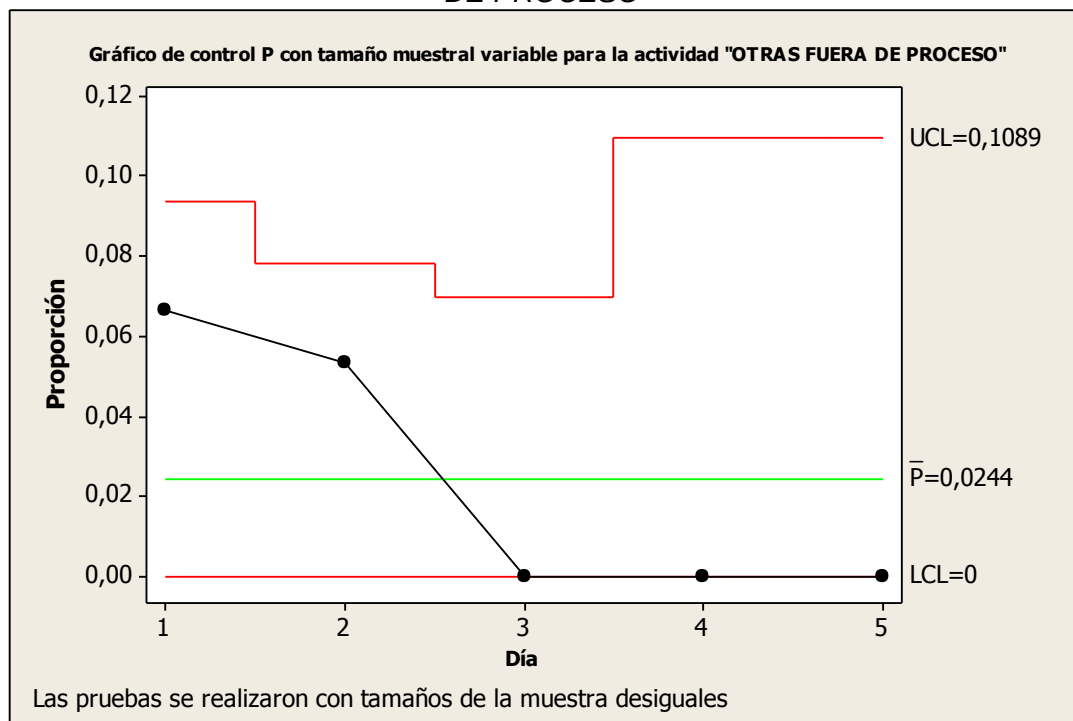
- OTRAS FUERA DE PROCESO

Tabla 95. Datos para la actividad Otras Fuera de Proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	3	45	0,000	0,093	0,024
DIA 2	4	77	0,000	0,077	
DIA 3	0	105	0,000	0,069	
DIA 4	0	30	0,000	0,109	
DIA 5	0	30	0,000	0,109	

Fuente 178. Elaboración propia.

Gráfico 80. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS FUERA DE PROCESO"



Fuente 179. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad otras fuera de proceso en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

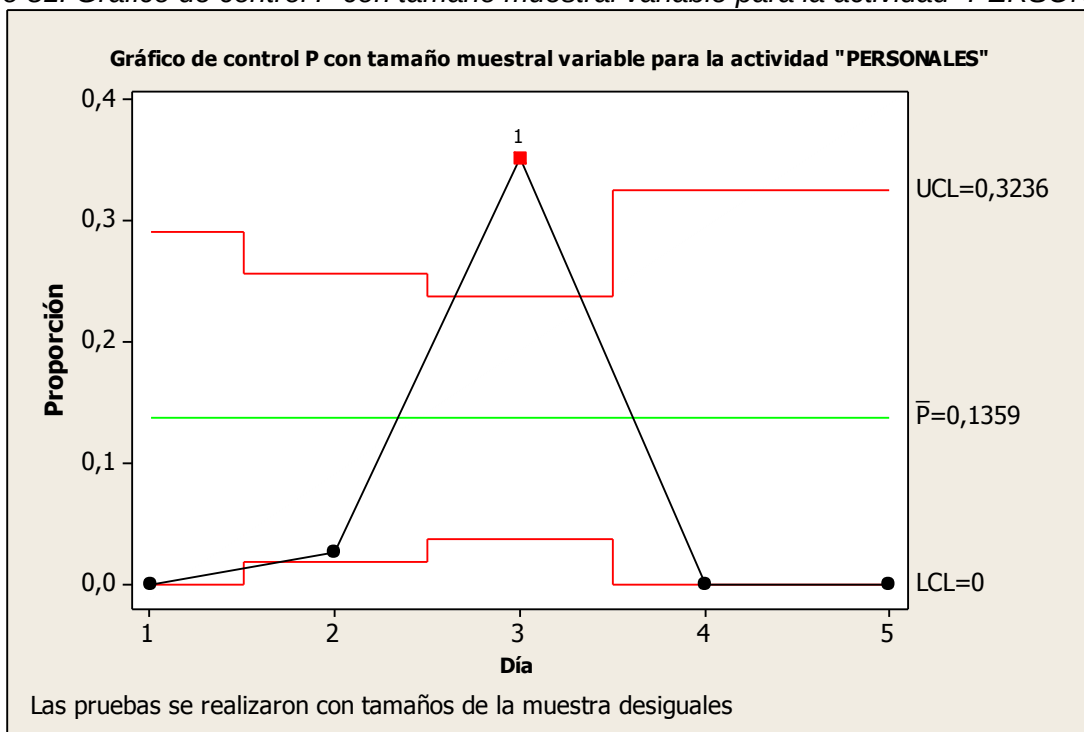
- PERSONALES

Tabla 96. Datos para la actividad Personales

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	0	45	0,000	0,290	0,136
DIA 2	2	77	0,019	0,253	
DIA 3	37	105	0,036	0,236	
DIA 4	0	30	0,000	0,324	
DIA 5	0	30	0,000	0,324	

Fuente 180. Elaboración propia

Gráfico 81. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PERSONALES"



Fuente 181. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para *Personales* en el cargo de empaque, se encuentra fuera de control estadístico.

Personales o inactivo, del grupo de tareas personales se salió de control el día 3, que corresponde al día 31 de Mayo del 2012 fecha en la que se realizó el comité mensual de logística, por tanto los empleados no se encontraban laborando.

Veintiséis (26) observaciones coincidieron con el comité de logística, ocho (8) coincidieron en el receso que se les da diariamente a los auxiliares y las tres (3) restantes correspondieron a necesidades personales tales como ir al baño, tomar agua.

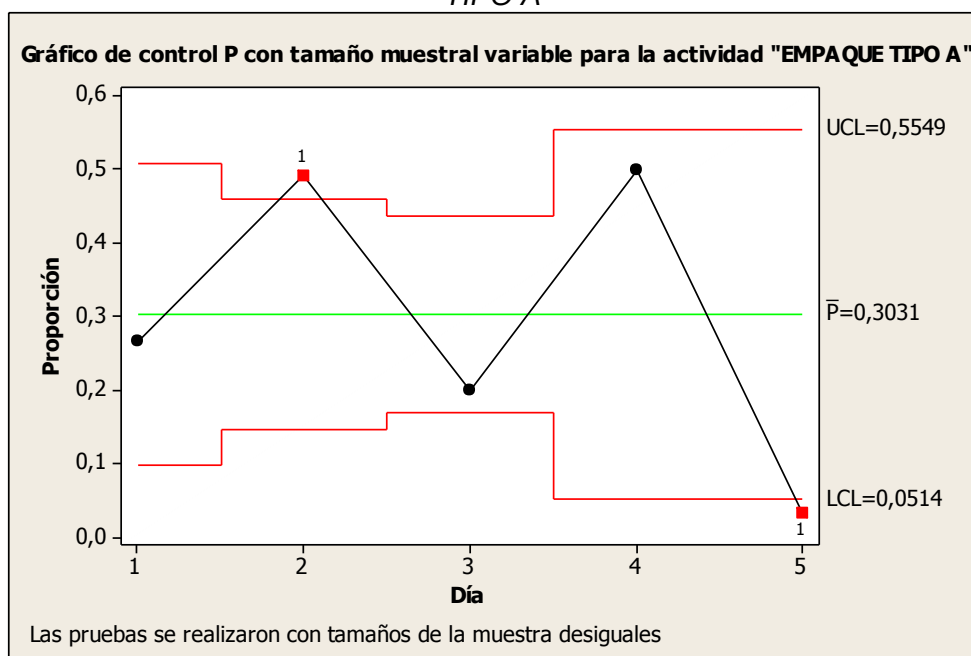
- EMPAQUE TIPO A

Gráfico 82. Datos para la actividad Empaque Tipo A

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	12	45	0,098	0,509	0,303
DIA 2	38	77	0,146	0,460	
DIA 3	21	105	0,169	0,438	
DIA 4	15	30	0,051	0,555	
DIA 5	1	30	0,051	0,555	

Fuente 182. Elaboración propia

Gráfico 83. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO A"



Fuente 183. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Empaque tipo A en el cargo de empaque, se encuentra fuera de control estadístico.

- EMPAQUE TIPO B

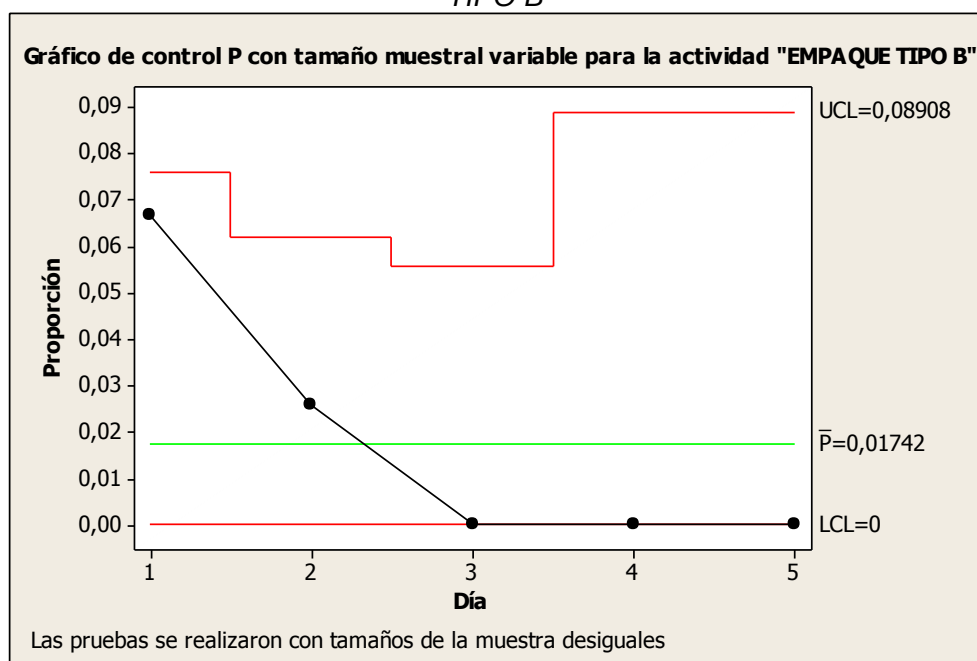
Tabla 97. Datos para la actividad Empaque Tipo B

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
--	---------------	---------------	-------	-------	-------

DIA 1	3	45	0,000	0,076	0,017
DIA 2	2	77	0,000	0,062	
DIA 3	0	105	0,000	0,056	
DIA 4	0	30	0,000	0,089	
DIA 5	0	30	0,000	0,089	

Fuente 184. Elaboración propia

Gráfico 84. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO B"



Fuente 185. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Empaque tipo B en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

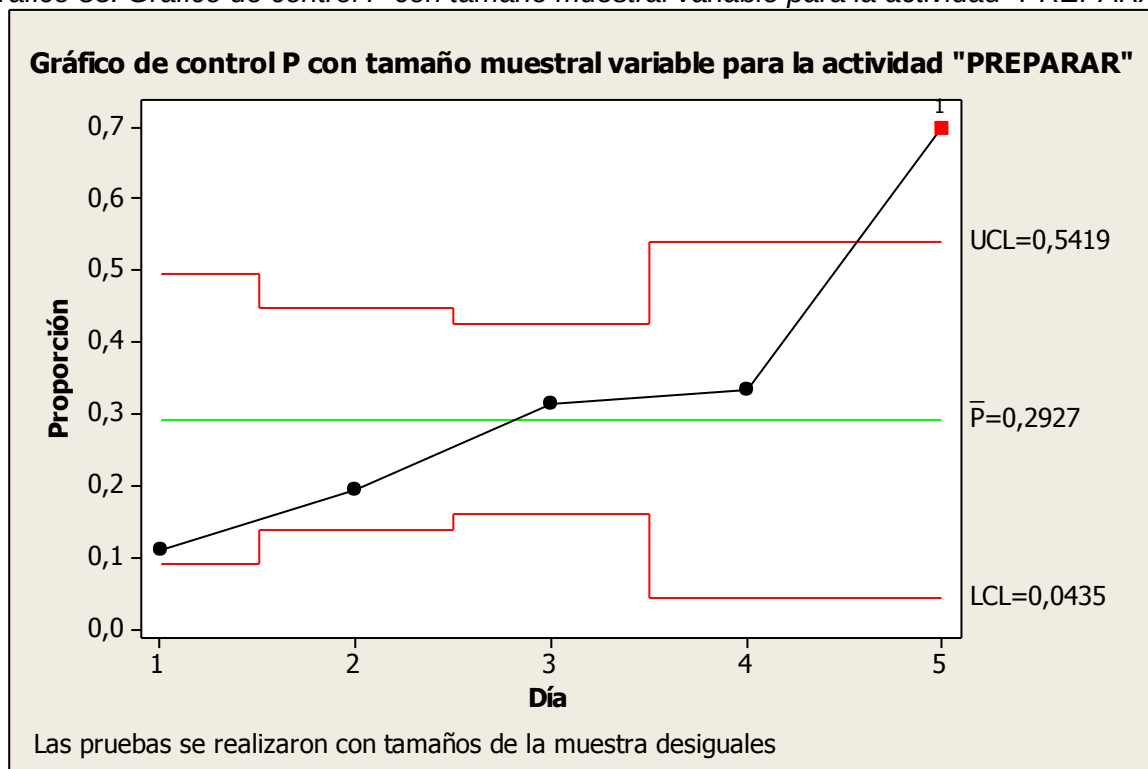
- PREPARAR

Tabla 98. Datos para la actividad Preparar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	5	45	0,089	0,496	0,293
DIA 2	15	77	0,137	0,448	
DIA 3	33	105	0,159	0,426	
DIA 4	10	30	0,043	0,542	
DIA 5	21	30	0,043	0,542	

Fuente 186. Elaboración propia

Gráfico 85. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PREPARAR"



Fuente 187. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Preparar en el cargo de empaque, se encuentra fuera de control estadístico.

- ESCRIBIR DOCUMENTO

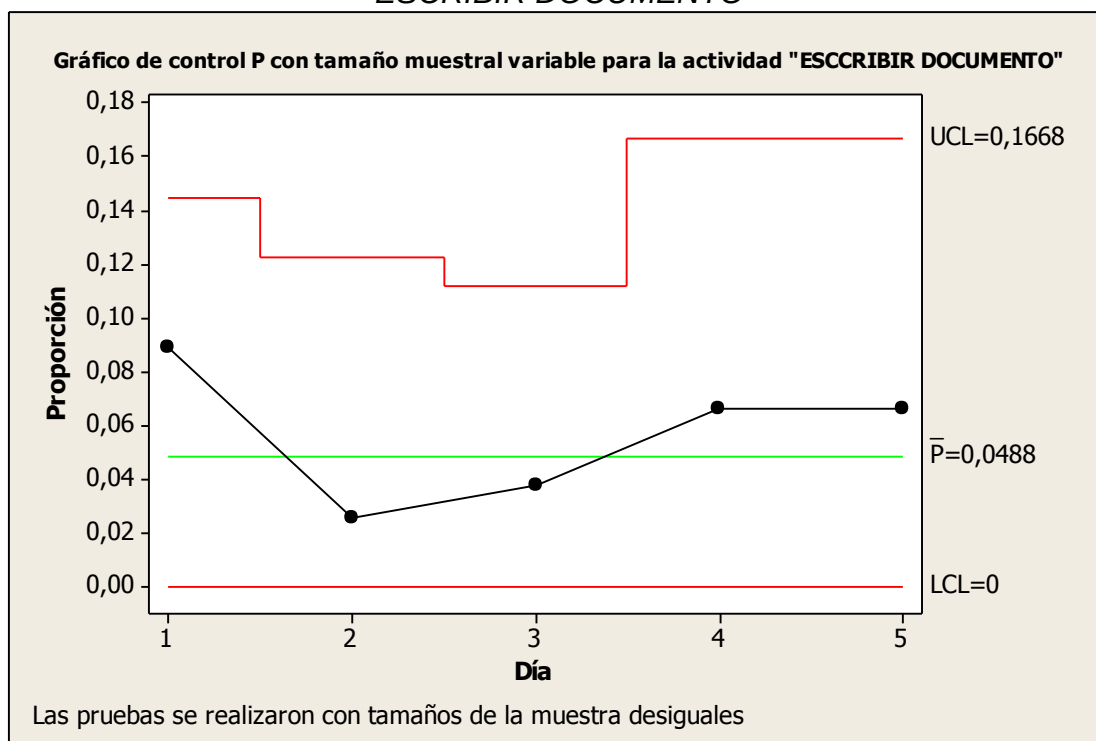
Tabla 99. Datos para la actividad Escribir Documento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 1	4	45	0,000	0,145	0,049
DIA 2	2	77	0,000	0,122	
DIA 3	4	105	0,000	0,112	
DIA 4	2	30	0,000	0,167	

DIA 5	2	30	0,000	0,167	
--------------	---	----	-------	-------	--

Fuente 188. Elaboración propia

Gráfico 86. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR DOCUMENTO"



Fuente 189. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Escribir documento en el cargo de empaque, se encuentra bajo control estadístico.

GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CARGO REVISIÓN

- BUSCAR

No se presentaron observaciones de esta actividad en el cargo de revisión.

- RECOGER

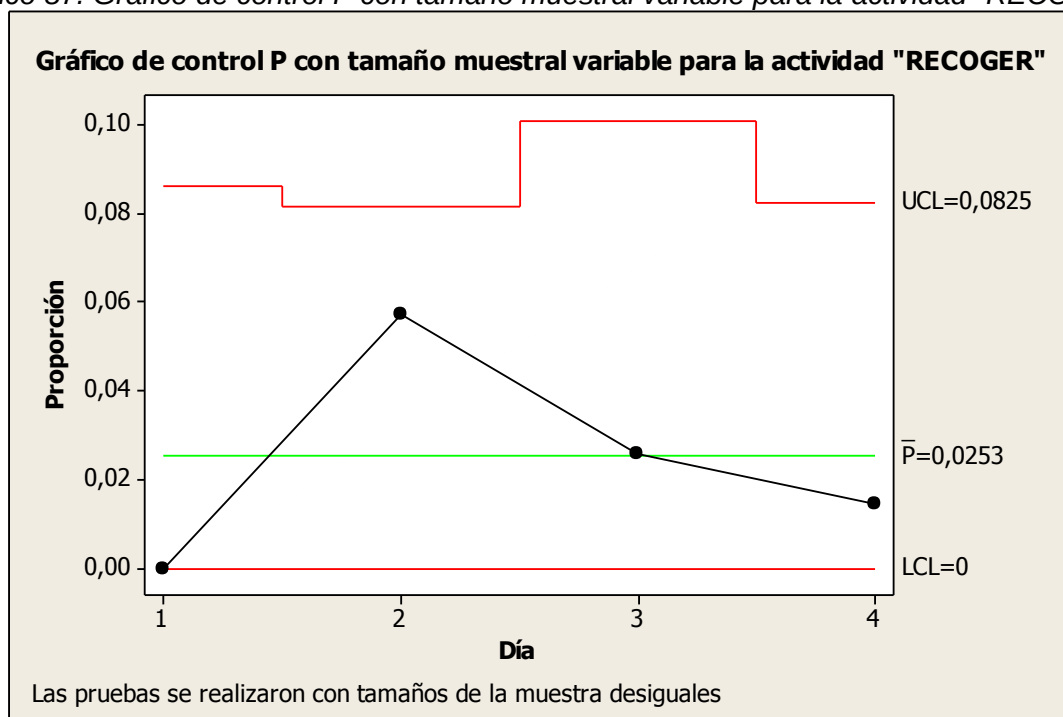
Tabla 100. Datos para la actividad Recoger

	OBSERVACIONES	TOTAL	LIC i	LSC i	Pprom
--	---------------	-------	-------	-------	-------

		MUESTRA			
DIA 2	0	60	0,000	0,086	0,025
DIA 3	4	70	0,000	0,082	
DIA 4	1	39	0,000	0,101	
DIA 5	1	68	0,000	0,082	

Fuente 190. Elaboración propia

Gráfico 87. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "RECOGER"



Fuente 191. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Recoger en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- DESPLAZAMIENTO

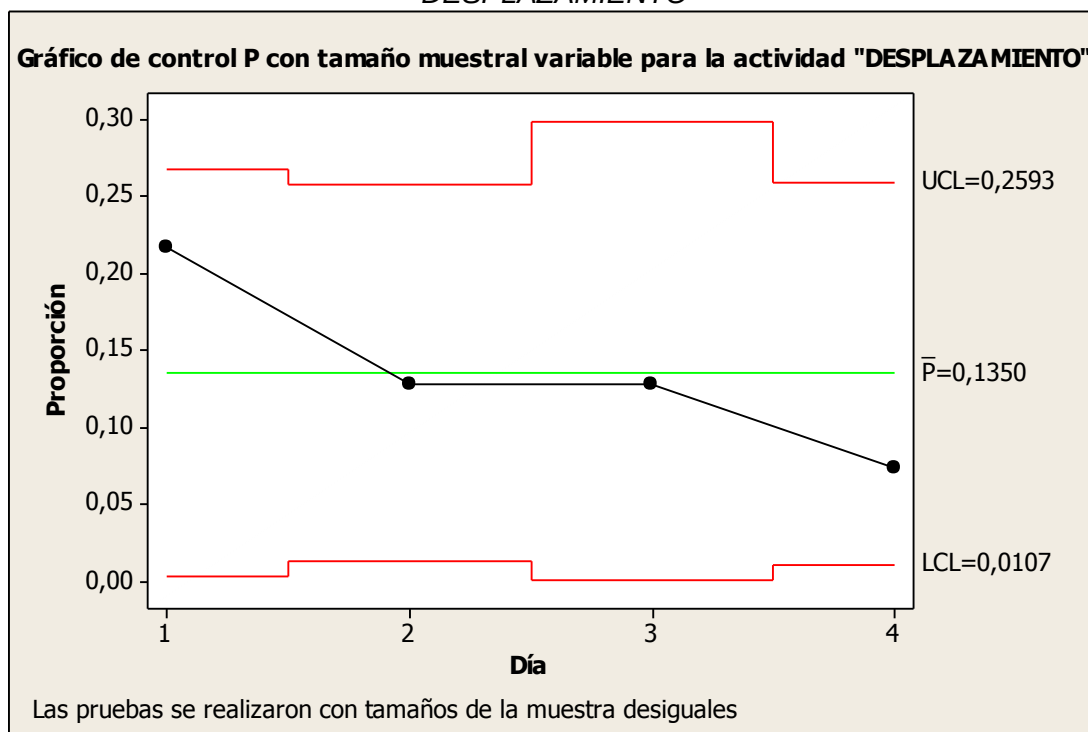
Tabla 101. Datos para la actividad Desplazamiento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 2	13	60	0,003	0,267	0,135
DIA 3	9	70	0,012	0,258	
DIA 4	5	39	0,000	0,299	

DIA 5	5	68	0,011	0,259	
-------	---	----	-------	-------	--

Fuente 192. Elaboración propia

Gráfico 88. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "DESPLAZAMIENTO"



Fuente 193. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Desplazamiento en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO

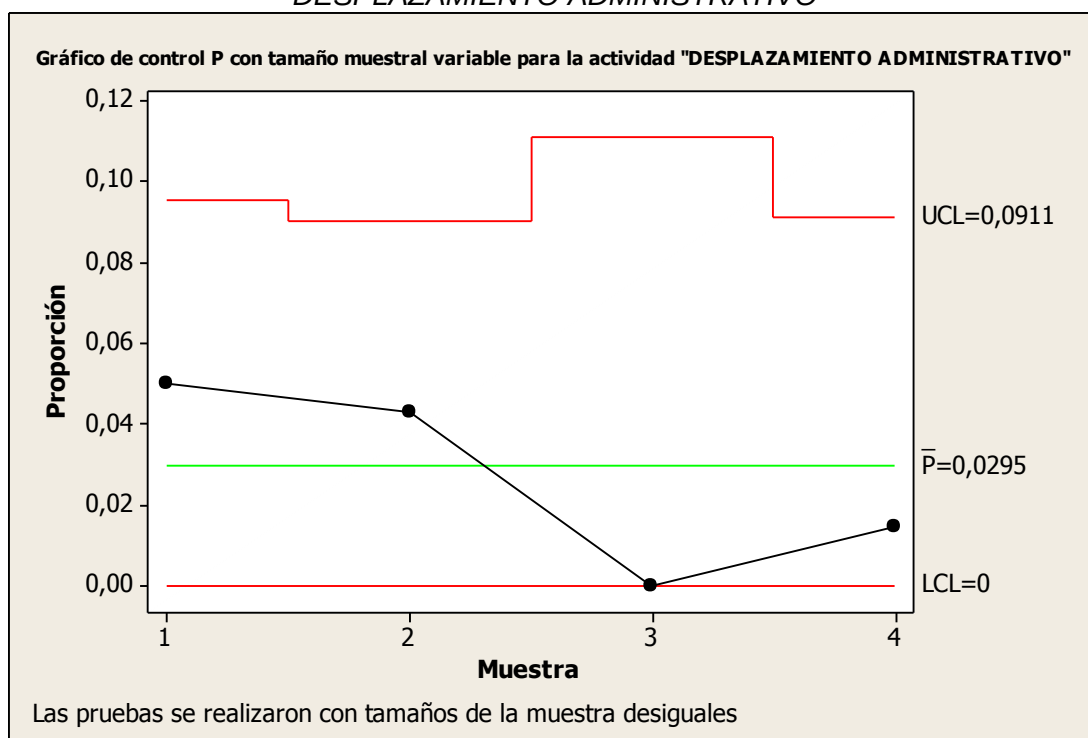
Tabla 102. Datos para la actividad Desplazamiento Administrativo

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
--	---------------	---------------	-------	-------	-------

DIA 2	3	60	0,000	0,095	0,030
DIA 3	3	70	0,000	0,090	
DIA 4	0	39	0,000	0,111	
DIA 5	1	68	0,000	0,091	

Fuente 194. Elaboración propia

Gráfico 89. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad
"DESPLAZAMIENTO ADMINISTRATIVO"



Fuente 195. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Desplazamiento Administrativo en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- ESPERAR

No se presentaron observaciones de esta actividad en el cargo de revisión.

- PESAR

No se presentaron observaciones de esta actividad en el cargo de revisión.

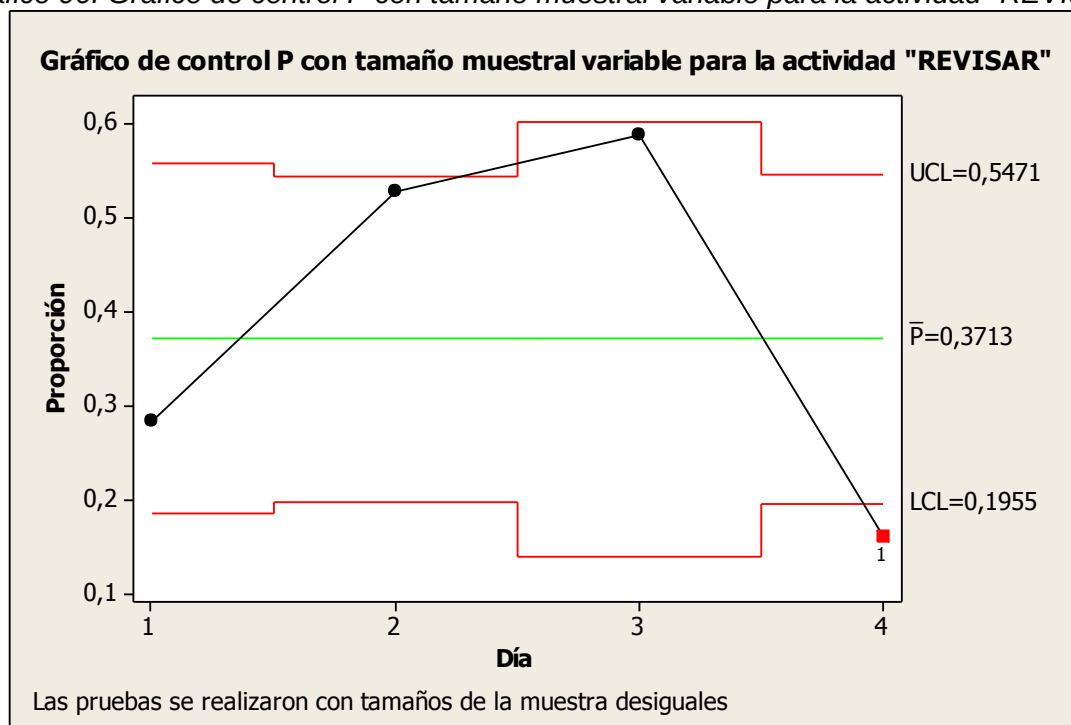
- REVISAR

Tabla 103. Datos para la actividad Revisar

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 2	17	60	0,184	0,558	0,371
DIA 3	37	70	0,198	0,545	
DIA 4	23	39	0,139	0,603	
DIA 5	11	68	0,196	0,547	

Fuente 196. Elaboración propia

Gráfico 90. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "REVISAR"



Fuente 197. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Revisar en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

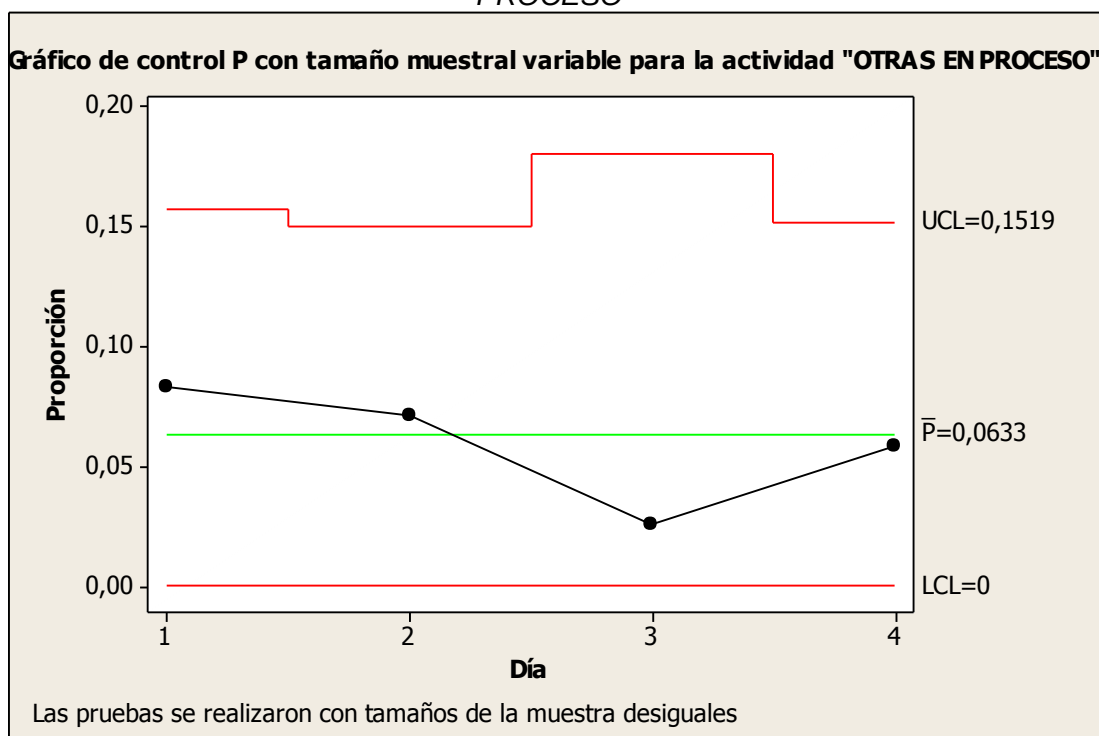
- OTRAS EN PROCESO

Tabla 104. Datos para la actividad Otras en Proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 2	5	60	0,000	0,158	0,063
DIA 3	5	70	0,000	0,151	
DIA 4	1	39	0,000	0,180	
DIA 5	4	68	0,000	0,152	

Fuente 198. Elaboración propia

Gráfico 91. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS EN PROCESO"



Fuente 199. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Otras en Proceso en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- OTRAS FUERA DE PROCESO

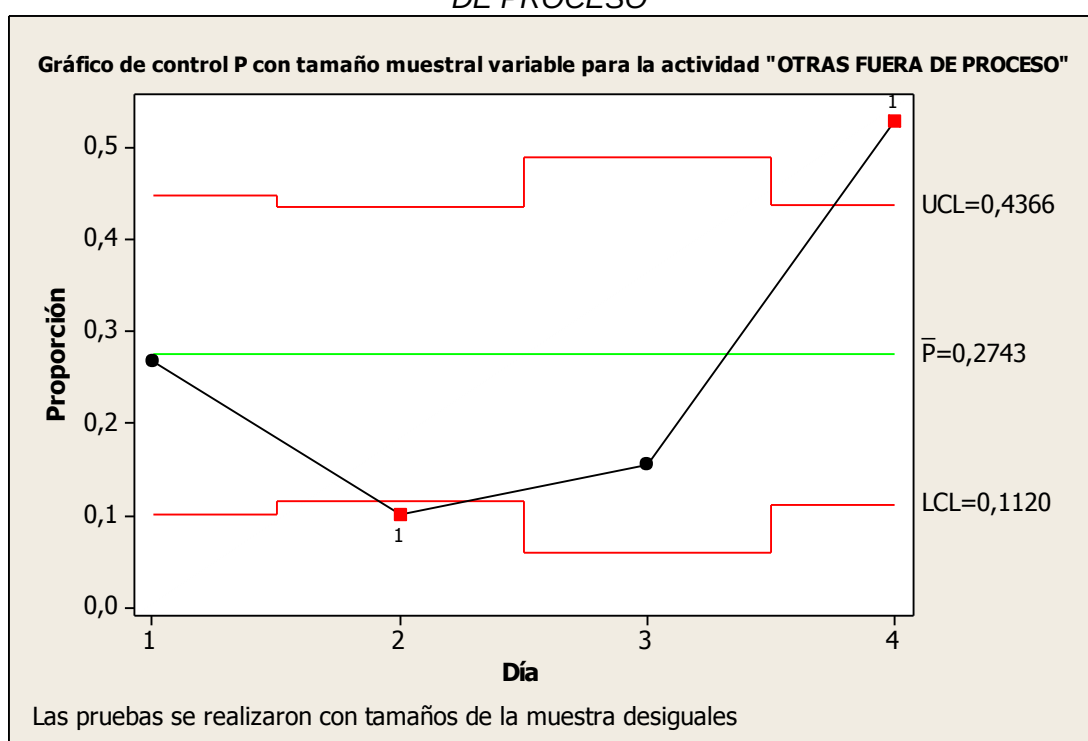
Tabla 105. Datos para la actividad Otras fuera de proceso

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
--	---------------	---------------	-------	-------	-------

DIA 2	16	60	0,101	0,447	0,274
DIA 3	7	70	0,114	0,434	
DIA 4	6	39	0,060	0,489	
DIA 5	36	68	0,112	0,437	

Fuente 200. Elaboración propia

Gráfico 92. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "OTRAS FUERA DE PROCESO"



Fuente 201. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Otras fuera de Proceso en el cargo de revisión, se encuentra fuera de control estadístico.

- PERSONALES

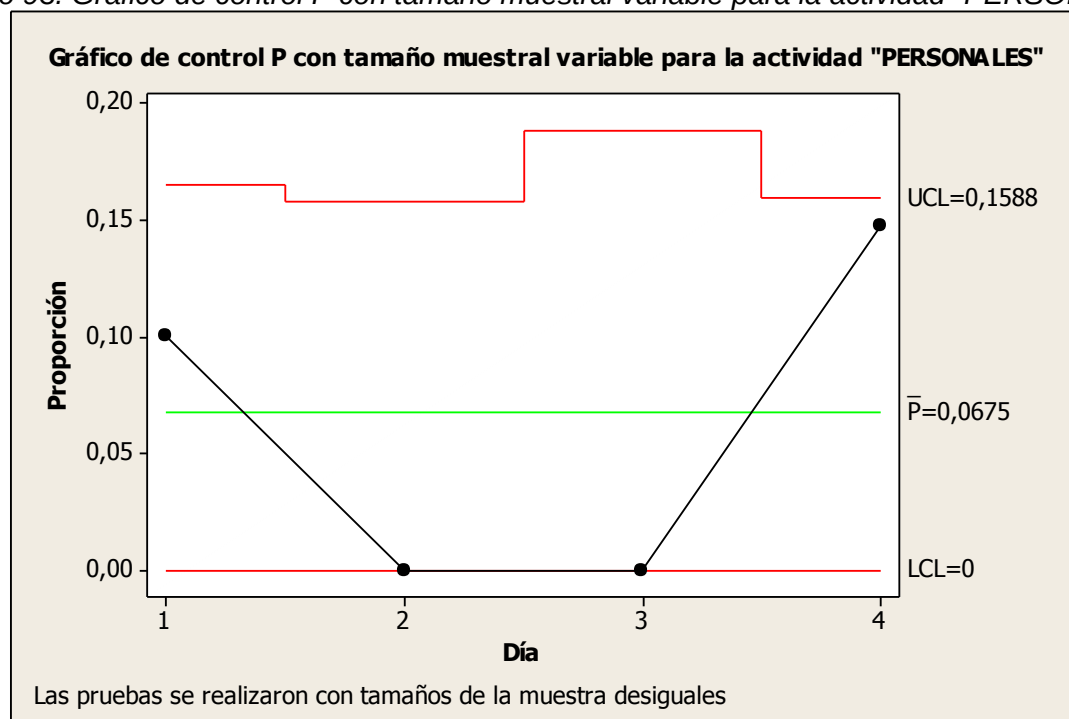
Tabla 106. Datos para la actividad Personales

	OBSERVACIONES	TOTAL	LIC i	LSC i	Pprom
--	---------------	-------	-------	-------	-------

		MUESTRA			
DIA 2	6	60	0,000	0,165	0,068
DIA 3	0	70	0,000	0,157	
DIA 4	0	39	0,000	0,188	
DIA 5	10	68	0,000	0,159	

Fuente 202. Elaboración propia

Gráfico 93. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "PERSONALES"



Fuente 203. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Personales en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- EMPAQUE TIPO A

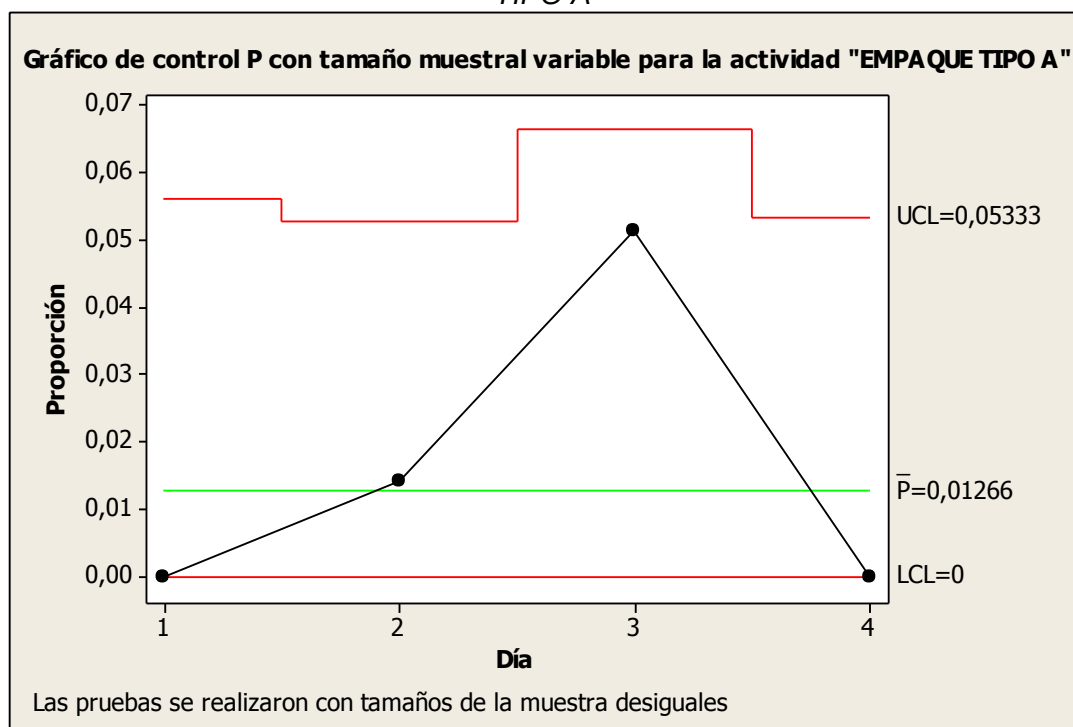
Tabla 107. Datos para la actividad Empaque Tipo A

	OBSERVACIONES	TOTAL	LIC i	LSC i	Pprom
--	---------------	-------	-------	-------	-------

		MUESTRA			
DIA 2	0	60	0,000	0,056	0,013
DIA 3	1	70	0,000	0,053	
DIA 4	2	39	0,000	0,066	
DIA 5	0	68	0,000	0,053	

Fuente 204. Elaboración propia

Gráfico 94. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "EMPAQUE TIPO A"



Fuente 205. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Empaque tipo A en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

- **EMPAQUE TIPO B**
No se presentaron observaciones de esta actividad en el cargo de revisión.
- **PREPARAR**

No se presentaron observaciones de esta actividad en el cargo de revisión.

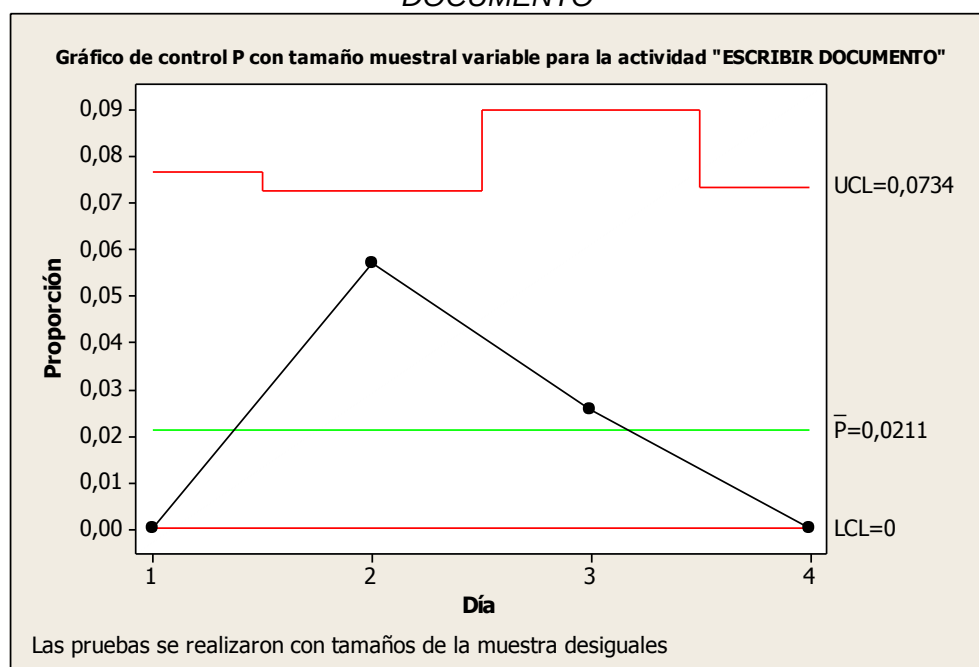
- **ESCRIBIR DOCUMENTO**

Tabla 108. Datos para la actividad Escribir Documento

	OBSERVACIONES	TOTAL MUESTRA	LIC i	LSC i	Pprom
DIA 2	0	60	0,000	0,077	0,021
DIA 3	4	70	0,000	0,073	
DIA 4	1	39	0,000	0,090	
DIA 5	0	68	0,000	0,073	

Fuente 206. Elaboración propia

Gráfico 95. Gráfico de control P con tamaño muestral variable para la actividad "ESCRIBIR DOCUMENTO"



Fuente 207. Elaboración propia

El gráfico de control P con tamaño de muestra variable para la actividad Escribir Documento en el cargo de revisión, se encuentra bajo control estadístico.

ANEXO T. Datos atípicos presentados en las observaciones de cada cargo y cada actividad en el proceso de alistamiento de producto terminado

1. Para el grupo de tareas Recolección

Tabla 109. Datos atípicos para Recolección

RECOLECCIÓN	DÍA	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Esperar	Pesar	Revisar	Otras en proceso
	DÍA 1	9	9	12	1	0	1	0	1
	P	20,00%	20,00%	26,67%	2,22%	0,00%	2,22%	0,00%	2,22%
	DÍA 2	14	35	10	2	3	0	0	0
	P	18%	45%	13%	3%	4%	0%	0%	0%
	DÍA 3	7	7	12	3	1	1	2	7
	P	12%	12%	20%	5%	2%	2%	3%	12%
	DÍA 4	2	4	5	0	1	0	0	0
	P	7%	13%	17%	0%	3%	0%	0%	0%
	DÍA 5	0	1	3	0	0	0	0	0
	P	0%	2%	7%	0%	0%	0%	0%	0%
Subtotal		32	56	42	6	5	2	2	8
P		12,45%	21,79%	16,34%	2,33%	1,95%	0,78%	0,78%	3,11%

Se presentó en el día 2 en la actividad de recoger un punto atípico por dos razones fundamentalmente, primero, la llegada de un pedido grande de cobijas de diferentes colores lo que implicó la selección de las mismas en diversas cajas, las cuales se encontraban en medio de un pasillo, lo que dificultó la recogida traduciéndose en un mayor consumo de tiempo en el alistamiento; la segunda razón, fue la llegada de un pedido grande de zapatos que se encontraban almacenados en el tercer y cuarto nivel de la estantería en medio de un pasillo lleno de inventario de materias primas, por lo tanto, el auxiliar de bodega se vio obligado a subirse a la lona que se encontraba en la mitad de todo el pasillo, tomar cada caja, ponerla en el piso, bajarse de encima de los rollos, tomar cada una de las cajas y ponerlas en el gato para posteriormente llevarlas a la zona de empaque; resultando por tanto un proceso largo y demorado. Para este punto atípico se identificaron causas asignables que deben ser analizadas con el fin de

eliminarlas o reducir las en el desarrollo del proceso, específicamente en el desarrollo del grupo de actividades.

El segundo punto atípico se presentó debido a que la actividad recoger se observó en una sola ocasión, en el resto del tiempo observado el auxiliar estuvo ayudando a empacar productos y a organizar la bodega, como producto de una baja llegada de pedidos.

Tabla 110. Datos atípicos para Recolección

	DÍA	Hablar con compañero	Elaborar y pegar rótulos	Sumar cantidades alistadas	Otras fuera proceso	Personales	Emp. tipo A	Emp. tipo B	Preparar	Escribir docu.
RECOLECCIÓN	DÍA 1	4	0	0	0	1	4	0	0	3
	P	8,89%	0,00%	0,00%	0,00%	2,22%	8,89%	0,00%	0,00%	6,67%
	DÍA 2	3	0	0	3	0	0	0	7	0
	P	4%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	9%	0%
	DÍA 3	2	0	1	0	2	7	0	2	6
	P	3%	0%	2%	0%	3%	12%	0%	3%	10%
	DÍA 4	0	0	1	4	1	8	0	4	0
	P	0%	0%	3%	13%	3%	27%	0%	13%	0%
	DÍA 5	0	3	0	5	1	32	0	0	0
	P	0%	7%	0%	11%	2%	71%	0%	0%	0%
Subtotal		9	3	2	12	5	51	0	13	9
P		3,50%	1,17%	0,78%	4,67%	1,95%	19,84%	0,00%	5,06%	3,50%

Debido a la carga de trabajo que tuvo el grupo de actividades recolección el día 5, los auxiliares estuvieron desempeñándose en otras labores operativas del proceso a las cuales generalmente no se dedican, como elaborar y pegar rótulos, lo que se reflejó como un punto atípico del desarrollo habitual de sus tareas.

En la actividad de empaque tipo A debido a que no es una actividad propia del cargo, también se presentaron puntos atípicos. Ésta se presenta frecuentemente cuando el auxiliar de bodega encargado de la recolección termina de seleccionar toda la

mercancía solicitada en los documentos de pedido y las tareas en el área de empaque se acumulan (teniendo en cuenta que son las que más tiempo y recursos consumen), por tanto, el recolector se dedica a empacar y zunchar todos los productos, como se observó en el día 5; mientras que el día 2 éste no ayudó en la actividad de empaque sino en la de preparación, por ende no presentó ninguna observación en empaque tipo A; comportamientos que finalmente se representan como un punto fuera de control. De las treinta y dos (32) observaciones, quince (15) fueron zunchando, diecisiete (17) empacando en bolsas y cajas.

2. Para el grupo de tareas Revisión

Tabla 111. Datos atípicos para Revisión

REVISIÓN	DÍA	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Esperar	Pesar	Revisar	Otras en proceso
	DÍA 2	0	0	13	3	0	0	17	3
	P	0,00%	0,00%	21,67%	5,00%	0,00%	0,00%	28,33%	5,00%
	DÍA 3	0	4	9	3	0	0	37	3
	P	0,00%	5,71%	12,86%	4,29%	0,00%	0,00%	52,86%	4,29%
	DÍA 4	0	1	5	0	0	0	23	0
	P	0,00%	2,56%	12,82%	0,00%	0,00%	0,00%	58,97%	0,00%
	DÍA 5	0	1	5	1	0	0	11	0
	P	0,00%	1,47%	7,35%	1,47%	0,00%	0,00%	16,18%	0,00%
Subtotal		0	6	32	7	0	0	88	6
P		0,00%	2,53%	13,50%	2,95%	0,00%	0,00%	37,13%	2,53%

Para el último día del estudio (día 5, que corresponde al 4 de Junio de 2012), la carga de trabajo en el alistamiento de pedidos había disminuido pues los pedidos que se recibieron estuvieron por debajo del promedio y por tanto, la cantidad de productos a revisar también disminuyó. A causa de lo anterior, el encargado de revisión destinó la mitad de su tiempo (52,94%) a otras tareas fuera del proceso de alistamiento de pedidos, tales como organización de la bodega, despachos y recepciones.

REVISIÓN	DÍA	Hablar con compañero	Elaborar y pegar rótulos	Sumar cantidades alistadas	Otras fuera proceso	Personales	Emp. tipo A	Emp. tipo B	Preparar	Escribir docu.
	DÍA 1	2	0	0	16	6	0	0	0	0
	P	3,33%	0,00%	0,00%	26,67%	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	DÍA 2	2	0	0	7	0	1	0	0	4
	P	2,86%	0,00%	0,00%	10,00%	0,00%	1,43%	0,00%	0,00%	5,71%
	DÍA 3	1	0	0	6	0	2	0	0	1
	P	2,56%	0,00%	0,00%	15,38%	0,00%	5,13%	0,00%	0,00%	2,56%
	DÍA 4	2	0	2	36	10	0	0	0	0
	P	2,94%	0,00%	2,94%	52,94%	14,71%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Subtotal	7	0	2	65	16	3	0	0	5
	P	2,95%	0,00%	0,84%	27,43%	6,75%	1,27%	0,00%	0,00%	2,11%

El auxiliar encargado del grupo de actividades revisión, mientras no tenga productos por inspeccionar, es el encargado de apoyar otros procesos operativos de la bodega tales como la recepción, el despacho y la organización del almacén, por tanto, las actividades que realiza varían en gran medida lo cual se refleja en puntos atípicos.

El caso particular del día 4 de observación, una parte del tiempo se consumió supervisando el mantenimiento del montacargas por una falla inesperado, lo cual se podría calificar como una causa común pues se presenta esporádicamente. El resto del día estuvo recibiendo mercancía.

3. Para el grupo de tareas Empaque

Tabla 112. Datos atípicos para Empaque

EMPAQUE	DÍA	Buscar	Recoger	Desplazam.	Despl. Adm.	Esperar	Pesar	Revisar	Otras en proceso
	DÍA 1	1	0	5	1	1	1	1	1
	P	2,22%	0,00%	11,11%	2,22%	2,22%	2,22%	2,22%	2,22%
	DÍA 2	1	3	2	0	1	1	0	1
	P	1,30%	3,90%	2,60%	0,00%	1,30%	1,30%	0,00%	1,30%

	DÍA 3	1	3	5	0	0	0	0	0
	P	0,95%	2,86%	4,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	DÍA 4	0	2	1	0	0	0	0	0
	P	0%	7%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
	DÍA 5	0	2	0	1	0	0	0	1
	P	0%	4%	0%	2%	0%	0%	0%	2%
Subtotal		3	10	13	2	2	2	1	3
P		0,99%	3,31%	4,30%	0,66%	0,66%	0,66%	0,33%	0,99%

EMPAQUE	DÍA	Hablar con compañero	Elaborar y pegar rótulos	Sumar cantidades alistadas	Otras fuera proceso	Personales	Emp. tipo A	Emp. tipo B	Preparar	Escribir docu.
	DÍA 1	2	5	0	3	0	12	3	5	4
	P	4,44%	11,11%	0,00%	6,67%	0,00%	26,67%	6,67%	11,11%	8,89%
	DÍA 2	3	1	1	4	2	38	2	15	2
	P	3,90%	1,30%	1,30%	5,19%	2,60%	49,35%	2,60%	19,48%	2,60%
	DÍA 3	0	1	0	0	37	21	0	33	4
	P	0,00%	0,95%	0,00%	0,00%	35,24%	20,00%	0,00%	31,43%	3,81%
	DÍA 4	0	0	0	0	0	15	0	10	2
	P	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	33%	7%
	DÍA 5	2	0	0	0	0	1	0	36	2
	P	4%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	80%	4%
Subtotal		7	7	1	7	39	87	5	99	14
P		2,32%	2,32%	0,33%	2,32%	12,91%	28,81%	1,66%	32,78%	4,64%

No se presentaron puntos atípicos para estas actividades del proceso, en el cargo de empaque.

Los auxiliares encargados de realizar el empaque tienen asignada la actividad de diligenciar a mano los rótulos de despacho y pegarlos en cada una de las cajas con la información del respectivo cliente, por tanto, cuando existen muchas cajas a despachar esta tarea aumenta o viceversa; en el caso particular de los días observados esta

actividad fue realizada por auxiliares de otros cargos, quienes terminaron sus labores y apoyaron las demás tareas del proceso.

Personales o inactivo, del grupo de tareas empaque se salió de control el día 3, que corresponde al día 31 de Mayo del 2012 fecha en la que se realizó el comité mensual de logística, por tanto los empleados no se encontraban laborando. Veintiséis (26) observaciones coincidieron con el comité de logística, ocho (8) coincidieron el receso que se les da diariamente a los auxiliares y las tres (3) restantes correspondieron a necesidades personales tales como ir al baño, tomar agua.

En la actividad empaque tipo A, se presentó un punto fuera de control en el día 2 debido a un pedido de aproximadamente 60 cajas que significó el consumo de casi el 50% del tiempo pues el empaque implicaba el armado de las cajas, el empacado, zunchado, entre otras. Para el caso del segundo punto atípico, que estuvo por debajo del límite inferior de control, se produjo porque el encargo del cargo dedicó alrededor del 80% de su tiempo en la actividad preparación ya que las ordenes que llegaron correspondían a un segmento de clientes (grandes superficies) que exige etiquetado y una serie de arreglos adicionales en el producto lo que se manifestó como un mayor gasto en mano de obra.

ANEXO V. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en materias primas

Para iniciar con el análisis se clasificaron las actividades que intervienen en el alistamiento de materias primas por medio de la matriz de valor agregado, “herramienta que permite analizar cada una de las actividades que componen un proceso a partir de dos dimensiones: agregan o no agregan valor y es o no es necesaria en el proceso”²⁷⁷.

1. Si agregan valor al cliente o a la operación: “Las *actividades que agregan valor al cliente* son todas aquellas que transforman físicamente al producto o contribuyen con el cumplimiento de algún requerimiento del cliente; las *actividades que agregan valor a la operación* son las que son vitales para llevar a cabo el proceso y no necesariamente son relevantes para el cliente”²⁷⁸.
2. Si son necesarias para la realización del proceso.

Ilustración 1. Matriz de valor agregado.

		AGREGAN VALOR	
		SI	NO
NECESARIAS	SI	MEJORAR	REDUCIR
	NO	TRANSFERIR (A otro proceso)	ELIMINAR

Fuente 208. Libro: Gerencia pública: Una aproximación plural.

²⁷⁷ GUERRERO, Omar. Gerencia pública: Una aproximación plural. México, 2004, p. 301.

²⁷⁸ TOVAR, Arturo, MOTA, Alejandro. Un modelo de administración por procesos. México, 2007, p. 56.

De acuerdo a los criterios de clasificación, las actividades deben reducirse, mejorarse, transferirse a otro proceso o eliminarse. Para el caso de la unidad estratégica de materias primas en Comertex S.A., la matriz de valor agregado queda definida de la siguiente manera ver *Tabla 113*.

Tabla 113. Matriz de valor agregado de materias primas.

Materias Primas		AGREGAN VALOR	
		SI	NO
NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO	SI	Empaque tipo B Recoger Pegar rótulos	Desplazamiento Administrativo Revisar Buscar Desplazamiento Sumar metros Generar tirilla
	NO	Cortar Remedir Pesar	Escribir en documento Consultar un compañero Esperar Marcar la mercancía

Fuente 209. Elaboración propia.

De acuerdo a la clasificación se realizará un breve análisis de las actividades y se harán algunas recomendaciones al Coordinador de la bodega y el gerente de logística con el fin de que sean evaluadas tanto a corto como a mediano plazo, con el fin de mantener un mejoramiento continuo en el proceso logístico de la compañía.

ACTIVIDADES POR MEJORAR

De acuerdo a la clasificación las actividades por mejorar son:

- **Empaque tipo B:** Esta actividad es necesaria y agrega valor al proceso actual ya que reduce el costo de los fletes; puesto que dentro de las negociaciones de

transporte de la compañía fue identificada como la alternativa más económica a pesar de generar mayor complejidad en el alistamiento de pedidos.

Para mejorar esta actividad que consume el 10,45% del tiempo de los auxiliares, es preciso estandarizar cada una de las operaciones que la componen, de manera que el alistador sepa previamente como debe agrupar y empacar los rollos; teniendo en cuenta el peso, el volumen y la capacidad del operario para manipular los rollos. Como resultado, se facilitaría el control de la actividad y los recursos que esta consume.

Por otro lado, no está de más intentar una nueva negociación con las empresas transportadoras, de tal manera que no se cobre por unidad (como se hace actualmente) y por ende, no sea necesaria la elaboración del empaque tipo B.

Recoger: Esta actividad es necesaria y agrega valor al proceso ya que es fundamental para satisfacer lo demandado por el cliente. De acuerdo al estudio realizado, esta consume el 11% del tiempo de los alistadores en el cedi de Girón; porcentaje que se ve afectado por la ubicación de las referencias en las estanterías, por la cantidad de referencias en la bodega, por el requerimiento de equipos en la selección, por el comportamiento de los pedidos (las cantidades ordenadas) y las características físicas de la mercancía, que pueden hacer más compleja y demorada esta actividad. Sumado a lo anterior, según Kees Jan Roodbergen e Iris F. A. Vis (2005)²⁷⁹ el tiempo requerido para recoger los productos está influenciado por aspectos como el tipo de estantería elegido y la capacitación del personal.

²⁷⁹ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

Para hacer más eficiente esta actividad con las condiciones actuales de la bodega la mercancía más pesada debe estar almacenada en las ubicaciones que faciliten la manipulación de las mismas. Según la literatura, “los artículos pesados y de difícil manejo deberían almacenarse en zonas bajas”²⁸⁰.

Cabe resaltar que para esta actividad es de vital importancia tener en cuenta las normas de seguridad industrial en el levantamiento y cargue de mercancías, tanto para evitar accidentes como para proteger la calidad del producto (en el caso específico de arrojar la mercancía desde niveles superiores).

Adicionalmente, el requerimiento de equipos para trabajo en altura es fundamental, por tal razón debería tenerse un control adecuado en el mantenimiento y reparación de los mismos con el fin de evitar interrupciones o esperas debido a daños.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el exceso de inventario almacenado en los pasillos obstaculiza el desarrollo de ésta actividad, pues obliga al alistador a mover estibas con mercancía para tener acceso al artículo demandado; generando desplazamientos, uso de recursos, esfuerzos adicionales y consumo de tiempo en una función que no debería realizarse, tal como lo dice la literatura, “si un alistador inició su viaje a través de la bodega con el fin de alistar un pedido, debería estar prohibido cualquier tipo de interrupciones en este proceso o la asignación de una nueva orden”²⁸¹.

- **Pegar rótulos de despacho:** Esta actividad es necesaria y agrega valor al proceso y al cliente ya que su buena ejecución asegura que lo ordenado por este llegue completo al lugar de destino deseado, pues estos rótulos contienen los

²⁸⁰ SANTOS, Ignacio Soret. Logística y operaciones en la empresa. Madrid, p. 30.

²⁸¹ HENN, Sebastian y VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Germany, 2012.

datos del cliente y el lugar de entrega de la mercancía. Esta actividad consume el 1,08% del tiempo de los auxiliares de bodega.

Para mejorar esta actividad los rótulos deberían ser entregados junto con el pedido, de tal manera que los alistadores puedan adherirlos a los rollos mientras los van alistando. Esto evitaría confusiones entre pedidos y desplazamientos para buscar los rótulos una vez que la mercancía se encuentra en despacho, ya que en la actualidad estos se elaboran una vez la mercancía es alistada, llevada a despacho y el auxiliar se desplaza a solicitar los rótulos.

ACTIVIDADES POR REDUCIR

- **Desplazamiento Administrativo:** Esta actividad es necesaria en la actualidad para el registro y control de la mercancía que se alista, son todos los desplazamientos requeridos para los trámites administrativos como la elaboración de tickets de corte, la entrega de los pedidos alistados para la elaboración de los rótulos y la guía de despacho, sin embargo, esta tarea no agrega valor ni al proceso, ni al cliente.

Dicha actividad representa el 5,16% del tiempo de los alistadores y sería posible reducirla si se tuviera en el sistema de información las existencias rollo a rollo de todas las referencias, de tal manera que el pedido que se le entregara al alistador tuviera la cantidad de metros solicitada y el desagregado en rollos de la misma, junto con esto, al fijarse un criterio estándar para la elaboración de líos en el empaque tipo B, sería posible la entrega de los rótulos de despacho junto con el pedido.

En el caso que existiera corte el sistema también debería tener la capacidad de mostrar en el pedido que rollo será cortado y generar el ticket de corte de tal manera que se le entregue junto con el pedido al auxiliar de alistamiento.

Adicionalmente, con una tecnología como el código de barras y un terminal portátil, el operario podría terminar de alistar un pedido y el sistema lo registraría automáticamente, evitándose el desplazamiento para entregar el pedido previamente alistado²⁸².

- **Revisar:** En la actualidad, esta actividad es necesaria en el proceso de alistamiento puesto que durante todo el proceso es factible que se cometan errores que no pueden dejarse llegar hasta el cliente, sin embargo, esta actividad no agrega valor ni al proceso, ni al cliente y por tanto debería ser reducida al máximo.

En revisar se consume el 5,07% del tiempo del proceso y para reducirse debería existir una clara ubicación de las referencias en las estanterías, de tal manera que la probabilidad de equivocarse seleccionando sea menor, por otro lado, si se contara con mayor tecnología, en el pedido debería estar establecido cuales rollos deben alistarse, en donde se encuentran ubicados y si requieren ser agrupados en líos o deben cortarse para el cliente (según sea el caso); reduciéndose así el margen de error en el alistamiento y la necesidad de revisar todos los pedidos a despachar, junto con tareas como sumar todos los rollos nuevamente como parte de su revisión.

²⁸² CROXTON, Keely. Order fulfillment and across the dock concept design and operation handbook. 2003, p. 11.

- **Buscar:** Es una actividad necesaria para el alistamiento actual de la bodega de materias primas de Comertex S. A., sin embargo, no agrega valor ni para el proceso ni para el cliente y consume el 8,6% del tiempo de los auxiliares.

Esta actividad debería reducirse estableciendo ubicaciones en la estantería más claras de acuerdo al comportamiento de los pedidos, por ejemplo, sabiendo que sólo el 2% de los pedidos presentan una mezcla entre familias, es posible afirmar que las órdenes son puras puesto que tienden a tener solo una línea de productos por pedido y la zonificación del almacén a lo largo de estas líneas establecerá eficientes células de trabajo, específicamente porque se generaría la tendencia de recibir los productos de acuerdo a dichas líneas²⁸³.

A partir de lo anterior, esta zonificación permitirá reducir el tiempo de búsqueda al alistador pues sólo estaría buscando en una parte de la bodega.

Por otro lado, si el centro de distribución contara con un sistema de información que le diera la ubicación al operario de cada una de las referencias, esta actividad se reduciría al máximo, pues aunque este zonificado el almacén, las referencias almacenadas en alturas (según lo observado) representan una mayor dificultad y demora en la búsqueda, teniendo en cuenta que existen alrededor de 8000 referencias de materias primas.

- **Generar tirilla:** Comprende el desagregado de la mercancía alistada. En la situación actual de la empresa, es una actividad necesaria para el registro de la mercancía a despachar y en consecuencia para la elaboración de los rótulos de despacho; puesto que describe la manera en que se encuentran agrupados los rollos alistados previamente (número de líos).

²⁸³ FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill, 2002.

Ésta actividad representa un 6,34% del tiempo del proceso y su complejidad aumenta a medida que el número de rollos en los pedidos se hace mayor, puesto que el auxiliar debe registrar tanto el número de pedidos como todas las referencias, los rollos de cada una y el número de líos.

Adicionalmente la elaboración de la tirilla obliga a los alistadores a tomar nota previa de la cantidad de líos armados y del contenido de los mismos, generando una tarea adicional que consume más tiempo en el proceso.

Esta actividad, aunque se sugiere debe ser reducida, puede ser eliminada. La entrega a los auxiliares de un pedido en rollos (actualmente el pedido se presenta en metros) donde se sugieran los líos a elaborar, la eliminaría (pues el pedido se entregaría desagregado) y el auxiliar no tendría la necesidad de sumar los metros para decidir cuáles y cuantos rollos tomar, ni tendría que realizar ninguna otra tarea que se despliegue de la actividad.

Actualmente, el coordinador del CEDI de Girón se encuentra estudiando junto con los desarrolladores del sistema de información de la empresa esta posibilidad.

- **Sumar metros:** Actualmente, la cantidad de producto demandada por el cliente se presenta en metros en el formato de pedido entregado al auxiliar, lo que obliga al alistador a sumar el contenido existente en cada rollo para calcular un total que se adecúe a la cantidad de producto solicitada. Debido a que se requiere de la constante intervención humana, principalmente en los cálculos y toma de decisiones (qué combinación de rollos satisface cada pedido del cliente), en ésta actividad se pueden presentar errores.

Dicha tarea, aunque se sugiere debe ser reducida, puede ser eliminada. La entrega a los auxiliares de un pedido en rollos, permitiría la eliminación de la actividad y en consecuencia, se reduciría el tiempo en el alistamiento de un pedido así como los posibles errores que en ésta se generen.

- **Desplazamiento:** se evidencia en materias primas como la actividad que tiene mayor consumo de tiempo. Los alistadores gastan alrededor del 25% de su jornada desplazándose por la bodega.

De acuerdo a la literatura, cerca del 50% del tiempo total del alistamiento de pedidos, se gasta en recorridos (J.A. Tompkins et al, 1996)²⁸⁴; lo cual se pudo evidenciar en el cedi de Girón, tras el estudio del muestreo de trabajo realizado. Para este caso en particular, el consumo no equivale al 50% del tiempo del alistador, sin embargo, si representa el mayor porcentaje de las actividades realizadas, demostrando su influencia en el desarrollo del proceso.

A partir de lo identificado en el estudio y lo analizado con el coordinador del cedi, se llegó a la conclusión que el desplazamiento debe ser reducido, eliminando todos aquellos recorridos que no estén agregando valor al proceso y se presenten por ineficiencias del mismo, por ejemplo los viajes a través de la bodega buscando mercancía, equipos de transporte, elementos de empaque, estibas y herramientas de trabajo.

Cabe resaltar que existen desplazamientos a través de la bodega necesarios para la preparación de los pedidos, los cuales están ligados al tamaño y la

²⁸⁴ DE KOSTER, R., LE-DUC, T. y ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. Citado por: TOMPKINS, J.A., et al., Facilities Planning. 2003, p. 8.

distribución del almacén, según De Koster (2009)²⁸⁵ recoger un número de artículos requeridos tan rápido como sea posible, depende de la distribución de la bodega, de su tamaño y de las políticas de trabajo existentes en el ruteo, además del tipo de alistamiento, en este caso, manual.

Establecer una zonificación en el almacenamiento basados en que no existe una mezcla entre líneas, permitirá reducir los desplazamiento que se generan al alistar (Edward Frazelle)²⁸⁶.

Sumado a esto, algunos productos deben ser privilegiados con una buena ubicación en el centro de distribución y no siempre son los de mayor volumen de ventas, pues hay que contemplar que lo que genera costos en un centro de distribución son los desplazamientos²⁸⁷.

Los artículos más importantes deberían cumplir dos condiciones: la primera que tengan alta popularidad y la segunda que tengan un elevado margen de contribución²⁸⁸, estos deben estar en lugares privilegiados en su localización y deben ser alistados en primera instancia

ACTIVIDADES A TRANSFERIR A OTRO PROCESO

Las actividades a transferir a otro proceso son:

²⁸⁵ VANNIEUWENHUYSE, Inneke; DE KOSTER, René. Evaluating order throughput time in 2-block warehouses with time window batching, 2009.

²⁸⁶ FRAZELLE, Edward. SUPPLY CHAIN STRATEGY The Logistics of Supply Chain Management. 2002, p. 232.

²⁸⁷ SILDARRIAGA RESTREPO, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN. 2012, p.234-285.

²⁸⁸ El margen de contribución es el precio de venta menos el costo variable

- **Cortar:** Agrega valor al cliente debido a que muchos de ellos en ocasiones requieren cantidades pequeñas de tela en comparación con la existencia en rollos de la bodega y la compañía sin ningún costo adicional ofrece el servicio de corte, sin embargo, no es una actividad necesaria para el desarrollo del proceso, este puede completarse sin necesidad de realizar ningún corte.

Debería evaluarse ser transferida a otro proceso o área de la compañía, por ejemplo a sus puntos de ventas, puesto que la minucia y complejidad que conllevan, hacen más demorado el alistamiento dentro de la bodega, además de implicar una serie de controles y operaciones adicionales como la remediación de los rollos ya cortados, la generación de tickets, los desplazamientos administrativos y los desplazamientos a través del almacén; ocupando recursos importantes en mayores proporciones de tiempo.

Cabe resaltar, que de acuerdo a la directiva de la compañía esta actividad será eliminada.

- **Remedir:** Esta actividad está ligada a la ejecución del corte dentro de la bodega, no es necesaria para el alistamiento pero sí agrega valor al proceso pues de esta manera se controla si lo cortado y lo registrado en los tickets de corte está de acuerdo a las existencias.
- **Pesar:** Es una actividad que se realiza a manera de control en el despacho de la mercancía, sin embargo, no es vital para el desarrollo del proceso y puede ser evitada con el registro del peso de cada rollo en el sistema de información y que este aparezca en los documentos como pedidos, facturas y guías de despacho. En el caso de que no sea posible su registro, se podría evaluar la alternativa de atribuir esta actividad al proceso de despacho.

ACTIVIDADES A ELIMINAR

En el cuarto cuadrante de la matriz, se encuentran las actividades que no son necesarias para el alistamiento y no agregan valor para el cliente ni para el proceso; por tal razón, deben ser eliminadas.

Las actividades escribir en documento y marcar la mercancía son consecuencia de tareas que se necesitan para el desarrollo del proceso. En éste caso, se desprenden de las actividades Generar tirilla y pegar rótulos respectivamente.

Como se mencionó previamente, para generar tirilla, el auxiliar que se encuentra alistando el pedido debe detenerse a anotar el número de rollos, el número de líos y la cantidad de rollos en cada lio. A ésta actividad se le denominó Escribir en documento. En el caso de pegar los rótulos, debido a que éstos se elaboran después que el pedido se encuentra alistado y ubicado en despacho, el auxiliar marca previamente la mercancía alistada con el número del pedido y se dispone a realizar otra actividad (ya sea alistar otro pedido o desempeñar una tarea de otro proceso) mientras se elaboran los rótulos de despacho; así, cuando ya se le han entregado, éste busca la mercancía en despacho, confirma con el número marcado en ella y pega los rótulos correspondientes.

La actividad consultar a un compañero, se presenta principalmente ante la variabilidad en las posiciones de almacenamiento de la mercancía, por lo tanto, a los auxiliares de menor experiencia en la bodega o aquellos que no estuvieron presentes en algún momento de recepción de mercancía y/u organización de la bodega, se les dificulta hallar una determinada referencia y consultan a otros compañeros la ubicación de la misma.

Por lo tanto, ya que Escribir en documento, Consultar a un compañero y marcar la mercancía se despliegan de otras actividades, la modificación de dichas actividades afectará directamente a las ya mencionadas; de tal manera que la eliminación o reducción (según sea el caso) de las tareas generar tirilla, Pegar rótulos y Buscar eliminaría o reduciría la frecuencia y consumo de tiempo de las actividades Escribir en documento, Marcar la mercancía y consultar a un compañero respectivamente.

Se considera como Esperar a aquellos momentos en que el auxiliar de bodega queda “inactivo” dando tiempo a que se desocupe un equipo o una herramienta, sólo equivale al 2,28% del tiempo de alistamiento de pedidos; sin embargo, con una correcta distribución de las herramientas en la bodega y con el número de equipos adecuados, ésta actividad puede llegar a eliminarse.

PERSONALES

Personales representa la inactividad de los auxiliares por factores como baja carga de trabajo, recesos, permisos, entre otras y consume un 7,76% del tiempo del alistamiento de pedidos, de acuerdo al estudio de trabajo realizado.

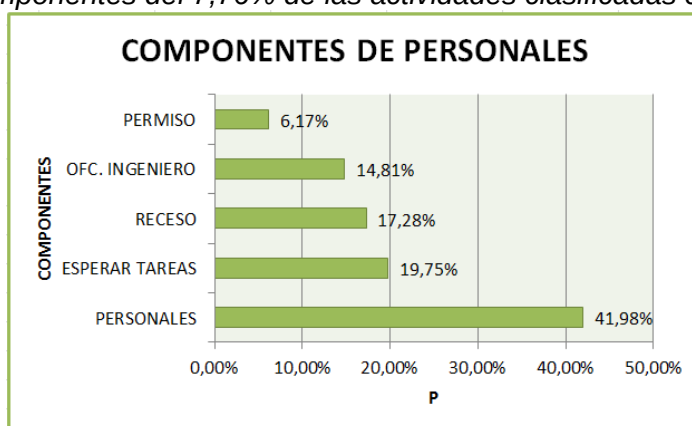
Con el fin de identificar los factores que componen personales y clarificar a que corresponde el porcentaje arrojado por el estudio, se realizó un diagrama con las principales razones por la cuales se asignaba una observación a personales (ver **Gráfico 96**).

A partir del gráfico, se concluye que el 41,98% del 7,76% de las observaciones equivalen a periodos de inactividad del auxiliar causadas netamente por razones personales y fisiológicas como ir al baño, tomar agua o descansar, y el 58,02% del 7,76% de las observaciones se presentó principalmente por esperar a que se le

asignara una tarea, el receso realizado en la jornada de la mañana, las actividades propias de la compañía como misión carácter, el comité de logística, las reuniones y los permisos otorgados por el jefe y/o coordinador de bodega.

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que sólo el 3,26% del tiempo total del alistamiento de pedidos corresponde a inactividad por causas fisiológicas.

Gráfico 96. Componentes del 7,76% de las actividades clasificadas como Personales



Fuente 210. Elaboración propia.

ANEXO X. Análisis de las actividades del proceso de alistamiento en producto terminado

Para iniciar con el análisis se clasificaron las actividades que intervienen en el alistamiento de materias primas por medio de la matriz de valor agregado, “herramienta que permite analizar cada una de las actividades que componen un proceso a partir de dos dimensiones: agregan o no agregan valor y es o no es necesaria en el proceso”²⁸⁹.

3. Si agregan valor al cliente o a la operación: “Las *actividades que agregan valor al cliente* son todas aquellas que transforman físicamente al producto o contribuyen con el cumplimiento de algún requerimiento del cliente; las *actividades que agregan valor a la operación* son las que son vitales para llevar a cabo el proceso y no necesariamente son relevantes para el cliente”²⁹⁰.
4. Si son necesarias para la realización del proceso.

Ilustración 2. Matriz de valor agregado.

		AGREGAN VALOR	
		SI	NO
NECESARIAS	SI	MEJORAR	REDUCIR
	NO	TRANSFERIR (A otro proceso)	ELIMINAR

Fuente 211. Libro: Gerencia pública: Una aproximación plural.

²⁸⁹ GUERRERO, Omar. Gerencia pública: Una aproximación plural. México, 2004, p. 301.

²⁹⁰ TOVAR, Arturo, MOTA, Alejandro. Un modelo de administración por procesos. México, 2007, p. 56.

De acuerdo a los criterios de clasificación, las actividades deben reducirse, mejorarse, transferirse a otro proceso o eliminarse. Para el caso de la unidad estratégica de materias primas en Comertex S.A., la matriz de valor agregado queda definida de la siguiente manera ver *Tabla 113*.

Tabla 114. Matriz de valor agregado de producto terminado.

Producto Terminado		AGREGAN VALOR	
		SI	NO
NECESARIAS	SI	Empaque tipo A Preparar Recoger Elaborar rótulos de despacho	Desplazamiento Administrativo Revisar Buscar Desplazamiento
	NO	Pesar	Escribir en documento Hablar con compañero Esperar Sumar cantidades

Fuente 212. Elaboración propia

De acuerdo a la anterior clasificación se realizará un breve análisis de las actividades y se harán algunas recomendaciones al Coordinador de la bodega y el gerente de logística con el fin de que sean evaluadas tanto a corto como a mediano plazo, con el propósito de mantener un mejoramiento continuo en el proceso logístico de la compañía.

ACTIVIDADES POR MEJORAR

- **Empaque tipo A:** Se considera como una actividad necesaria para el proceso pues equivale al empaque tanto que contiene como protege los productos alistados, y agrega valor al cliente, pues éste recibe la mercancía en las cantidades que la pidió con la combinación de referencias que solicitó, en el mejor estado. Los resultados del muestreo de trabajo realizado para esta UEN arrojaron que el alistador gasta la

mayor parte de su jornada de trabajo empacando y que esta actividad consume el 22,19% de su tiempo.

Generalmente, los clientes demandan una combinación de referencias específicas, lo que obliga a los alistadores a abrir las cajas o bolsas que vienen del proveedor y seleccionar la cantidad de producto solicitado, organizarla y empacarla de forma adecuada.

La mayoría de las cajas a despachar deben armarse y todas deben zuncharse; en el caso de la línea de hogar, algunos pedidos requieren que se preparen paquetes de toallas faciales y los empaques individuales de dichos paquetes deben ser armados por el alistador. De acuerdo a las anteriores razones, es posible afirmar que el empaque tipo A, es una de las actividades más complejas del alistamiento de pedidos para la UEN de producto terminado.

Con el fin de mejorar esta actividad, se recomienda estudiar el perfil de los pedidos, para así intentar encontrar un patrón en las cantidades pedidas de cada referencia y asimismo, solicitar al proveedor, que la unidad de empaque de dicho producto este de acuerdo a lo solicitado generalmente por el cliente; de tal manera, los pedidos que tengan ese requerimiento, no necesitaran del empaque tipo A y se reduciría el tiempo de alistamiento.

Por otra parte, se podría acordar con los vendedores, el ofrecimiento de mayor cantidad de mercancía, de tal manera que no se deba seleccionar referencias si no que se despache la misma cantidad de producto que se recibe del proveedor.

- **PREPARAR:** Consiste en una serie de actividades que se realizan sobre el producto de acuerdo a requerimientos específicos del cliente. Los casos más comunes de

preparar son: elaborar de kits (calzado), donde se seleccionan dos referencias específicas, se unen con una abrazadera, se les cambia el código de barras y se empacan en una bolsa individual; otro caso de preparar es la elaboración de paquetes de pequeñas cantidades de productos (para el caso de hogar y vestuario), donde se demandan pocas unidades de diversos productos, tallas y colores, de tal manera que para cada referencia o combinación de éstas se debe preparar un empaque individual que contenga y proteja los o el artículo.

Preparar es una actividad apreciada por el cliente, pues no tiene ningún costo adicional para ellos y satisface lo demandado; sin embargo, destruye valor en el proceso, pues le agrega complejidad, consume mayor cantidad de tiempo, más recursos y trae consigo actividades adicionales que demoran el alistamiento. De acuerdo al estudio que se realizó, en la bodega de Bogotá y para producto terminado, los alistadores gastan aproximadamente el 15%.

La venta de productos en prepack, es una mejora en el proceso, pues la mercancía es vendida al cliente tal y como se recibe, eliminando cualquier preparación y actividad adicional que esta traiga consigo; para lo cual se debe negociar con el proveedor de manera que ellos sean los que envíen el producto de acuerdo a los requerimientos del cliente.

No esta demás resaltar que el tipo de negociaciones propuestas anteriormente, deben presentarse cuando la frecuencia y el volumen de pedidos del cliente justifiquen el cambio de la unidad de empaque desde el proveedor.

El despacho de cajas prepack ya se inició en la compañía pues se lograron las primeras negociaciones con algunos proveedores de calzado quienes envían los zapatos dentro una caja con diversas tallas del mismo tipo de producto. En el

alistamiento de pedidos prepack, el auxiliar no debe revisar el contenido del 100% de las cajas, sin embargo, si debe realizar un muestreo, lo que nos lleva a concluir, que para que este tipo de mejoras tengan impacto los proveedores deberían estar certificados o clasificados de acuerdo a su desempeño para que de esta manera, la compañía pueda tomar decisiones respecto a cada tipo de proveedor.

Siendo un proveedor certificado el que después de una extensa investigación, se ha comprobado que puede suministrar material de calidad, por lo tanto, no es necesario realizar pruebas de rutina en cada lote recibido. Tanto la clasificación, como la selección de proveedores es una decisión multicriterio que se fundamenta en el direccionamiento y las condiciones de la compañía²⁹¹.

Para el caso específico de prepack, donde lo que se pide no requiere de ninguna preparación previa, se recomienda establecerse una clasificación de estos de acuerdo a su calidad y asertividad en las entregas a lo largo del tiempo que se han estado en la compañía, de manera que si un proveedor nunca tienen errores en sus empaque y está siempre acorde a la calidad que exige la empresa, estos paquetes no deberían ser revisados por los operarios en el momento del despacho.

A continuación presentamos de manera general una posible clasificación de los proveedores adaptada para el despacho de Comertex S.A. y fundamentada únicamente en el cumplimiento unidades de producto por empaque.

- **Proveedores Tipo A:** Son proveedores confiables que tienen un sistema de calidad reconocido y apto a los requerimientos de la empresa, tampoco han presentado errores de empaque y como consecuencia, en el despacho de cajas prepack, no es necesario que estas sean abiertas para revisión.

²⁹¹ MAASS, Richard A., BROWN, John O. y BOSSERT, James L. Supplier Certification – A continuous Improvement Strategy. 1990.

- **Proveedores Tipo B:** Es un proveedor apto, pero con un plan de mejoramiento a verificar en un periodo determinado (máximo un año). Se han presentado errores ocasionalmente y por tanto, antes del despacho debe hacerse un muestreo donde se revisaran algunas cajas y el costo de mano de obra que este muestreo implica debe ser cargado a dicho proveedor.
- **Proveedores Tipo C:** Es un proveedor en situación crítica, donde su plan de mejoramiento es urgente, generalmente se presentan errores en el número de unidades empacadas y esto requiere de una inspección del 100% de las cajas o paquetes. Si se logra una negociación con el proveedor el costo que implique la inspección puede ser cargada a este.

Lo importante finalmente, es que la empresa haga un acompañamiento al proveedor y demande resultados dentro de un periodo como condición para continuar con los contratos; esto obliga al proveedor a mejorar si quiere continuar en el negocio.

- **RECOGER:** Consiste en la selección de la mercancía que se debe alistar. Su complejidad se presenta principalmente debido a que hay un exceso de inventario almacenado en los pasillos de la bodega, obstruyendo el paso y dificultando la movilidad a través de la misma.

Es una actividad necesaria en el alistamiento y que además agrega valor al proceso, según el estudio del muestreo de trabajo realizado, recoger consume aproximadamente el 12% del tiempo de los alistadores y para mejorarla, inicialmente debería existir una regulación en los inventarios, la cual se logra con el desarrollo de una política (que ya se esta analizando en la compañía), la cual evitaría apilamientos en medio de los pasillos y por tanto, interrupciones en el proceso, tal como lo dice la literatura, “si un alistador inició su viaje a través de la bodega con el

fin de alistar un pedido, debería estar prohibido cualquier tipo de interrupciones en este proceso o la asignación de una nueva orden”²⁹².

El tiempo requerido para recoger los productos esta influenciado por aspectos como el tipo de estantería elegido y la capacitación del personal según Kees Jan Roodbergen e Iris F. A. Vis (2005)²⁹³. Por tal razón, se debería establecer la ubicación de los productos que requieran un alistamiento de caja abierta a un nivel de la estantería asequible para el alistador y en una posición que permita seleccionarlos e identificarlos fácilmente sin necesidad de utilizar algún equipo; para el caso de los pedidos grandes, el manejo por pallet o medio pallet debería estar identificado (por medio del comportamiento en el histórico de pedidos) de tal manera que fuesen almacenados de esta forma y el recoger sea rápido y carezca de complejidad. De acuerdo a la literatura, es preferible el manejo del producto por un pallet completo, que el manejo de cientos de productos uno a uno; lo cual, no sólo es una buena práctica para la empresa, sino también para sus clientes, quienes querrían recibir un pallet completo que se puede manejar en una unidad de carga, a manipular una a una las cajas sueltas (Edwar Frazelle, 2012)²⁹⁴

Si el comportamiento de los pedidos afirma que existe una cantidad significativa (respecto al nivel de pedidos que maneja la compañía) de caja abierta, caja completa, pallet completo o medio pallet, se debería determinar si se podría crear áreas separadas para cada tipo de pedidos. En algunas bodegas de talla mundial se ubican los productos con alistamiento en caja completa o abierta en áreas separadas (Edwar Frazelle, 2012)²⁹⁵.

²⁹² HENN, Sebastian y VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Germany, 2012.

²⁹³ ROODBERGEN, Kees Jan; VIS, Iris F. A. A model for warehouse layout. 2005.

²⁹⁴ FRAZELLE, Edward. SUPPLY CHAIN STRATEGY The Logistics of Supply Chain Management. 2002.

²⁹⁵ Ibid.

Adicionalmente, se debería estudiar la posibilidad de formar, uno o medio pallet, así, cuando un cliente haga el pedido de esta cantidad, la unidad de carga ya estaría configurada y el alistamiento consumiría menor tiempo, en muchos casos, los almacenes fortalecen la práctica de pedir en unidades de carga predefinidas, desde el momento de la venta, por ejemplo, ofreciendo descuentos en los precios, ya que esta práctica se traduce en un manejo más eficiente de la mercancía lo que implica un ahorro en recursos (Edwar Frazelle, 2012)²⁹⁶.

- **Elaboración de los rótulos de despacho:** Contienen la información del cliente y el lugar al que debe ser despachada la mercancía alistada. Se elaboran a mano, lo que consume mayor tiempo. Son necesarios para el cumplimiento del pedido y agrega valor al cliente pues su buena ejecución asegura que lo ordenado por este llegue completo al lugar de destino deseado, ya que estos rótulos contienen los datos del cliente y el lugar de entrega de la mercancía.

La actividad representó alrededor de 1,6% del tiempo de alistamiento y para mejorarla, los rótulos deberían ser impresos, con el fin de agilizar la actividad y de evitar errores y/o confusiones al escribir provocando una ineficiencia en las entregas. Adicionalmente, si se estandariza el número de artículos que contener una caja, se calcularía el número de cajas o bolsas a utilizar para cada pedido y se entregarían los rótulos junto con el pedido, así, el alistador sólo tendría que adherir los rótulos a las cajas o bolsas que contienen el pedido.

ACTIVIDADES POR REDUCIR

²⁹⁶ FRAZELLE, Edward. Op. cit., p. 8.

- **Desplazamiento Administrativo:** Esta actividad se despliega de todos los desplazamientos requeridos para los trámites administrativos como la entrega de los pedidos alistados para la elaboración de la factura y guía de despacho, sin embargo, esta tarea no agrega valor ni al proceso, ni al cliente.

Dicha actividad representó alrededor del 2% del tiempo de los alistadores y sería posible reducirla si se manejara en el sistema de información las existencias en tiempo real de todas las referencias, con ayuda del terminal portátil, pues se sabría anticipadamente lo alistado por el operario y se iniciaría la elaboración de la factura y guía de despacho, debido a que el auxiliar utiliza el escáner de código de barras para confirmar las unidades de control de inventario (SKU), la ubicación o el número de pedido alistado²⁹⁷.

- **Revisar:** En la actualidad, esta actividad es necesaria en el proceso de alistamiento puesto que durante todo el proceso es factible que se cometan errores que no pueden dejarse llegar hasta el cliente, sin embargo, esta actividad no agrega valor ni al proceso, ni al cliente y por tanto debería ser reducida al máximo.

En revisar se consume aproximadamente el 7% del tiempo del proceso y para reducirse debería existir una clara ubicación de las referencias en las estanterías, de tal manera que la probabilidad de equivocarse seleccionando sea menor, por otro lado, si se contara con mayor tecnología, en el pedido debería estar establecido cuales referencias deben alistarse, en donde se encuentran ubicados y si requieren de algún tipo de preparación especial, además, con ayuda del terminal portátil (lectora de código de barras) se podría seleccionar en el sistema la referencia recogida y el terminal no aprobaría la elección si la referencia fuese diferente a la pedida por el cliente. De esta manera se reduciría el margen de error en el

²⁹⁷ CROXTON, Keely. Order fulfillment and across the dock concept design and operation handbook. 2003, p. 11.

alistamiento y la necesidad de revisar todos los pedidos a despachar, junto con tareas como sumar todas las unidades nuevamente como parte de su revisión.

Los errores en el alistamiento pueden estar divididos en errores de información o errores físicos como: sustitución de referencias, omisión de las mismas, inclusión de productos que no fueron pedidos o un conteo erróneo de las unidades; una de las alternativas para evitar estas fallas es el código de barras según Mikel Mauleón²⁹⁸.

Por otro lado, para el caso específico de las cajas prepack, una manera de reducir la revisión que se hace por inspección total o muestreo, estaría dada por la certificación o en dado caso, clasificación de proveedores.

- **Buscar:** Es una actividad necesaria para el alistamiento actual de la bodega de producto terminado de Comertex S. A., sin embargo, no agrega valor ni para el proceso ni para el cliente y consume el 6,183% del tiempo de los auxiliares.

Esta actividad debería reducirse estableciendo ubicaciones en la estantería más claras de acuerdo al comportamiento de los pedidos, por ejemplo, sabiendo que sólo el 0,11% de los pedidos presentan una mezcla entre familias, es posible afirmar que las órdenes son puras puesto que tienden a tener solo una línea de productos por pedido y la zonificación del almacén a lo largo de estas líneas establecerá eficientes células de trabajo, específicamente porque se generaría también la tendencia de recibir los productos de acuerdo a dichas líneas²⁹⁹.

A partir de lo anterior, esta zonificación permitirá reducir el tiempo de búsqueda del alistador pues sólo estaría buscando en una parte de la bodega.

²⁹⁸ MAULEÓN, Mikel. Logística y costos. 2006, p. 150.

²⁹⁹ FRAZELLE, Edward. Op. cit., p8.

Por otro lado, si el centro de distribución contara con un sistema de información que le diera la ubicación al operario de cada una de las referencias, esta actividad se reduciría al máximo, pues aunque este zonificado el almacén, las referencias almacenadas en alturas (según lo observado) representan una mayor dificultad y demora en la búsqueda, teniendo en cuenta que existen alrededor de 9000 referencias de producto terminado. Por tal razón cada ubicación debe estar identificada de tal forma que exista un código para cada una, el sistema de información lo asocie con las referencias y el auxiliar sepa a donde dirigirse por el producto³⁰⁰ (guiándose por el código de cada ubicación).

Finalmente, es preciso mencionar que de acuerdo a lo observado durante la realización del estudio y lo expresado por el coordinador del cedi, el exceso de inventarios está causando serias repercusiones en el desarrollo normal del proceso, dificultando principalmente la búsqueda y recolección de las referencias.

- **Desplazamiento:** Esta actividad es necesaria para el alistamiento, pero no agrega valor ni al cliente, ni al proceso, los alistadores gastan alrededor del 12% de su jornada desplazándose por la bodega.

De acuerdo a la literatura, cerca del 50% del tiempo total del alistamiento de pedidos, se gasta en recorridos (J.A. Tompkins et al, 1996)³⁰¹; según esto, para el caso del cedi de Bogotá, el consumo de tiempo en esta actividad representa un porcentaje relativamente pequeño que se obtiene principalmente porque la bodega se encuentra zonificada de acuerdo a las tres líneas de productos (vestuario, calzado y hogar), luego los recorridos se reducen considerablemente, lo cual es sustentado por la literatura donde esta habla de establecer una zonificación en el

³⁰⁰ MAULEÓN, Mikel. Op Cit. p. 11.

³⁰¹ DE KOSTER, R., LE-DUC, T. y ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. Citado por: TOMPKINS, J.A., et al., Facilities Planning. 2003, p. 8.

almacenamiento basados en que no existe una mezcla entre líneas, permitiendo reducir los desplazamiento que se generan al alistar³⁰².

A partir de lo identificado en el estudio y lo analizado con el coordinador del cedi, se llegó a la conclusión que el desplazamiento debe ser reducido, eliminando todos aquellos recorridos que no estén agregando valor al proceso y se presenten por ineficiencias del mismo, por ejemplo los viajes a través de la bodega buscando mercancía, equipos de transporte, elementos de empaque, estibas y herramientas de trabajo.

Recoger un número de artículos requeridos tan rápido como sea posible, dependen de la distribución de la bodega, de su tamaño y de las políticas de trabajo existentes en el ruteo, además del tipo de alistamiento³⁰³, en este caso, manual.

Sumado a esto, algunos productos deben ser privilegiados con una buena ubicación en el centro de distribución y no siempre son los de mayor volumen de ventas, pues hay que contemplar que lo que genera costos en un centro de distribución son los desplazamientos³⁰⁴.

Los artículos más importantes deberían cumplir dos condiciones: la primera que tengan alta popularidad y la segunda que tengan un elevado margen de contribución³⁰⁵, estos deben estar en lugares privilegiados en su localización y deben ser alistados en primera instancia³⁰⁶.

³⁰² FRAZELLE, Edward. Op. cit. p. 8.

³⁰³ VANNIEUWENHUYSE, Inneke; DE KOSTER, René. Evaluating order throughput time in 2-block warehouses with time window batching, 2009.

³⁰⁴ SALDARRIAGA RESTREPO, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN. 2012, p 194.

³⁰⁵ El margen de contribución es el precio de venta menos el costo variable

³⁰⁶ SALDARRIAGA RESTREPO, Diego Luis. Op. Cit., p. 13.

ACTIVIDADES QUE SE DEBEN TRANSFERIDAS A OTRO PROCESO

- **Pesar:** Es una actividad que se realiza a manera de control en el despacho de la mercancía, sin embargo, no es vital para el desarrollo del proceso y puede ser evitada con el registro del peso de unidad de producto en el sistema de información y que este aparezca en los documentos de pedido, facturas y guías de despacho. En el caso de que no sea posible su registro, se podría evaluar la alternativa de atribuir esta actividad al proceso de despacho.

ACTIVIDADES QUE SE DEBEN ELIMINAR

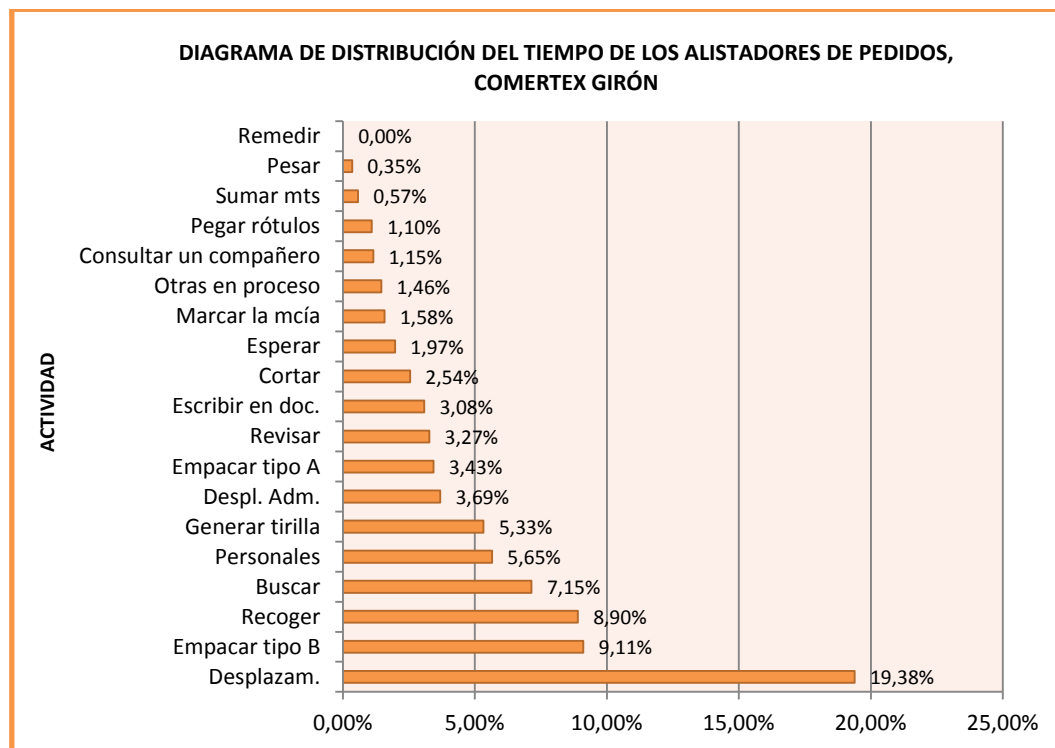
En el caso de producto terminado, escribir en documento y sumar cantidades son actividades que se realizan para reforzar la revisión; es decir, se escribe en los pedidos la cantidad de unidades o pares alistados por cada referencia, así se compara con lo demandado y el alistador se asegura de que la cantidad de producto que ha sido seleccionada coincida con la cantidad ordenada; por otra parte, se suman las cantidades en físico de la mercancía ya almacenada y se compara con el total de productos ordenados en la factura para corroborar que la totalidad de la mercancía se encuentra empacada y lista para ser despachada.

Se considera como Esperar a aquellos momentos en que el auxiliar de bodega queda “inactivo” dando tiempo a que se desocupe un equipo o una herramienta, sólo equivale al 1,2% del tiempo de alistamiento de pedidos; sin embargo, con una correcta distribución de las herramientas en la bodega y con el número de equipos adecuados, ésta actividad puede llegar a eliminarse.

La actividad consultar a un compañero, se presenta principalmente ante la variabilidad en las posiciones de almacenamiento de la mercancía, por lo tanto, a los auxiliares de menor experiencia en la bodega o aquellos que no estuvieron presentes en algún momento de recepción de mercancía y/u organización de la bodega, se les dificulta hallar una determinada referencia y consultan a otros compañeros la ubicación de la misma.

ANEXO Y. Formato encuestas al personal relacionado con el proceso de alistamiento en la bodega de Girón.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL MUESTREO DE TRABAJO Y ENCUESTA CEDI PRINCIPAL – GIRÓN, PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS



1. ¿Por qué cree que el desplazamiento es la actividad que más tiempo consume en el proceso de alistamiento?
2. ¿Cuál actividad de las que realiza, cree que consume más tiempo? ¿Por qué?

3. Cuando hay una demora en el proceso de alistamiento, ¿Cuál considera que es la causa de dicha demora?
4. Partiendo de su conocimiento del proceso de alistamiento de pedidos, ¿Cómo considera que se disminuiría el tiempo de alistamiento?

ANEXO AA. Registro de las respuestas frecuentes en la encuesta realizada al personal de alistamiento de pedidos (Girón)

Tabla 115. Registro de las respuestas frecuentes en la encuesta realizada al personal de alistamiento de pedidos (Girón)

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Por qué cree que el desplazamiento es la actividad que más tiempo consume?	• No hay certeza de la ubicación de la mercancía. • Requerimiento de equipos. • Búsqueda de herramientas de trabajo.
2. ¿Cuál actividad de las que realiza, cree que consume más tiempo?	• El empaque tipo B • Organización de la mercancía • Corte • Generar tirilla
3. Cuando hay una demora en el proceso de alistamiento, ¿Cuál considera que es la causa de dicha demora?	• Localización de la mercancía • Empacar el pedido • Requerimiento de equipos • Ubicación de la mercancía, en especial la que requiere corte.
4. Partiendo de su conocimiento del proceso de alistamiento de pedidos, ¿Cómo considera que se disminuiría el tiempo de alistamiento?	• Eliminar corte • Que el empaque de la mercancía sea de mejor calidad para evitar reempaque • Distribuir los implementos de trabajo en la bodega • Posición fija de la mercancía • Establecer en el documento de pedido la ubicación de la mercancía • Reasignación de tareas.

Fuente 213. Elaboración propia.

ANEXO AC. Indicadores de desempeño en logística y operaciones

Uno de los elementos más importantes dentro de los procesos logísticos es la implementación de un sistema de indicadores que permita la evaluación de cada uno de los nodos que conforman la cadena de suministros, de esta manera, se podrá analizar el desempeño de la empresa en esta área y emprender estrategias que la hagan más competitiva³⁰⁷.

Saldarriaga³⁰⁸ propone como indicadores críticos de desempeño los siguientes:

Costos logísticos como porcentaje de las ventas. Muestra los valores por periodos de los costos agrupados y luego divididos por el total de las ventas. Los costos que se tienen en cuenta son los relacionados con: mantener el inventario, administrar la operación, gestión y manipulación de inventario y transporte de distribución. Permite visualizar el porcentaje de los costos como parte de las ventas; y mide el impacto de los costos logísticos en la operación total de la empresa.

Costo total de logística. Son cinco (5) los costos que conforman el total de la operación logística: mantenimiento de inventario, administración de la operación, manejo, almacenamiento y manipulación de inventarios; transporte de distribución (directo o principal); y transporte de redistribución (secundario). Generalmente, estos valores son analizados por periodos mensuales.

Participación de cada tipo de costo logístico en el total de los costos. La fórmula para el cálculo de cada tipo de costo es:

³⁰⁷ Saldarriaga, Diego. Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Colombia, 2012, p.329-350.

³⁰⁸ Saldarriaga, Diego. Ibid.

$$Participacion\ en\ el\ total\ de\ los\ costos = \left(\frac{Tipo\ de\ costo}{Total\ costos} \right) * 100$$

Ecuación 8. Participación de cada tipo de costo logístico en el total de los costos³⁰⁹

Pedidos entregados a tiempo. Establece el nivel de cumplimiento en la entrega del pedido, según el periodo de tiempo pactado. Para un cliente, un pedido es entregado a tiempo cuando cumple la fecha y hora de entrega convenida.

$$Pedidos\ entregados\ a\ tiempo = \left(\frac{número\ pedidos\ a\ tiempo\ en\ un\ periodo\ "x"}{Total\ de\ pedidos\ solicitados\ en\ el\ periodo\ "x"} \right) * 100$$

Ecuación 9. Pedidos entregados a tiempo³¹⁰

Fill Rate. Es el porcentaje de llenado de la orden, consiste en calcular el porcentaje de despachado de la orden, así, si de 1000 artículos que se pidieron, sólo se entregan 960, el fill rate es del 96%. Su fórmula para el cálculo es:

$$Fill\ Rate = \left(\frac{número\ de\ unidades\ entregadas\ del\ pedido}{Total\ de\ unidades\ ordenadas} \right) * 100$$

Ecuación 10. Fill Rate

Pedidos entregados completos. Revela el nivel de cumplimiento en la entrega de pedidos completos al cliente.

$$Pedidos\ entregados\ completos = \left(\frac{n\ pedidos\ entregados\ completos}{Total\ de\ pedidos\ solicitados} \right) * 100$$

Ecuación 11. Pedidos entregados completos

³⁰⁹ SALDARRIAGA, Diego. Op cit., p. 1.

³¹⁰ SALDARRIAGA, Diego. Ibid.

ANEXO AD. Profundización de las buenas prácticas que influyen en el alistamiento de pedidos (organizadas por autor)

Conocer a profundidad el comportamiento del proceso, y su evolución año tras año no es lo único en lo que debe enfocarse la organización. También es necesario mejorar el desempeño de dicho proceso con el fin de permanecer en el mercado como una empresa competitiva. Es por ello, que muchos profesionales adoptan las buenas prácticas como una forma de impulsar dicha mejora.

De hecho, estudios del Centro Americano de productividad y calidad (APQC por sus siglas en inglés) y del Grupo de Desempeño de Evaluación Comparativa (benchmarking performance group) afirman que se presenta un alto retorno a la inversión en las empresas que implementan dichas prácticas. Además, asociaciones de profesionales líderes en la cadena de suministro como La Junta de Profesionales de Administración de la Cadena de Suministro (CSCMP por sus siglas en inglés) y La Junta de Educación e Investigación de Almacenes (WERC por sus siglas en inglés) coinciden en que la evaluación comparativa, da resultados³¹¹.

Según **Edward Frazelle**³¹², algunas buenas prácticas son:

- Las estrategias operativas de los centros de distribución, pueden ser fundamentadas por la variedad de mezclas entre pedidos. Las mezclas de mayor ayuda son las de familias de producto, manipulación por unidad e incrementos en las órdenes.

³¹¹ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

³¹² FRAZELLE, Edward. Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management. New York. 2002, p. 231 – 240.

- La mezcla de familias de producto es un indicador de la zonificación del almacén. Si por ejemplo, el 75% de los pedidos pueden ser completados en una única familia de productos, se sugiere la zonificación del almacén por dichas familias, lo que daría lugar a eficientes células de trabajo, aumento de la productividad y un mejor nivel de servicio al cliente. Además, se debería tender a recibir los productos de acuerdo a dichas familias.

Para el caso de Comertex S.A., en la unidad estratégica de materias primas el 1,65% de las órdenes presentan mezcla entre líneas (plano, punto o no tejido) en los pedidos y en producto terminado el 0,11% presentaron mezcla entre líneas, por tanto, a partir de la buena práctica se puede concluir que el almacén deben estar zonificados de acuerdo a cada línea de productos.

- Las mezclas de familias en cada pedido deben ser tomadas en cuenta para la ubicación de la mercancía y la construcción del pallet a despachar, pues una mala zonificación podría llevar a consumir un mayor tiempo de recorrido ya que sería probable que se deba llevar el pallet de una zona a otra muy retirada, con el fin de completar las órdenes.
- Es preferible el manejo del producto por un pallet completo que el manejo de cientos de productos uno a uno; lo cual, no sólo es una buena práctica para la empresa, sino también para sus clientes, quienes querrían recibir un pallet completo que se puede manejar en una unidad de carga a manejar las cajas o artículos sueltos. Por tanto, se debe estudiar la posibilidad de formar medio pallet o un cuarto del mismo, así, cuando un cliente hace un pedido de esta cantidad, la unidad de carga ya estaría configurada y el alistamiento consumiría menor tiempo.

- Los pallets deberían estar formados desde el proveedor, sin embargo, si el almacén no está conectado a la fabricación, el mejor escenario es configurar las unidades de carga en el momento de la recepción del producto.
- En algunas bodegas de talla mundial, el alistamiento por pallets completos o parcialmente llenos se realiza en áreas diferentes a la ubicación en estantería donde el alistamiento es por unidades, por tanto se requiere estudiar el comportamiento de los pedidos para establecer si deben existir áreas separadas para el alistamiento por pallet y por unidades.

Para el caso de Comertex S.A. se identificaron referencias de materias primas que pueden ser opcionadas para almacenar por pallets y medios pallets en áreas diferentes a las de alistamiento por unidades. *Ver el ANEXO AE. Análisis para el almacenamiento de referencias en estibas y medias estibas.* Para la realización de la práctica se debe realizar previamente un análisis de costo/beneficio donde se evalúen los costos que impliquen destinar un área para pallets y medios pallets.

- Los almacenes de talla mundial fortalecen la práctica de ofrecer unidades de carga predefinidas en el momento de la venta; por ejemplo mediante descuentos en los precios, ya que esta práctica se traduce en un manejo más eficiente de la mercancía lo que implica un ahorro en recursos.

En el caso de Comertex S.A. los vendedores deberían tener conocimiento de las unidades de empaque e incentivar la compra de las mismas. Por ejemplo, bultos completos de láminas, cajas de producto terminado y rollos completos (sin corte).

- Si al analizar el comportamiento de los pedidos no se presentan mezclas en los casos de alistamiento de caja completa y caja abierta (alistamiento por unidades), es

una buena práctica crear áreas separadas para los artículos clasificados en cada uno de los casos.

- El despacho directo elimina toda la mano de obra, el tiempo, los recursos que normalmente se consumen y todos los errores que ocurren a menudo en el almacén. De acuerdo al autor, la mejor recepción es la que no se hace.
- En caso de presentarse en la bodega, los backorders son una excelente oportunidad para el cross-docking.
- Realizando cross-docking todas las actividades tradicionales de un centro de distribución son eliminadas (entrada del inventario, almacenamiento, reabastecimiento, alistamiento de pedidos) al igual que los costos que implican.

Implicaciones de la implementación:

- Una de las primeras actividades a realizar es conocer previamente el tipo y la cantidad de mercancía que se recibirá; el de tiempo de traslado desde el proveedor al centro de distribución y la hora a recibir, para de esta manera planear la asignación de recursos y realizar el proceso de despacho al cliente.
 - No inspeccionar ni almacenar la mercancía: el cross-docking elimina estas actividades dentro del centro de distribución ya que supone entregas certificadas y una constante evaluación a proveedores.
 - No existe almacenamiento de productos
 - Las ordenes de salida (ordenes de los clientes), son transportadas inmediatamente al muelle de salida correspondiente.
 - Desplazar la mercancía entrante directamente al muelle de despacho.
- Adicionalmente, el cross-docking tiene ciertos requisitos para la comunicación y el cargue de los artículos, los cuales deben ser cumplidos antes de su

implementación. En primer lugar, el empaque de cada producto debe ser identificable de forma automática a través de una etiqueta de código de barras o etiqueta de radiofrecuencia. En segundo lugar, los pallets entrantes deben contener una única referencia o estar configurado para su destino.

- Si los pedidos de una misma línea son pequeños, pueden ser agrupados en un lote y recogidos en un solo recorrido, adicionalmente, si estos pedidos son organizados secuencialmente para ser seleccionados de acuerdo a la ubicación en la bodega, se crearían rutas de alistamiento eficientes.

Para el caso de Comertex S.A. en el presente proyecto se estudió una forma de agrupación en lotes de una misma línea, de acuerdo a la buena práctica. Adicionalmente, también se tomó como criterios de agrupación la unidad de carga máxima (el pallet) y el tiempo de llegada de los pedidos.

- Si se está hablando de comercio minorista, supermercados o comerciantes de distribución, donde el cliente es una tienda, supermercado o concesionario, la mayoría de veces se presentan pedidos con alrededor de diez líneas cada uno, por tanto, hay suficiente trabajo que hacer en cada orden, si el pedido es muy grande, podría ser dividida en cargas para la recolección por olas y por zonas.

Para el caso de Comertex S.A. es poco probable que se presente este comportamiento en las órdenes de pedido, puesto que para la UEN de materias primas el 98,35% de los pedidos tienen una sola línea y en producto terminado es de 99,89%.

- Las organizaciones logísticas de clase mundial, también se asocian con proveedores estratégicos de diversos servicios logísticos, para la gestión del

transporte, almacenamiento, sistema de información, consultoría, benchmarking, capacitación profesional, entre otras.

La decisión de externalizar para cualquiera de estos servicios de logística debe hacerse continuamente (debido a que tanto el entorno empresarial como la logística, cambian constantemente) y cuidadosamente. Dicho esto, se sugiere tomar como criterios de decisión que justifiquen la externalización de una actividad logística, las siguientes recomendaciones:

- Debe existir un proveedor 3PL (*"Third Party Logistics"* (*logística tercerizada*) en la industria.
 - Deben existir economías de escala para el 3PL
 - La tercerización es aceptable para la base de clientes
 - El 3PL tiene un sistema de gestión de almacenes mejor.
 - Existe una cultura compatible en términos de servicio entre el 3PL y el usuario.
-
- Debería existir un consejo logístico compuesto por individuos cuyas decisiones afectan los flujos de materiales, información y dinero a través de la organización. Un típico consejo logístico incluye representantes de transporte de entrada y salida, almacenamiento, compras, planificación de inventario, servicio al cliente, fabricación, tecnología de la información y finanzas. El consejo debe reunirse por lo menos cada tres meses (preferiblemente mensualmente) para comenzar a coordinar la planificación y ejecución de todas las actividades que afectan la logística.
 - Es una buena práctica la elaboración de políticas de servicio de proveedores, que consiste en un conjunto de pautas para la elección de los mismos, el seguimiento de su desempeño y el diseño de programas para la logística de entrada. La política de servicio del proveedor incluye:

- *Criterio de certificación de proveedores.* Un paso clave en la planificación es la creación de un conjunto de criterios de certificación de proveedores, un conjunto de medidas de desempeño, capacidades logísticas y otros requisitos de negocio que debe ser alcanzado o superado para calificar a un proveedor y que así este pueda participar en la base de suministro de la empresa.

El sistema de información logístico debe calcular, controlar y reportar el desempeño de los proveedores según estos criterios pre-establecidos de certificación como la entrega a tiempo, la calidad del suministro, documentación, etiquetado, embalaje y porcentaje de orden de compra perfecta.

- *Las sanciones por no conformidad.* Una actividad importante en el seguimiento de los criterios creados para la certificación de proveedores es el diseño de premios y castigos al desempeño extraordinario o a la no conformidad de los criterios establecidos. Recompensas típicas son calificativos altos a los proveedores para contratos a largo plazo o para considerarlos como únicos proveedores. Sanciones típicas incluyen multas por violaciones específicas a los criterios de certificación, reducciones de abastecimiento y/o rechazo de recepciones. El Sistema logístico debe automatizar y apoyar un programa de devoluciones por no conformidad con los criterios ya establecidos.

Otra organización clasifica a su proveedores como sombrero blanco (*White hat*) o sombrero negro (*black hat*); categorías basadas en su historia en la calidad de entrega. Los proveedores de sombrero negro pagan \$US20 por cada hora de inspección en la recepción.

Un cliente minorista de otra organización sanciona de acuerdo a cada factura. Este inspecciona cada recibo y toma una foto de cada no conformidad, factura al proveedor por cada violación en función de su cuota de penalización e incluye la fotografía con dicha factura.

- *Clasificación de proveedores.* Con base en el desempeño de las metas establecidas y el volumen de la logística de entrada, los proveedores deben ser clasificados en tres o cuatro segmentos. Donde el sistema de información logístico debe clasificar continuamente los proveedores en función de su desempeño respecto a los estándares de certificación.

Un gran distribuidor clasifica a los proveedores como luz roja (inspección del 100% de la recepción), luz amarilla (50% de inspección en la recepción) y verde (inspección al 5% de la recepción).

Para el caso de Comertex S.A. la implementación de ésta buena práctica evitaría la realización de actividades como: inspección del empaque de la mercancía, estado de la mercancía y contenido de la unidad de empaque; reduciendo así, el tiempo de alistamiento de pedidos.

- Para el almacenamiento de los productos, el principio fundamental es el de asignar los artículos más populares en las ubicaciones más accesibles del almacén. Uno de los errores más comunes es el uso de la medida de popularidad inadecuada, tomando dicha medida como las ventas o la cantidad de cada artículo requerida por el cliente, siendo esta última la adecuada pero no suficiente para la asignación de ubicaciones de almacenamiento.

La asignación correcta de ubicaciones de los productos se basa tanto en la popularidad como en el volumen de movimiento. Por ejemplo, los artículos con un

alto volumen de movimiento y frecuente rotación, necesitan ser reabastecidos con frecuencia, por tanto, requieren de una ubicación más grande en comparación con los elementos de bajo volumen de movimiento.

En el presente proyecto, las ubicaciones propuestas para las referencias Pareto se asignaron de acuerdo a su popularidad, su volumen de almacenamiento y su frecuencia de pedido, es decir, su popularidad y volumen de movimiento.

- Evaluar de forma cuantitativa el desempeño de un almacén mediante indicadores claves como:
 - Precisión en la entrada de existencias: El porcentaje de artículos almacenados correctamente.
 - Precisión del inventario: El porcentaje de ubicaciones del almacén sin desajustes de los inventarios.
 - Precisión en el alistamiento: El porcentaje de pedidos alistados sin errores.
 - Precisión en el envío: El porcentaje de pedidos enviados sin errores.

Según el autor **Ashish Bhatnagar**³¹³ (2009), las buenas prácticas pueden llegar a variar significativamente de una empresa a otra según el comportamiento de los pedidos y el proceso de alistamiento que ésta maneje. No obstante, las empresas de talla mundial usan algunas prácticas en común para satisfacer la demanda. Algunas de las buenas prácticas empleadas a nivel mundial según el autor son:

- Analizar y entender la forma en que los clientes hacen los pedidos.
- Gestionar el flujo de pedidos en el área de alistamiento.
- Tecnología y métodos de documentación.

³¹³ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

- Indicadores de desempeño.
- **Analizar y entender la forma en que los clientes hacen los pedidos.** El análisis de los perfiles de pedidos mediante datos históricos es el primer paso para establecer estrategias y métodos eficientes para el proceso de alistamiento ya que provee cierto conocimiento sobre el comportamiento de los productos y facilita la programación y control de las actividades de la bodega (Ashish Bhatnagar, 2009)³¹⁴.

Consiste en tomar datos históricos de pedidos y estudiar a totalidad los perfiles de los mismos basándose en las mezclas de referencias, el tamaño de las órdenes, el número de líneas existentes en cada orden, la frecuencia de pedido de cada cliente, entre otras.

De acuerdo Ashish Bhatnagar³¹⁵, los pedidos siguen la regla 80/20, donde el 80% de las órdenes están compuestas de un 20% de las referencias. Al identificar el comportamiento de ese 20% de las referencias, se puede definir la estrategia de alistamiento adecuada que reduzca la mayor parte del tiempo del alistamiento. Entre las opciones están:

- Alistamiento dedicado
- Alistamiento por lotes
- Alistamiento por olas
- Alistamiento por zonas

El autor también aseguró, que las mejores empresas cuentan con un proceso de revisión de sus actividades de alistamiento al menos una vez al año para asegurarse que están usando los métodos que más se acomoden a sus perfiles de pedidos.

³¹⁴ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

³¹⁵ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

Muchas de ellas llevan a cabo tal revisión a través de un software de modelación o de una revisión de la información disponible en su sistema de gestión de almacenes (WMS por sus siglas en inglés). Asimismo, las empresas usan esta información para mejorar continuamente su estrategia de alistamiento y satisfacer las necesidades de sus clientes.

- **Gestionar el flujo de pedidos en el área de alistamiento.** Según Bhatnagar³¹⁶, la correcta administración de los pedidos que ingresan a la bodega permitirá minimizar la congestión y los cuellos de botella dentro de la misma. Para lograrlo, se debe considerar:
 - *Evaluar la ubicación de los productos.* Al almacenar las referencias que se piden frecuentemente en ubicaciones de fácil acceso, se facilita el manejo de las mismas y se reduce la fatiga y posibles lesiones por manipulación de cargas pesadas.

Dicha clasificación de las referencias se realiza comúnmente mediante un diagrama de Pareto teniendo en cuenta como criterio la rentabilidad, la frecuencia pedida, cantidad pedida, costo de la mercancía, entre otros. El criterio seleccionado depende de las necesidades y los objetivos de la organización.

- *Diseñar un área de alistamiento para eliminar los excesos en desplazamientos.*
- *Establecer un balance entre los sistemas manuales y los automatizados.* Aunque el uso de bandas transportadoras y otros equipos automatizados

³¹⁶ BHATNAGAR, Ashish. Textbook of Supply Chain Management. India, 2009, p. 165-168.

pueden hacer el proceso eficiente, si el volumen de pedidos no es alto la automatización de la bodega puede no ser rentable.

- **Tecnología y métodos de documentación.** Algunos de las tecnologías y métodos de documentación son:
 - *Rótulos de despacho/documentos de alistamiento.* Funciona correctamente cuando se maneja un alistamiento dedicado (pedido a pedido); así, cuando la orden es alistada, ésta es llevada inmediatamente a la zona de despacho y al mismo tiempo se adhiere el respectivo rótulo de empaque.
 - *Terminales portátiles de radio frecuencia e impresoras portátiles.* Se envía una tarea de alistamiento al dispositivo de radio frecuencia, y el alistador prepara el pedido recibido, prácticamente sin ningún tipo de papeleo.
 - *Tecnología de selección por luz (Pick to light).* Éste también permite un *alistamiento sin papeleos*. Un sistema de luces ubicado a lo largo del área de alistamiento está vinculado con los sistemas tanto de pedidos como de inventarios. El alistador toma los productos resaltados por el sistema de luces y posteriormente confirma cada producto tomado en el sistema. El sistema entonces queda con la capacidad de realizar las transacciones de inventario, realizar los registros de pedidos y manejar los requerimientos de reaprovisionamiento.
 - *Tecnología de alistamiento por voz (voice picking).* Mensajes por voz asignan tareas a los alistadores, quienes a su vez pueden usar vocabulario común para darle comandos al sistema. El sistema también ayuda a dirigir al empleado a la ubicación donde se encuentra el producto a alistar. El sistema de reconocimiento por voz es flexible y permite cambiar rápidamente según las prioridades de los pedidos.

La implementación y uso de la tecnología previamente mencionada requiere de una inversión inicial y de un estudio detallado de los procesos, referencias, pedidos e incluso de las condiciones existentes en el cedi y permitan la selección de la tecnología más apropiada según las características de la bodega. Adicionalmente, se debe considerar la necesidad de automatización, partiendo principalmente de los volúmenes de ventas.

- **Indicadores de desempeño.** Consisten en medir tanto lo que el cliente percibe como lo que permita impulsar a una mejora en los procesos dentro de la bodega. Las empresas a nivel mundial, se esfuerzan por vincular los indicadores a la satisfacción del cliente y manejar las mejoras mediante:

- Medición de las actividades diarias de los principales procesos.
- Medición de la precisión y el rendimiento a nivel individual.
- Conocer los indicadores de rendimiento en el almacén y emplearlos como punto de partida para una evaluación del desempeño diaria.
- Inclusión a los trabajadores en programas de mejora.
- Recopilación de información, sugerencias e información de los alistadores de pedidos.
- Información a los clientes sobre los indicadores orientados al consumidor.

- **Estratificación de las referencias.**

Según **Tompkins**³¹⁷ (2010), independientemente del tamaño, objetivo, volumen, inventario, demanda del cliente, o tipo de sistema de control en la operación de una

³¹⁷ TOMPKINS, James A. Facilities planing. Estados Unidos, 2010, p. 433-442.

bodega, existen ciertos principios que pueden ser aplicados para mejorar la eficiencia en el alistamiento de pedidos.

1. Regla del Pareto. En la operación de una bodega, un pequeño número de SKU's conforma una gran porción del inventario. Esto puede ser medido según el valor que o el volumen que representa dicha mercancía. Asimismo, un pequeño número de SKU's, representa una gran porción de la rentabilidad de la bodega. Este puede ser medido a partir del volumen de producto despachado o según el número de veces que se ha vendido. Si se agrupan los ítems de mayor popularidad, es posible reducir los tiempos de desplazamiento en la bodega durante el alistamiento.
2. Documento de alistamiento claro y fácil de leer. Un documento debe contener instrucciones específicas del pedido para el alistador, haciendo su trabajo lo más sencillo posible. Uno de los errores más comunes, es asignar el papeleo de despacho como papeleo de alistamiento. El problema, es que éste incluye información extra que es necesaria para el encargado del despacho más no para el alistador. La información presentada en una orden debe ser: ubicación, número de inventario, descripción, unidad de empaque y cantidad requerida. Adicionalmente, cualquier etiquetado o empackado especial que requiera, debe estar registrado en la orden. Por supuesto, la implementación de terminales de radio frecuencia elimina el papeleo y ofrece una documentación a tiempo real de las ordenes.
3. Rutas pre-establecidas. Un documento de alistamiento es el encargado de controlar el proceso. El viaje de un auxiliar a través de la bodega de forma aleatoria es consecuencia de la inexistencia de una ruta preestablecida en la orden de pedido. Se debe ordenar el pedido según la ubicación de los productos para definir una ruta que reduzca el tiempo de recorrido.

4. Almacenamiento de la mercancía de forma eficiente. No es posible tener un proceso de alistamiento eficiente sin un sistema efectivo de almacenamiento. Para seleccionar un artículo, primero debe ser encontrado. Si no se conoce la ubicación específica del artículo buscado, entonces se empleará mucho tiempo en la búsqueda de dicho producto. Esta acción no agrega valor y tampoco hace productivo el proceso. Sin una ubicación, es imposible apreciar la ventaja de la ley de Pareto. Sin un sistema de almacenamiento, no es posible tener un documento de alistamiento con una definición específica de la ruta a aplicar.

5. Eliminar y mezclar tareas del alistamiento cuando sea posible. Los elementos involucrados en el trabajo humano que se requiere en el proceso de alistamiento incluye:
 - Desplazamiento hasta, desde y entre las ubicaciones de los artículos a recoger
 - Selección (extracción) de los artículos de sus lugares de almacenamiento.
 - Desplazamientos horizontales y verticales (según sea el caso) para tener acceso a los lugares de alistamiento.
 - Clasificar los artículos según las ordenes.
 - Documentación de las transacciones en el proceso.
 - Empaque.
 - Búsqueda de lugares de almacenamiento.

Cuando las actividades que componen los procesos no pueden ser eliminadas, pueden llegar a ser combinadas de tal manera que se pueda aumentar la productividad del alistamiento de pedidos.

- a. Desplazamientos y recolección de mercancía. La automatización del alistamiento y almacenamiento de tal manera que se logre rapidez y precisión en el alistamiento de pedidos.
 - b. Desplazamientos y documentación. Tras la implementación de tecnología encargada tanto del almacenamiento como del alistamiento de la mercancía, el alistador está libre para documentar las transacciones realizadas, clasificar los productos o empacarlos.
 - c. Alistar y clasificar. Si un alistador completa más de una orden en la recogida de los artículos, el alistador debe contar con equipo que contenga divisiones de tal manera que el trabajador pueda clasificar la mercancía al mismo instante que la recoge.
 - d. Alistar, clasificar y empacar. Cuando el volumen de una orden es pequeño, el alistador puede clasificar la mercancía y empacarla inmediatamente, sin necesidad de llevarla a la zona designada para el alistamiento y empaque.
6. *Establecer áreas separadas para reserva y alistamiento por unidades.* Si una minoría de artículos en una bodega genera la mayoría de selecciones, debería establecerse un área que contenga el inventario de estas referencias, el área de alistamiento por unidades, el de menor tiempo de viaje y mayor productividad; sin embargo, esta requiere de un reaprovisionamiento entre esta y el área de reserva.
7. Balancear la carga de trabajo en las actividades del alistamiento para reducir congestiones.
8. *Evitar contar.* Si no es posible reducir la actividad, debería medirse y no contar. Para eliminar los errores al contar, se debe eliminar o simplificar la actividad. Por ejemplo, el empaque puede ser diseñado para contener una cantidad razonable de producto relativa a la cantidad ordenada, si el empaque con el que se recibe el producto contiene 1000 unidades y la cantidad ordenada generalmente es de 100 unidades, entonces la

unidad empaque en la recepción es demasiado grande. El problema es similar a los productos empacados en unidades individuales si lo que ordena el cliente generalmente son 100 unidades; para este caso, la unidad de empaque es muy pequeña.

Otra forma de resolver este problema es midiendo lo que generalmente se cuenta, por ejemplo, las balanzas electrónicas pueden ser exactas y pueden mejorar la productividad, especialmente cuando se cuentan artículos muy pequeños.

9. *Confirmar la selección.* Es crítico para la precisión de los pedidos que los recolectores verifiquen si la cantidad seleccionada es la cantidad requerida e informen si es diferente. Esto elimina confusiones en el despacho y el recibo de los clientes. Esta actividad deber realizarse en el transcurso del recorrido.
10. Diseñar los vehículos de alistamiento para minimizar el tiempo de clasificación, los errores y mejorar la comodidad del recolector.
11. Eliminar el manejo de documentación física en el alistamiento de pedidos. Los documentos son una de las principales causas de imprecisiones y disminución de productividad en el alistamiento. La implementación de tecnologías en el proceso (alistamiento por luz, por voz, radiofrecuencia, entre otras) han sido exitosas en la eliminación del flujo de documentos.

Por otra parte **Saldarriaga**³¹⁸ propone como buenas prácticas:

- En los almacenes de poca altura pero con gran superficie no se recomienda que un operario atienda solamente un pedido, ya que los tiempos de desplazamiento serán

³¹⁸ SALDARRIAGA, Diego. Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Colombia, 2012, p. 184 - 213

muy largos. Para este caso deben utilizarse zonas de alistamiento y varios operarios, los cuales organizan el pedido en una zona de consolidación.

- Al igual que Bhatnagar, Saldarriaga propone que se establezcan revisiones del perfil de pedidos periódicamente, ya que la popularidad y el margen de contribución de los productos puede cambiar.
- Los productos que deben ser privilegiados con una buena ubicación en el centro de distribución, no siempre son los productos de mayor volumen de ventas, pues hay que contemplar que lo que genera costos en un centro de distribución son los desplazamientos.
- Siempre se debe mantener los pasillos y corredores despejados; las cajas, arrumes, estibas o suciedad, distrae y disminuye la velocidad de operación en el alistamiento.
- Es posible que los pedidos se hagan por familias, marcas o grupos de productos con cierta afinidad, por tanto, se debe establecer cuáles de estos artículos se piden juntos y así ubicarlos contiguos.
- Ubicar los productos al nivel de la cintura de los operarios genera mayor velocidad en el alistamiento de la orden.
- Es indispensable que los productos más populares en las órdenes estén más cerca de los muelles o puertas de embarque. Se le denomina popularidad a la repetitividad de los desplazamientos al sitio de almacenamiento.

- Mantener un adecuado inventario de estibas, canastas o recipientes para el alistamiento, de manera que se eviten las interrupciones en la operación por falta de estos elementos.
- Capacitar al personal y dar a conocer los resultados del servicio.
- Registrar el peso de los pedidos, esto ayuda a regular la pérdida desconocida.
- Para el reaprovisionamiento, se recomienda que el área designada al alistamiento tenga el número de pallets necesarios para la operación de un día completo o al menos un turno de trabajo, asimismo, los reabastecimientos deben realizarse en el turno de menor operación del cedi, de tal manera que al inicio del turno con mayor nivel de operación, todas las ubicaciones de dicha área ya estén surtidas.
- En un centro de distribución los artículos más importantes son los que cumplen dos condiciones: la primera es que tengan alta popularidad y la segunda que tengan un elevado margen de contribución³¹⁹. Estos productos son lo que deben estar en lugares privilegiados en su localización y deben ser alistados en primera instancia, para lo cual es necesario que las listas de recolección estén ordenadas por una ponderación de estos dos factores y se alisten primero las que tengan dichos artículos.
- Para tomar decisiones con respecto al diseño del área de alistamiento y la ubicación de las referencias, hay que valorar con exactitud la rotación de los productos. La herramienta más usual es la caracterización ABC con la cual se clasifica la mercancía según sus niveles de rotación en las ventas, margen de contribución y/o

³¹⁹ El margen de contribución es el precio de venta menos el costo variable.

su popularidad³²⁰; asignando a la primera categoría (A), los productos que no deben ubicarse en lugares difíciles, es decir a gran altura o muy lejos del despacho.

- Existe una opinión generalizada, de que aún en un sistema manual de alistamiento de pedidos, debe existir un control de inventarios en tiempo real. La información en tiempo real se está utilizando con éxito en los sistemas de alistamiento operarios a producto, gracias a los códigos de barras, la transmisión de datos por radiofrecuencia y (más recientemente) las aplicaciones por voz, pues se constituyen como mecanismos muy fiables reduciendo casi por completo los errores.
- Un indicador, es una herramienta utilizada para medir el grado de cumplimiento de un objetivo, por lo tanto, éstos deben ser seleccionados según las características operativas de la empresa, debiendo estar perfectamente definidos, negociados y aceptados por los responsables de la consecución del objetivo al que se refieren³²¹.

Así, los indicadores en una organización permiten identificar problemas operativos, evidenciar la eficiencia de los recursos; catalizar el grado de competitividad de la empresa, en comparación con sus competidores; conocer el grado de satisfacción del cliente (en cuanto a tiempo y costos) y propiciar oportunidades para reducir gastos. Por tanto, facilitan el control del proceso que se está midiendo; de tal manera que se tiene información del estado de la actividad, que puede llegar a ser útil si es comparado con unos objetivos predeterminados, o bien si se estudia su evolución histórica y tendencia, ya que de lo contrario sólo proporcionarían una imagen de la empresa.

Un indicador de desempeño en logística debe ser cuantificable, consistente, agregable y comparable. Entre los más importantes se encuentran:

³²⁰ *Popularidad*: Número de veces que una referencia se encuentra en las ordenes de pedido.

³²¹ ANAYA, Julio; POLANCO, Sonia. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: España, 2007, p. 85.

- Porcentaje de costos logísticos sobre las ventas.
 - Porcentaje de pedidos perfectos.
 - Productividad de la fuerza de trabajo en logística.
 - Rotación de inventarios.
 - Densidad del almacenamiento.
 - Exactitud del pronóstico.
 - Ciclo total de la orden del cliente.
 - Fill rate, nivel de servicio o disponibilidad del producto.
 - Porcentaje de utilización de los recursos.
 - Exactitud de inventario.
 - Costos logísticos por unidad de empaque.
- Una metodología de estratificación de las referencias en el alistamiento ayuda a hacer más productivo el proceso. Cada referencia dentro del portafolio de productos, posee una dinámica propia, por tanto, para su manejo óptimo es necesario conocer:
- Ventas por mes.
 - Popularidad de los SKU's en las órdenes de pedidos.
 - Número promedio de SKU's a despachar por día.
 - Promedio de cajas a despachar por SKU's.
 - Número de cajas por pallet.
 - Volumen de pedidos para un día típico.
 - Número de cajas a despachar en ese día típico.
 - Desviación estándar de las cajas por día.

Mediante dicha estratificación, se logra identificar las referencias significativas para la empresa (según sea el caso) y en consecuencia, se podrá tomar decisiones de

ubicación y almacenamiento de las mismas teniendo en cuenta los resultados de tal clasificación. La clave es considerar el modo de convertir un costo en una ventaja competitiva. Cuanto más tiempo y esfuerzo se dedique a mover un producto, más elevado es el costo del alistamiento.

Sumado a lo anterior, otros autores proponen como buenas prácticas las siguientes:

- Cuando un auxiliar ha iniciado su recorrido a través de la bodega con el fin de alistar un pedido, se debe evitar cualquier tipo de interrupciones en este proceso o la asignación de una nueva tarea (Henn y Von Guericke, 2012)³²².
- Conformar lotes de pedidos en una bodega con pasillos paralelos reduce el tiempo de alistamiento, ya que en muchas bodegas el número de productos por recogida es menor que lo almacenado por unidad de carga (Gademann, Van Den Berg y Van Der Hoff ³²³, 2000).
- Cuando se ha identificado que el número de despachos de un artículo es de al menos un pallet, se puede lograr un mejoramiento en la productividad del alistamiento al establecer una cantidad determinada de ese artículo en pallets listos para recoger, adicional a la cantidad almacenada para el alistamiento por unidades (Henn y Von Guericke, 2012)³²⁴.

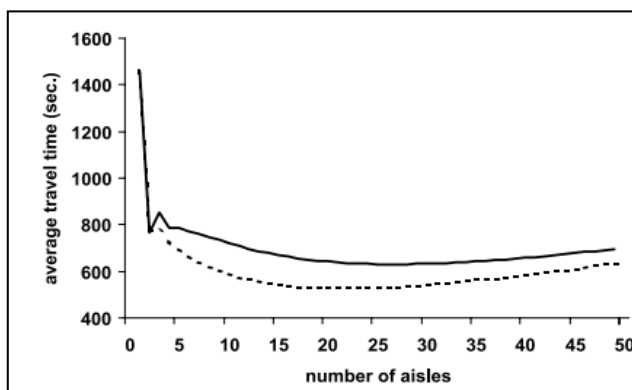
³²² HENN, Sebastian; VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Magdeburg: Germany, 2012.

³²³ GADEMANN, A.J.R.M., VAN DEN BERG, Jeroen P. y VAN DER HOFF, Hassan H. An order batching algorithm for wave picking in a parallel-aisle warehouse. 2000.

³²⁴ HENN, Sebastian; VON GUERICKE, Otto. Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. Magdeburg: Germany, 2012.

- La distribución del almacén y el alistamiento deben estar diseñados para maximizar simultáneamente la utilización del espacio y el nivel de servicio (Hwang et al. 2004, p. 3874)³²⁵.
- En el diseño de un almacén de múltiples bloques debe existir un equilibrio entre el espacio utilizado y el tiempo que se ahorra en los recorridos al adicionar un pasillo transversal (Huber, 2011)³²⁶. Según el análisis realizado por Roodbergen y De Koster en el año 2000³²⁷ sobre el tiempo promedio recorrido en almacenes con dos bloques (un pasillo transversal en medio) se observa una disminución del tiempo de desplazamiento respecto a los almacenes de un solo bloque (*ver Figura 9*). Donde, la línea punteada equivale a los almacenes de dos bloques y la línea continua a los de un solo bloque.

Figura 9. Tiempo recorrido vs número de pasillos



Fuente 214. Kees Jan Roodbergen y René de Koster, 2000, p. 09

³²⁵ HWANG, H; Y, H. Oh; Y, K. Lee. An evaluation of routing policies for order-picking operations in low-level picker to part system. 2004. Citado por HUBER, Christian. En: Throughput analysis of manual order picking systems with congestion consideration. Alemania, 2011, p. 13.

³²⁶ HUBER, Christian. Throughput analysis of manual order picking systems with congestion consideration. Alemania, 2011, p.13.

³²⁷ ROODBERGEN, Kees Jan, DE KOSTER, René. Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. 2000.

A partir del grafico anterior, se observa que tanto para bodegas de uno y dos bloques, el aumento del número de sub-pasillos incide en la reducción del tiempo promedio de desplazamiento, sin embargo, dicha reducción es más significativa en bodegas de dos bloques. Por otra parte, el tiempo promedio de recorrido tiende a aumentar en bodegas con más de 25 sub-pasillos ya sean de uno o dos bloques.

- Los artículos con mayor movimiento deben almacenarse cerca de la salida, y los artículos pesados y de difícil manejo en zonas bajas, reservando las altas a los más cómodos (Soret, 2010)³²⁸.
- En una política de almacenamiento dedicado, el cálculo del espacio requerido debe ser igual a la suma del máximo inventario de cada producto en un determinado lapso de tiempo (Ghiani, Laporte y Musmano³²⁹, 2004).

³²⁸ SORET, Ignacio. Logística y operaciones en la empresa. España, 2010, p. 30.

³²⁹ GHIANI, Gianpaolo; Laporte, Gilbert; MUSMANO, Robert. Introduction to logistics systems planning and control. 2004, p. 167.

ANEXO AZ. Tiempo consumido en el desplazamiento vertical y horizontal de un equipo

En el desarrollo del artículo *“Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse though the implementation of class based storage”*, los autores Felix T.S. Chan y H.K Chan³³⁰ consideran dentro del diseño y las operaciones del almacén, la medición del tiempo y la distancia como factor importante; de esta forma, consideran que el tiempo consumido en la selección de un artículo en una estantería se divide en tres componentes: el tiempo de desplazamiento horizontal, el tiempo de desplazamiento vertical y el tiempo consumido por la selección del producto.

En el caso de la mercancía ubicada en el primer y segundo nivel de la estantería (fácil acceso), el alistador se desplaza hasta la ubicación del producto y toma la referencia adecuada. Por lo tanto, el auxiliar sólo consume el tiempo en los dos desplazamientos horizontales (ida y vuelta) y en la selección de los artículos. Por otra parte, para los productos ubicados en el tercero y cuarto nivel de las estanterías, el alistador debe alcanzar los artículos viéndose obligado a utilizar un equipo; en este caso en particular, una escalera. Por tanto, el auxiliar consume tiempo en los desplazamientos horizontales, verticales (subir y bajar la escalera) y en la selección de los artículos.

Lo anterior sugiere, sin lugar a duda, que el tiempo consumido en la selección de artículos ubicados en niveles altos sería mayor en comparación con el tiempo que consume la selección de los artículos ubicados en el primer o segundo nivel.

En consecuencia, los autores del artículo calcularon los tiempos de alistamiento para las dos situaciones (artículos ubicados en niveles altos y artículos ubicados en el primer

³³⁰ CHAN, Felix; CHAN, H.K. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse though the implementation of class based storage. 2010, p. 2691.

nivel) y corroboraron que la selección de artículos ubicados en niveles altos, implican mayor cantidad de desplazamientos y por ende, consume más tiempo.

Teniendo en cuenta lo realizado en el artículo anterior, y con el propósito de corroborar dicha conclusión con los equipos disponibles en la bodega, se calculó el tiempo consumido al seleccionar un artículo en el primer nivel de la estantería y el tiempo al seleccionar un artículo ubicado en el tercer nivel.

Para el cálculo se consideró la carretilla retráctil eléctrica:

- Velocidad de desplazamiento con carga y sin carga: 3.88 [m/s].
- Velocidad de elevación sin carga: 0.7 [m/s].
- Velocidad de descenso con carga: 0.55 [m/s].

Supuestos empleados:

- Altura del tercer nivel: 4,5 [m].
- Distancia del punto de partida/llegada a la estantería: 15 [m].
- Tiempo de selección del producto: [2 min] = 120 [seg].

Obteniendo,

Tiempo de desplazamiento horizontal: 3.87 [seg].

Tiempo de viaje (ida y vuelta desplazamiento horizontal): 7.74 [seg].

Tiempo de desplazamiento vertical (subida): 6.43 [seg].

Tiempo de desplazamiento vertical con carga (bajada): 8.18 [seg].

Entonces,

- Tiempo consumido en la selección de un artículo ubicado en el primer nivel: 127,74 [seg].

- Tiempo consumido en la selección de un artículo ubicado en el tercer nivel: 142,35 [seg].

De lo anterior se concluye, que el tiempo consumido al recoger un artículo ubicado en un nivel alto de una estantería es mayor al tiempo consumido al recoger un artículo en primero o segundo nivel, de tal manera que con el fin de reducir el tiempo en los desplazamientos, las referencias que presentan mayor COI deben ir en los niveles altos de las estanterías. Considerando además que cuando se requiere la utilización de un equipo de altura, es probable que se presente un consumo de tiempo en espera, ya que de estos recursos hay un número limitado.

ANEXO BH. Tablas de entrada y salida del modelo de simulación.

1. Tabla de registro de ubicación de productos en bodega

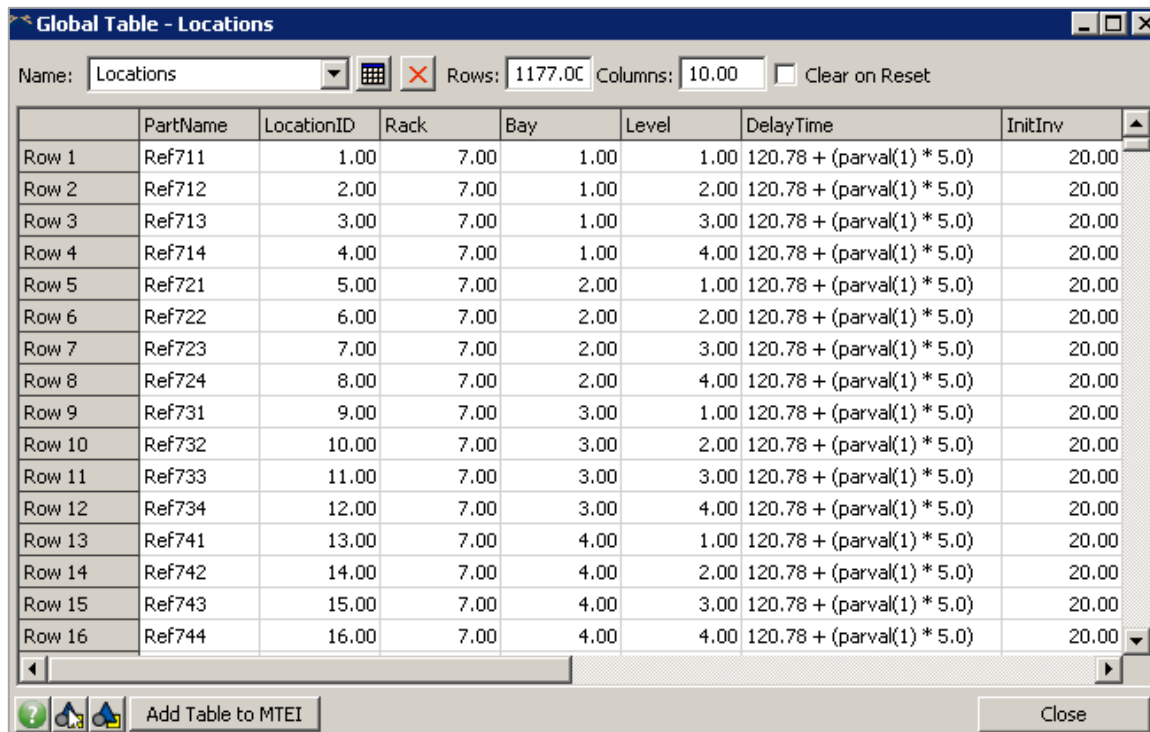
Como se había mencionado en anteriores ocasiones, el criterio para almacenar las referencias de consumo frecuente fue el índice volumétrico por orden (COI), según el cual se le asigna una ubicación específica a cada una de dichas referencias.

Posteriormente, cuando se ha establecido el rack, bahía y nivel de los *flowitems* (referencias), esta lista, previamente registrada en Excel, se ingresa a Flexsim en un *Global Table* denominada *Locations* (ver *Tabla 116*), en donde se encuentra el *PartName* o nombre de la referencia, compuesto por el prefijo Ref, el número del rack en el que esta ubicada, el nivel y la bahía (Ref711, Rack 7, nivel 1, bahía 1). Cada SKU tiene un *PartName* específico, a excepción de aquellas referencias que no son de consumo frecuente.

Continuando, la columna de *LocationID* corresponde a un número consecutivo asignado a la ubicación de cada referencia, es decir, este número representa la coordenada o punto exacto del SKU. Seguida a esta columna, están las del *Rack*, que representa el estante, *Bay* (la bahía) y *Level* (el nivel). La columna *Delay Time* representa el tiempo de selección del artículo, el cual cambia de acuerdo al tipo de referencia (si es pesada o no) y el nivel en el que se encuentre; sin embargo, estos tiempos son determinísticos y fueron asignados por unidad de empaque para cada SKU. Finalmente, se encuentra la *InitInv* o inventario inicial que se estableció en 20 artículos, aunque uno de los supuestos determina que no existirá desabastecimiento.

Cabe resaltar que para el proyecto, esta tabla se establece al iniciar la ejecución, de tal manera que la bodega arranca con todo el inventario.

Tabla 116. Global Table - Locations



	PartName	LocationID	Rack	Bay	Level	DelayTime	InitInv
Row 1	Ref711	1.00	7.00	1.00	1.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 2	Ref712	2.00	7.00	1.00	2.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 3	Ref713	3.00	7.00	1.00	3.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 4	Ref714	4.00	7.00	1.00	4.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 5	Ref721	5.00	7.00	2.00	1.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 6	Ref722	6.00	7.00	2.00	2.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 7	Ref723	7.00	7.00	2.00	3.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 8	Ref724	8.00	7.00	2.00	4.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 9	Ref731	9.00	7.00	3.00	1.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 10	Ref732	10.00	7.00	3.00	2.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 11	Ref733	11.00	7.00	3.00	3.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 12	Ref734	12.00	7.00	3.00	4.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 13	Ref741	13.00	7.00	4.00	1.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 14	Ref742	14.00	7.00	4.00	2.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 15	Ref743	15.00	7.00	4.00	3.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00
Row 16	Ref744	16.00	7.00	4.00	4.00	120.78 + (parval(1) * 5.0)	20.00

Fuente 215. Tomado del Software Flexsim 6.0. Lista de ubicaciones para la ruta de punto medio

PartName: Código que identifica el producto.

LocationID: Consecutivo que identifica la localización específica (Rack, Bay,Level).

Rack, Bay, Level: Estructura de codificación de las ubicaciones en el almacén (Estante – Bahía - Nivel).

DelayTime: Tiempo de retardo para simular la demora en la selección del elemento.

InitInv: Inventario inicial de cada producto en bodega.

Curlnv: Este campo debe tener como valor inicial el Intlrv, y en la medida en que la simulación avanza muestra lo que va quedando de inventario de cada producto.

2. Tabla de registro de pedidos (lista de pedidos)

Fueron generadas previamente en Excel, diez listas de pedidos, tomadas aleatoriamente de diez días de trabajo logístico en la compañía Comertex S.A., para representar cada uno de los escenarios propuestos. Dichas listas fueron ingresados al *Global Table – Orders* (ver Tabla 117).

Tabla 117. Global Table - Orders



	TripID	LocationID	PartName	Amount	Resource
Row 41	26.00	198.00	Ref1342	5.00	1.00
Row 42	27.00	887.00	Ref3741	15.00	1.00
Row 43	28.00	887.00	Ref3741	2.00	1.00
Row 44	29.00	54.00	Ref872	10.00	1.00
Row 45	30.00	7.00	Ref723	2.00	2.00
Row 46	30.00	766.00	Ref3741	1.00	2.00
Row 47	31.00	34.00	Ref822	3.00	1.00
Row 48	32.00	13.00	Ref741	1.00	1.00
Row 49	33.00	22.00	Ref762	1.00	1.00
Row 50	34.00	163.00	Ref1233	3.00	3.00
Row 51	34.00	207.00	Ref1362	1.00	3.00
Row 52	34.00	888.00	Ref3741	1.00	3.00
Row 53	34.00	889.00	Ref3741	1.00	3.00
Row 54	34.00	890.00	Ref3741	1.00	3.00
Row 55	34.00	891.00	Ref3741	1.00	3.00
Row 56	34.00	892.00	Ref3741	1.00	3.00
Row 57	34.00	893.00	Ref3741	1.00	3.00

Fuente 216. Tomado del Software Flexsim 6.0. Primer lista de pedidos para punto medio.

TripID: Debe asociarse a la orden de despacho en particular, al recorrido que debe realizar el recurso (que no necesariamente corresponde a un pedido en específico), esto dependerá del escenario que se esté evaluando, política de lotes ó de pedido a pedido, donde para la política de lotes, se agrupan varios pedidos en un solo viaje,

mientras que en pedido a pedido, cada viaje representa una orden de pedido del cliente.

LocationID: Consecutivo que identifica la localización específica (Rack, Bay, Level) y conecta con la tabla de *Locations*.

PartName: Código que identifica el producto, debe coincidir con el referido en la tabla de *Locations*.

Amount: Número de unidades a seleccionar de cada producto asociado a una orden de despacho.

3. Tabla de estadísticas

En esta tabla, denominada Global Table - Outputs se almacenan todas las estadísticas de salida correspondientes los recursos. Los registros que generalmente se presentan son promedio, máximo y mínimo del tiempo de viaje, número de viajes, número de selecciones (promedio, máximo y mínimo) y distancias recorridas.

Gráfico 97. Tablas estadísticas

Global Table - Outputs							
Name:	Outputs	Rows:	19.00	Columns:	7.00	☒ Clear on Reset	
	Total	Operator1	Operator2	Operator3	Montacargas	Elevador1	Elevador2
NumTrips	97.00	39.00	26.00	15.00	6.00	8.00	3.00
NumPicks	185.00	73.00	42.00	18.00	15.00	25.00	12.00
DistanceTravelled	10042.42	4157.57	2685.41	1470.27	606.35	815.61	307.20
AveTimePerTrip	183.46	170.76	189.43	130.65	256.98	278.14	161.24
MinTimePerTrip	44.37	44.57	44.57	44.57	44.37	136.03	139.65
MaxTimePerTrip	701.42	701.42	481.86	321.49	690.07	499.66	184.77
AveDistPerTrip	78.55	80.74	77.68	73.12	79.52	79.04	81.75
MinDistPerTrip	31.48	31.48	31.48	31.48	65.58	55.00	72.02
MaxDistPerTrip	160.87	122.76	160.87	127.14	108.57	105.91	93.98
AveTimePerPick	85.76	79.34	104.30	90.99	94.84	86.80	38.57
MinTimePerPick	0.00	0.00	0.00	0.00	23.17	6.76	152.03
MaxTimePerPick	461.55	283.58	461.55	169.19	145.19	265.14	171.28
AveDistPerPick	19.89	20.80	23.82	27.43	16.92	11.80	9.78
MinDistPerPick	0.00	0.00	0.00	17.12	22.60	3.15	27.39
MaxDistPerPick	63.87	49.05	63.87	46.69	42.84	40.08	39.19
CurTripStartTime	0.00	9943.97	9843.97	10043.97	3322.65	7737.83	8137.83
CurTripStartDist	0.00	4039.65	2567.48	1402.81	497.79	729.45	235.18
CurPickStartTime	0.00	10109.68	10009.68	10188.00	3489.89	8230.23	8289.86
CurPickStartDist	0.00	4113.52	2641.36	1436.82	563.23	770.98	262.57

Fuente 217. Tomado del software Flexsim 6.0

ANEXO BK. Descripción de los objetos utilizados en la simulación

A continuación se realizará una breve descripción de los objetos utilizados para la realización de la simulación de los cuatro escenarios propuestos.

ENTIDADES PERMANENTES

- Racks

Corresponden a las estanterías convencionales. Son usados para almacenar *flowitems* y están formados por una serie de bahías y niveles. Para este caso, los flowitems equivalen a las referencias almacenadas.

Las dimensiones de estos, están establecidas de acuerdo a las medidas promedio de las estanterías utilizadas en la bodega de Comertex S.A. en Girón.

- Visual tools

Son usados para apoyar gráficamente al modelo y pueden corresponder a escenografía, texto, accesorios, entre otras; dando una apariencia más realista al mismo.

En este caso, fueron utilizados visual tools para representar gráficamente las dimensiones de la bodega, señalar el grupo de estantes destinados a almacenar referencias fuera del Pareto e identificar el número de viaje y ubicación del artículo a recoger.

- **Queue**

Es usada para almacenar flowitems por un determinado lapso de tiempo cuando no es posible que estos continúen con el proceso ya sea por falta de disponibilidad de recursos o por demoras preestablecidas, entre otras. Por defecto, el *queue* trabaja con la política primero en entrar, primero es salir, es decir, el flowitem que ingrese primero a la fila o *queue* será el primero en salir de ella. Adicional a esto, el *queue* tiene la opción de agrupar flowitem en lotes, antes de ser liberados.

Para el presente proyecto se utilizaron dos queue (Inqueue, Outqueue). El *Inqueue* recibe el pallet, crea un Task Sequence manual, es decir, una ruta que debe seguir el recurso que establece hacia qué rack debe dirigirse de los que contengan artículos de las órdenes de pedidos y el *Outqueue* es el encargado de darle la salida a las mismas.

- **Rack reference**

Es un tipo de *queue* que tiene establecidas conexiones a cada uno de los racks, donde un Task Sequence (creado por el Inqueue) establece que ruta debe seguir el recurso, hacia qué rack se dirige, de los que contengan los artículos de la orden de pedido u órdenes de pedido.

- **Source**

Es usado para crear los flowitems que viajan a través del modelo. Cada source crea un tipo de flowitem. Los modelos deben tener al menos un source. Este puede crear los flowitem de acuerdo a una tasa de arribos, según una lista de llegadas programadas o de acuerdo a una secuencia definida.

En el caso de este proyecto, un source crea los pallets (en los cuales se cargan los pedidos) cada 10 segundos, para que de esta manera no se generen esperas en el modelo.

- **Sink**

Es usado para destruir los flowitems que han finalizado en el modelo. Una vez un flowitem ha llegado a un *sink*, no puede ser recuperado. En esta simulación, este objeto equivale a zona de despacho, área en la cual termina el proceso de alistamiento.

- **Default Navigator**

Es un objeto creado automáticamente por Flexsim, al igual que el Network Navigator. La diferencia entre estos es que el Network Navigator es creado con redes y el Default Navigator siempre se crea si la complejidad del modelo lo requiere (este contiene parámetros internos del layout de Flexsim). No esta demás aclarar que estos dos objetos no son objetos físicos, son nodos internos que se crean en el Tree model.

- **Nodos**

Son utilizados para conectar objetos y formar redes que definen las rutas a través de las cuales se movilizan los recursos y/o flowitems dentro del modelo. Las redes de caminos de flexsim utilizan el algoritmo de Dyjkstra para determinar automáticamente la distancia más corta para viajar entre dos nodos.

En los sistemas evaluados en este proyecto, se establecieron rutas de desplazamiento con tales redes, de acuerdo a la política de ruteo correspondiente (punto medio, transversal).

- **Dispatcher**

Utilizado para controlar un grupo de transportes u operadores. Las secuencias de tareas son enviadas de un objeto al *dispatcher* y este es el encargado de delegarlas a un recurso de los conectados en el puerto (medio de transporte u operador); la secuencia de tareas finalmente es desempeñada por el recurso disponible que reciba la solicitud.

En el presente modelo existen tres dispatcher, uno para cada tipo de recurso, operarios, elevadores y montacargas.

- **Referencias (Rollos)**

ENTIDADES TEMPORALES (*Flowitems*)

- **Pallets**

Son creadas por un source y representan las estibas en el que cargan los pedidos los recursos.

RECURSOS

- **Transporters**

Se establecieron tres transportes, los cuales representan dos de ellos a los elevadores, equipos requeridos para la selección de los rollos en altura, a estos se les asignó la velocidad correspondiente a dichos equipos ya que es menor respecto a la del

montacargas. El tercer transporter representa la carretilla eléctrica retráctil utilizada para seleccionar las referencias de lámina.

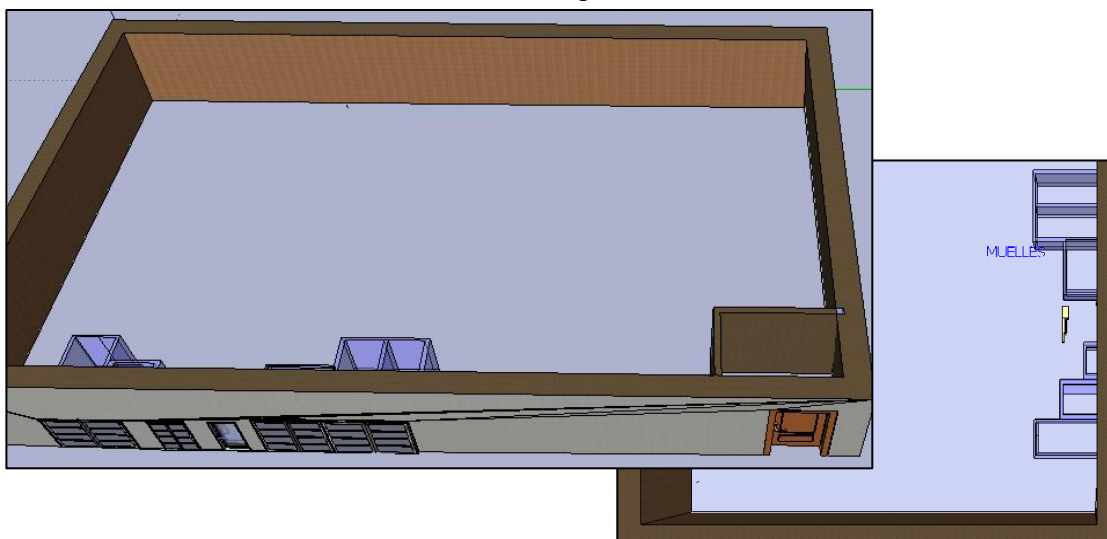
- **Operator**

Son los recursos que representan a los alistadores encargados de la selección manual de los artículos.

ANEXO BL. Visual tool utilizado para delimitar el área de la bodega de Comertex S.A. Girón.

La siguiente gráfica representa el área de la bodega y fue utilizada para delimitar la misma en la simulación.

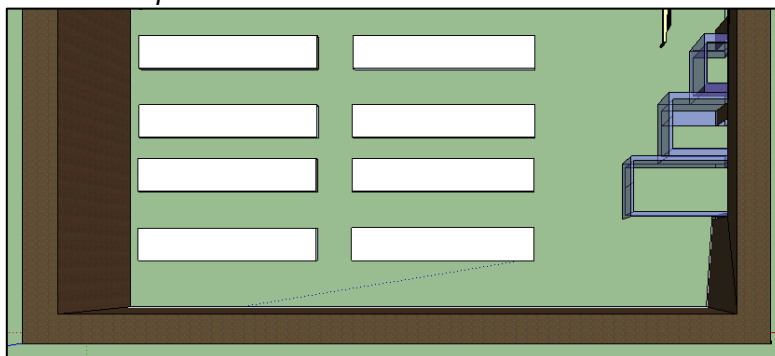
Gráfico 98. Área de la bodega de Comertex S.A. Girón



Fuente 218. Elaboración propia.

Adicionalmente, se ubicaron las áreas donde deberían estar los estantes con el objetivo de tener una guía en el momento de posicionar y asignar tanto los estantes como las áreas de pasillo.

Gráfico 99. Guía para la ubicación de la estantería dentro de la bodega



Fuente 219. Elaboración propia.