

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE MENCIÓN
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

REDUCCIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL ÁREA DE
REEMPAQUE DE UNA IMPORTADORA, UTILIZANDO TEORÍA DE
RESTRICCIONES.

AUTORA:

ING. TRÁNSITO MARGARETH CAMACHO ANGULO.

Guayaquil - Ecuador

2019

DEDICATORIA

A mis pequeños Margareth, Andrés y Andrea quienes supieron darme fuerzas para emprender éste difícil camino. A mi padre Sr. Rodrigo Camacho Gaibor que está en el cielo quien estaría orgulloso de verme culminar ésta etapa de mi vida.

Margareth Camacho Angulo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado entendimiento en éste largo proceso de estudios.

Gracias Infinitas a mi madre Sra. Lidia Angulo y hermana Lcda. Marlin Camacho por haberme ayudado en cada momento de mi vida.

A mi tutor Ph. D. Omar Ruiz Barzola por la paciencia y empeño con la que supo guiarme y ayudarme en el desarrollo de éste proyecto.

Margareth Camacho Angulo.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Postgrado** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Ing. Tránsito Margareth Camacho Angulo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Presidente

Francisco Vera Alcívar, Ph.D.



Director

Omar Honorio Ruiz Barzola Ph.D.



Vocal Principal del Tribunal 1

Mgtr. Nadia Cárdenas Escobar.



Vocal Principal del Tribunal 2

Mgtr. Pedro Ramos De Santis.

AUTOR DEL PROYECTO



Ing. Tránsito Margareth Camacho Angulo.

Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN EXPRESA	iv
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	v
AUTOR DEL PROYECTO.....	vi
1. OBJETIVOS Y GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del problema.....	2
1.3. Estado del arte	2
1.4. Objetivos planteados.....	3
1.5. Alcance del proyecto.....	4
2. MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1. Variables Cuantitativas	5
2.2. Variables Cualitativas.....	5
2.3. Análisis de Pareto	5
2.4. Método de Montecarlo	7
2.4.1. Generación de números aleatorios.....	7
2.4.2. Generación de Variables Aleatorias	7
2.4.3. Distribución Inversa para Variables Cuantitativas	7
2.4.4. Distribución Empírica para Variables Cualitativas	8
2.5. Análisis Estadístico	8
2.5.1. Estadística Descriptiva	8
2.5.2. Estadística Inferencial	10
2.6. Programas utilizados en éste Proyecto.....	10
2.6.1. Visual Studio	11
2.6.2. RStudio.....	11
2.6.3. Excel.....	11
3. ESTRUCTURA DEL PROCESO, ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL, IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES PARA LA SIMULACIÓN.	12
3.1. Obtención de Datos Originales	12
3.2. Estructura del Proceso.....	14
3.2.1. Flujograma del Proceso de Despacho.....	14
3.2.2. Análisis de cuellos de botella en el área de Reempaque	17
3.3. Análisis de Varianza para los Tiempos De Reempaque	21

3.3.1.	Análisis de Varianza para los productos Silicón de 6, 8 y 12 unidades.....	21
3.3.2.	Análisis de Varianza para los productos Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades.....	24
3.3.3.	Análisis de Varianza para los productos Fómix de 6, y 10 unidades.....	26
3.3.4.	Análisis de Varianza para los productos Fieltro de 12 y 50 unidades.....	28
3.4.	Distribuciones para Datos Originales.....	30
3.4.1.	Arribo de Pedidos.....	30
3.4.2.	Clase de Producto a reempacar (Globo, Silicón, Fómix o Fieltro).....	30
3.4.3.	Presentación del Producto a reempacar (paquetes de 6, 10, 12, 25, 40, 50 y 100 unidades por producto).....	31
3.4.4.	Cantidad de Paquetes a reempacar por producto y presentación.....	32
3.4.5.	Tiempo de reempaque por producto y presentación.....	43
3.5.	Simulador Optimizador.....	55
3.5.1.	Código de Programación para calcular la Distribución Exponencial del arribo de pedidos.....	55
3.5.2.	Código de Programación para calcular las distribuciones de clase de producto, unidades por presentación y Exponencial de paquetes por producto.....	55
3.5.3.	Código de Programación para calcular la Distribución Normal Inversa de los tiempos de reempaque para cada producto.....	57
3.5.4.	Manual del Usuario para el funcionamiento del Simulador “ejecutable”.....	58
3.6.	Validación del Modelo Simulado y análisis de resultados.....	59
3.6.1.	Cantidad de simulaciones para el análisis de resultados.....	59
3.7.	Comparación de los escenarios simulados con datos reales.....	60
3.7.1.	Comparación para cantidad de paquetes Globos de 6 unidades “G6”.....	61
3.7.2.	Comparación para cantidad de paquetes Globos de 10 unidades “G10”.....	63
3.7.3.	Comparación para cantidad de paquetes Globos de 25 unidades “G25”.....	65
3.7.4.	Comparación para cantidad de paquetes Globos de 100 unidades “G100”.....	67

3.7.5.	Comparación para cantidad de paquetes Globos de 40 unidades “G40”	69
3.7.6.	Comparación para cantidad de paquetes Fómix de 10 unidades “Fo10”	71
3.7.7.	Comparación para cantidad de paquetes Fómix de 6 unidades “Fo6”	73
3.7.8.	Comparación para cantidad de paquetes Silicón de 12 unidades “Si12”	75
3.7.9.	Comparación para cantidad de paquetes Silicón de 6 unidades “Si6”	77
3.7.10.	Comparación para cantidad de paquetes Filtro de 12 unidades “Fi12”	79
3.7.11.	Comparación para cantidad de paquetes Filtro de 50 unidades “Fi50”	81
3.8.	Análisis de costos de mano de obra para los tres escenarios simulados.	83
3.8.1.	Costo de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 1.....	85
3.8.2.	Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 2 corrida 1	85
3.8.3.	Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 3 corrida 1	86
3.8.4.	Costo de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 2.....	88
3.8.5.	Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 2 corrida 2	89
3.8.6.	Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 3 corrida 2	90
3.8.7.	Costo de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 3.....	92
3.8.8.	Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 2 corrida 3	93
3.8.9.	Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 3 corrida 3	94
3.8.10.	Análisis del mejor escenario.....	96
3.9.	Discusión	97
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
4.1.	Conclusiones	99

4.2. Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	103
ANEXO 1. Tiempos estándar para reempaque de Silicón de 6, 8 y 12 unidades.....	103
ANEXO 2. Tiempos estándar para reempaque de Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades.....	104
ANEXO 3. Tiempos estándar para reempaque de Fómix surtido de 6 y 10 unidades, Fómix unicolor de 10 unidades.....	105
ANEXO 4. Tiempos estándar para reempaque de Fieltro de 12 y 50 unidades.....	106
ANEXO 5. Cantidad de paquetes para Globos de 6 unidades “G6”	107
ANEXO 6. Cantidad de paquetes para Globos de 10 unidades “G10”	108
ANEXO 7. Cantidad de paquetes para Globos de 25 unidades “G25”	110
ANEXO 8. Cantidad de paquetes para Globos de 40 unidades “G40”	112
ANEXO 9. Cantidad de paquetes para Globos de 100 unidades “G100” ...	113
ANEXO 10. Cantidad de paquetes para Fómix de 10 unidades “Fo10”	114
ANEXO 11. Cantidad de paquetes para Fómix de 6 unidades “Fo6”	115
ANEXO 12. Cantidad de paquetes para Silicón de 12 unidades “Si12”	116
ANEXO 13. Cantidad de paquetes para Silicón de 6 unidades “Si6”	117
ANEXO 14. Cantidad de paquetes para Fieltro de 12 unidades “Fi12”	118
ANEXO 15. Cantidad de paquetes para Fieltro de 50 unidades “Fi50”	119
ANEXO 16. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 6 unidades “G6”	120
ANEXO 17. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 10 unidades “G10”	121
ANEXO 18. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 25 unidades “G25”	122
ANEXO 19. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 40 unidades “G40”	123
ANEXO 20. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 100 unidades “G100”	124
ANEXO 21. Tiempo de Reempaque para paquetes con Fómix de 10 unidades “Fo10”	125
ANEXO 22. Tiempo de Reempaque para paquetes con Fómix de 6 unidades “Fo6”	126
ANEXO 23. Tiempo de Reempaque para paquetes con Silicón de 12 unidades “Si12”	127
ANEXO 24. Tiempo de Reempaque para paquetes con Silicón de 6 unidades “Si6”	128

ANEXO 25. Tiempo de Reempaque para paquetes con Filtro de 12 unidades “Fi12”.....	129
ANEXO 26. Tiempo de Reempaque para paquetes con Filtro de 50 unidades “Fi50”.....	130
ANEXO 27. Pantalla inicial del Simulador Optimizador.....	131
ANEXO 28. Pantalla dos del Simulador Optimizador.....	132
ANEXO 29. Pantalla tres del Simulador Optimizador.....	133
ANEXO 30. Pantalla cuatro del Simulador Optimizador.....	134
ANEXO 31. Pantalla cinco del Simulador Optimizador.....	135
ANEXO 32. Pantalla seis del Simulador Optimizador.....	136
ANEXO 33. Pantalla de la exportación de la simulación en Excel.....	137
ANEXO 34. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G6”.....	138
ANEXO 35. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G6”.....	139
ANEXO 36. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G6”.....	140
ANEXO 37. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G10”.....	141
ANEXO 38. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G10”.....	143
ANEXO 39. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G10”.....	144
ANEXO 40. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G25”.....	147
ANEXO 41. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G25”.....	150
ANEXO 42. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G25”.....	153
ANEXO 43. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G100”.....	156
ANEXO 44. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G100”.....	158
ANEXO 45. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G100”.....	161
ANEXO 46. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G40”.....	164
ANEXO 47. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G40”.....	166
ANEXO 48. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G40”.....	167

ANEXO 49. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fo10”.....	169
ANEXO 50. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fo10”.....	172
ANEXO 51. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fo10”.....	173
ANEXO 52. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fo6”.....	175
ANEXO 53. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fo6”.....	177
ANEXO 54. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fo6”.....	178
ANEXO 55. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Si12”.....	180
ANEXO 56. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Si12”.....	183
ANEXO 57. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Si12”.....	185
ANEXO 58. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Si6”.....	186
ANEXO 59. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Si6”.....	188
ANEXO 60. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Si6”.....	189
ANEXO 61. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fi12”.....	191
ANEXO 62. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fi12”.....	192
ANEXO 63. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fi12”.....	193
ANEXO 64. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fi50”.....	194
ANEXO 65. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fi50”.....	196
ANEXO 66. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fi50”.....	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Pareto	6
Figura 2. Diagrama de Pareto de los Productos que se re empacan en la Importadora.....	14
Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso para el Despacho de Pedidos	16
Figura 4. Análisis de Varianza para el producto Silicón de 6, 8 y 12 unidades. 23	
Figura 5. Análisis de Varianza para los productos Globos de 8, 10, 25, 40 y 100 unidades.	25
Figura 6. Análisis de Varianza para los productos Fómox de 6 y 10 unidades. 27	
Figura 7. Análisis de Varianza para los productos Fómox de 6 y 10 unidades. 29	
Figura 8. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G6”	33
Figura 9. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G10”	34
Figura 10. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G25”	35
Figura 11. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G40”	36
Figura 12. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G100”.....	37
Figura 13. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “Fo10”	38
Figura 14. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Fómox de 6 unidades “Fo6”	39
Figura 15. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Silicón de 12 unidades “Si12”	40
Figura 16. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Silicón de 6 unidades “Si6”	41
Figura 17. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Filtro de 12 unidades “Fi12”	42
Figura 18. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Filtro de 50 unidades “Fi50”	43
Figura 19. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 6 unidades “G6”	44
Figura 20. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 10 unidades “G10”	45
Figura 21. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 25 unidades “G25”	46
Figura 22. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 40 unidades “G40”.....	47
Figura 23. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 100 unidades “G100”.....	48
Figura 24. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Fómox con 10 unidades “Fo10”	49
Figura 25. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Fómox con 6 unidades “Fo6”	50
Figura 26. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Silicón con 12 unidades “Si12”	51

Figura 27. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Silicón con 6 unidades “Si6”	52
Figura 28. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Filtro con 12 unidades “Fi12”	53
Figura 29. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Filtro con 50 unidades “Fi50”	54
Figura 30. Código para Calcular la Distribución Exponencial del Arribo de Pedidos.	55
Figura 31. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Filtro de 12 y 50 unidades.	56
Figura 32. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Fómix de 6 y 10 unidades.	56
Figura 33. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Silicón de 6 y 12 unidades.	56
Figura 34. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades.	57
Figura 35. Código para Calcular la distribución Normal inversa de los tiempos de Reempaque.	57
Figura 36. Cálculo de la potencia de Prueba para varios escenarios.	60
Figura 37. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 6 unidades “G6”.	63
Figura 38. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 10 unidades “G10”.	65
Figura 39. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 25 unidades “G25”.	67
Figura 40. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 100 unidades “G100”. ..	69
Figura 41. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 40 unidades “G40”.	71
Figura 42. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Fómix de 10 unidades “Fo10”.	73
Figura 43. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Fómix de 6 unidades “Fo6”.	75
Figura 44. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Silicón de 12 unidades “Si12”.	77
Figura 45. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Silicón de 6 unidades “Si6”.	79
Figura 46. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Filtro de 12 unidades “Fi12”.	81

Figura 47. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Filtro de 50 unidades “Fi50”.	83
Figura 48. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para los escenarios 2 y 3 corrida 1.	88
Figura 49. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para los escenarios 2 y 3 corrida 2.	92
Figura 50. Costos de mano de obra por tiempos improductivos para los escenarios 2 y 3 corrida 3.	96
Figura 51. Costos de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corridas 1, 2 y 3.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos para el Diagrama de Pareto de los productos que se re empacan en la Importadora	13
Tabla 2. Tiempo Promedio actual para reempaque de Globos en 5 presentaciones con sus respectivas actividades.....	17
Tabla 3. Tiempo Estándar para reempaque de Globos en 5 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.	18
Tabla 4. Tiempo Promedio actual para reempaque de Fómix en 2 presentaciones con sus respectivas actividades.....	18
Tabla 5. Tiempo Estándar para reempaque de Fómix en 2 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.	19
Tabla 6. Tiempo Promedio actual para reempaque de barras de Silicón en 2 presentaciones con sus respectivas actividades.....	19
Tabla 7. Tiempo Estándar para reempaque de Silicón en 2 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.	20
Tabla 8. Tiempo Promedio actual para reempaque de Fieltro en 2 presentaciones con sus respectivas actividades.....	20
Tabla 9. Tiempo Estándar para reempaque de Fieltro en 2 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.	21
Tabla 10. Distribución empírica para la Variable Clase de Producto a Reempacar (Globo, Silicón, Fómix o Fieltro)	31
Tabla 11. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades).....	31
Tabla 12. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Fieltro de 12 y 50 unidades).	31
Tabla 13. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Fómix de 6 y 10 unidades).	32
Tabla 14. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Silicón de 6-8 unidades y Silicón de 12 unidades).	32
Tabla 15. Costos de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 1	85
Tabla 16. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 1	86
Tabla 17. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 1	87
Tabla 18. Costos de mano de obra para el escenario 1 corrida 2.....	89
Tabla 19. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 2	90
Tabla 20. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 2	91
Tabla 21. Costos de mano de obra para el escenario 1 corrida 3.....	93
Tabla 22. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 3	94
Tabla 23. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 3	95

PRESENTACIÓN

El presente proyecto busca minimizar los tiempos improductivos del área de Reempaque en una Importadora de productos escolares, bazar, etc.

En el desarrollo del proyecto se hace un estudio de tiempos y movimientos para determinar tiempos estándar que permitan reducir tiempos improductivos al momento de reempacar los productos que se encuentran dentro del 80% de las ventas.

Además, se analiza cada etapa de éste proceso con sus respectivas variables para determinar el tipo de distribución mediante el software RStudio y así haciendo uso de Visual Studio se arma un Simulador Optimizador que se ajusta específicamente al proceso que se desarrolla en ésta área, el mismo permite simular varios escenarios y determinar las eficiencias para cada operario y para el equipo de trabajo.

El objetivo del simulador es buscar la mejor opción analizando las eficiencias y así tomar decisiones para optimizar el área.

Los resultados obtenidos en los diferentes escenarios simulados demuestran que el escenario actual no es el mejor y que se puede mejorar modificando ciertas variables y simulándolas haciendo uso del software desarrollado.

CAPÍTULO 1

1. OBJETIVOS Y GENERALIDADES

El afán de mejorar el tiempo de servicio en cada empresa cada día se hace más urgente por lo que se debe mejorar los tiempos de entrega de los pedidos generando una mejor percepción de sus clientes con respecto a su servicio por lo que se genera más ventas y por ende más ingresos para la compañía.

El proceso de la empresa que se va a analizar en éste proyecto para la Gestión de Despacho de un producto está compuesto por: Ingreso de un pedido, Revisión del stock, Reempaque del producto en el caso de no haber en la presentación solicitada por el cliente, Entrega del pedido re empacado al cliente.

Para éste proyecto el subproceso escogido es el Reempaque del producto por no haber en stock la presentación solicitada por el cliente.

1.1. Antecedentes

La empresa donde se va a desarrollar el presente proyecto es una importadora de productos para bazar, navidad y escolares que vende los mismos en el Ecuador tanto a distribuidores, minoristas y consumidores finales.

Dentro de ésta distribuidora hay diferentes departamentos como son: financiero, contabilidad, sistemas, gerencia, sub-gerencia, diseño, importaciones, facturación, recursos humanos, departamento de crédito y cobranzas, bodega. A través de éste proyecto se busca optimizar los tiempos para el área de Re-empaque que se encuentra en la bodega de la importadora. El horario de atención del área es de 8H30 a.m. hasta las 17H00 p.m. pero éste horario no es fijo ya que varía en función de la cantidad de órdenes a re-empacar o la premura con la que el cliente necesite que sea despachado su pedido.

A través de los resultados obtenidos en las simulaciones del presente proyecto se pretende optimizar los tiempos de Reempaque dando prioridad a los pedidos de acuerdo a las exigencias de los clientes.

Actualmente no se llega a tiempo con algunos de los pedidos que se necesitan reempacar con los recursos humanos con que se cuenta en ésta área, sino que se recurre a pedir más operarios de las demás áreas de la bodega para cumplir con los pedidos, sin embargo, esto desbalancea los demás procesos.

1.2. Definición del problema

En éste proyecto se analizará los tiempos improductivos dentro del proceso de re-empaque en una importadora de productos escolares y de bazar.

Esta importadora presenta colas en el área de re-empaque la misma que se encarga de abrir empaques que vienen sellados desde la importación y que deben ser colocados en presentaciones más pequeñas porque el pedido del cliente lo solicita de esa manera.

Actualmente estas colas representan tiempos improductivos que impiden llegar a tiempo con los pedidos de los clientes y que causan pérdidas de dinero, desconfianza del cliente hacia la empresa por el no cumplimiento de los pedidos a tiempo, incremento de horas extras de trabajo, etc.

1.3. Estado del arte

Calel Alba realizó un diagnóstico para reducir Tiempos muertos en un restaurante a través de un cuestionario de autoevaluación individual en donde concluye que se debe hacer un Programa de Capacitación Personal para tener un mejor desarrollo del personal.

Díaz Enzo en su trabajo de Mejora del proceso de aprovisionamiento de los materiales analizan la cadena de abastecimiento de una empresa de servicios petroleros en donde analizan como uno de los problemas: los tiempos de entrega, reducción de costos, etc., la técnica que utilizan es un VMI (manejo de

inventario dando como conclusión del trabajo la implementación del sistema VMI

Galván Rosendo en su estudio sobre reducción de tiempos muertos en una máquina, analiza la problemática mediante el Diagrama de Ishikawa, al final del estudio concluye con que debe hacerse un plan de mantenimiento preventivo para disminuir los tiempos muertos en la cerradora de la máquina.

Riofrío Mario hace un análisis del proceso de producción de serpentines, utilizando el Diagrama de Pareto determina que la principal causa de tiempos improductivos es el uso de una máquina deficiente en el proceso; concluye que la mejora para el proceso actual será comprar una máquina nueva.

Villa Julio en su estudio sobre mejora de procesos en una empresa comercializadora de productos de limpieza analiza el proceso logístico ineficiente de la empresa causado por la demora en localizar productos para el despacho y otras causas determinadas mediante el Diagrama de Ishikawa, concluye el estudio optimizando los tiempos y por ende los costos de la empresa.

1.4. Objetivos planteados

El objetivo general de éste proyecto se describe a continuación:

- Minimizar los costos de mano de obra por tiempos improductivos del área de re-empaque para mejorar el estado actual de la misma.

Para cometer el objetivo general se crean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los tiempos actuales en las operaciones de reempaque para los productos que representan el 80% dentro de éste proceso de la importadora porque es allí donde se encuentra el problema.
- Utilizar la simulación de procesos como una herramienta para analizar el proceso de re-empaque bajo diversos escenarios, haciendo uso de un software computacional.
- Optimizar el proceso de re-empaque de la importadora reduciendo o eliminando los cuellos de botella, haciendo uso de técnicas logísticas.

El software a utilizar para la simulación del proceso de reempaque está diseñado específicamente para éste proceso, debido a que los simuladores comerciales (libres-demo) no se ajustaban a la cantidad de variables que tiene éste proceso.

1.5. Alcance del proyecto

El proyecto se realizará en una Importadora de productos escolares y de bazar que está ubicada en la ciudad de Guayaquil, donde se ejecutará un análisis logístico del área de re-empaque. Este estudio busca entregar una propuesta de mejora para esa área de tal manera que se optimice el proceso a corto plazo generando beneficios para la empresa.

El proyecto planea la optimización de tiempos de reempaque en la bodega de la Importadora desde que ingresa la orden de venta al proceso hasta que está lista para enviarse al cliente.

Los datos que se analizarán son los tiempos de reempaque para cada uno de los principales productos que vende la empresa.

Actualmente no se están midiendo los tiempos de reempaque sin embargo existen tiempos históricos con los cuales se va a trabajar en el presente proyecto.

La cantidad de personas que participan en el proceso no es constante y varía en función de la carga de trabajo y las prioridades de entrega para las órdenes en cola.

El presente proyecto busca simular el proceso de reempaque en varios escenarios para posteriormente seleccionar el mejor y determinar la cantidad real de personas que desempeñarán el proceso de una manera óptima.

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En éste capítulo se detalla los métodos, programas y demás herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto.

2.1. Variables Cuantitativas

Entre las variables cuantitativas están las siguientes: cantidad de arribo diario de pedidos, presentación del producto Globos por 6, 10, 25, 40 y 100 unidades, Fómix por 6 y 10 unidades, Silicón por 6 y 12 unidades, Fieltro por 12 y 50 unidades); además tenemos la cantidad de productos a reempacar por cada referencia como variable del mismo tipo.

Dentro de éste mismo grupo de variables tenemos el tiempo estándar para reempacar cada producto por presentación.

2.2. Variables Cualitativas

Las variables cualitativas dentro del simulador son los nombres de los productos que se van a reempacar, para éste proceso son:

- Globos
- Silicón
- Fómix y
- Fieltro.

2.3. Análisis de Pareto

El diagrama de Pareto es una Figura para organizar los datos de forma descendente y de izquierda a derecha separados por barras con el fin de asignar prioridades a los datos que se está analizando. El diagrama permite mostrar gráficamente el Principio de Pareto (muchos triviales y pocos vitales),

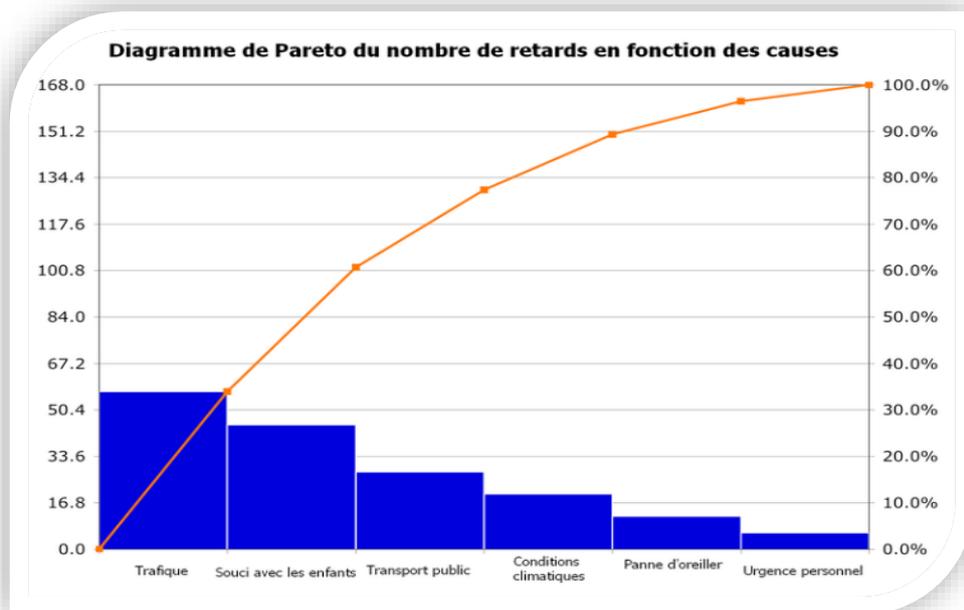
es decir; que hay muchos problemas sin importancia frente a pocos problemas importantes.

Hay que tomar en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado.

El principal uso que tiene la elaboración que tiene éste diagrama es para establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización.

En la figura 1 se observa un ejemplo del Diagrama de Pareto:

Figura 1. Diagrama de Pareto



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto

Autora: Wikipedia

2.4. Método de Montecarlo

(Illana Ignacio, 2013), dice: El método de Montecarlo se aplica a un conjunto de métodos matemáticos que se empezaron a usar en 1940s para el desarrollo de armas nucleares en Los Álamos, favorecidos por la aparición de los ordenadores digitales modernos. Consiste en resolver un problema mediante la invención de juegos de azar cuyo comportamiento simula algún fenómeno real gobernado por una distribución de probabilidad o sirve para realizar un cálculo. Más técnicamente es un proceso estocástico numérico, es decir, una secuencia de estados cuya evolución viene determinada por sucesos aleatorios. Recordemos que un suceso aleatorio es un conjunto de resultados que se producen con cierta probabilidad.

2.4.1. Generación de números aleatorios

Los números aleatorios son la base de la simulación, regularmente toda la aleatoriedad del modelo proviene de un generador de números aleatorios el mismo que realiza una sucesión de valores que son realizaciones de una secuencia de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas. Posteriormente éstos números aleatorios se transforman para simular las diferentes distribuciones de probabilidad que se requieran en el modelo.

2.4.2. Generación de Variables Aleatorias

Para generar cualquier variable aleatoria primero se tiene que generar una variable uniforme (0,1), posteriormente las transformaciones de los números generados en valores para otras distribuciones.

2.4.3. Distribución Inversa para Variables Cuantitativas

Éste método se utiliza para simular variables aleatorias continuas mediante la función acumulada $f(x)$ y la generación de números pseudoaleatorios.

El método consiste en:

- Especificar la función de Densidad $f(x)$ que representa la variable que se va a modelar.
- Calcular la función acumulada $f(x)$.
- Despejar la variable x y obtener la función acumulada inversa $f(x)^{-1}$.
- Generar las variables aleatorias x , sustituyendo valores con números pseudoaleatorios en la función acumulada inversa.
- El presente método también se utiliza para simular variables aleatorias de tipo discreto tales como Poisson, Bernoulli, Binomial, Geométrica, etc.

2.4.4. Distribución Empírica para Variables Cualitativas

La distribución empírica se utiliza cuando los datos originales del proyecto no se asocian a ninguna distribución conocida, la forma de encontrar ésta distribución es colocando los datos de menor a mayor y asignándole una frecuencia calculada como el cociente entre su peso dentro de la lista de datos y el total de datos.

2.5. Análisis Estadístico

Dentro del análisis estadístico utilizado para éste proyecto se encuentra la estadística descriptiva e inferencial.

2.5.1. Estadística Descriptiva

La estadística descriptiva es la rama ciencia que recoge, presenta y caracteriza un conjunto de datos con el fin de describir adecuadamente los diferentes atributos de ese universo de datos.

2.5.1.1. Histograma

Éste tipo de gráfico se utiliza cuando la variable independiente es medible, cada barra representa un tipo de dato, no se pueden observar frecuencias acumuladas, se usa de preferencia para tratar datos de cantidad; la barra más

alta representa la mayor frecuencia. La sumatoria de las alturas de las columnas representa el 100% de los datos.

2.5.1.2. Media Aritmética

La media aritmética de n datos es igual a la suma de todos los datos dividida para la cantidad de datos. Se denota por \bar{X} , así:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2.5.1.3. Desviación Estándar

La Desviación Estándar es una medida de dispersión que indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media.

La fórmula para encontrar la desviación estándar muestral es:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Para hallar la desviación estándar poblacional se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

2.5.1.4. Varianza

La Varianza mide la mayor o menor dispersión de los valores de la variable respecto a la media. Cuanto mayor sea la varianza mayor dispersión existirá y por tanto menor representatividad tendrá la media aritmética. La varianza de un grupo de datos es el cuadrado de la desviación estándar.

$$v = \sigma^2$$

2.5.2. Estadística Inferencial

Es la rama de la Estadística que comprende los métodos y procedimientos para deducir propiedades de una población, a partir de una pequeña parte de la misma muestra, también permite comparar muestras de diferentes grupos poblacionales.

2.5.2.1. Análisis de Varianza (Anova)

El Análisis de Varianza (Anova) permite comparar mediante hipótesis que las medias de dos o más poblaciones son iguales, la hipótesis nula establece que todas las medias de la población son iguales mientras que la hipótesis alternativa indica que al menos una es diferente.

Los análisis de varianza requieren que los datos tengan una distribución aproximadamente normal con varianzas iguales entre los niveles de factores.

2.5.2.2. Contraste de Hipótesis

El contraste de hipótesis permite probar si la propiedad que suponemos de una población es compatible con lo observado de una muestra de dicha población. Mediante esta teoría se aborda el problema estadístico planteando dos hipótesis la nula H_0 y la alternativa H_1 para determinar cuál de ellas es la verdadera.

2.5.2.3. Prueba de Bondad De Ajuste Kolmogorov- Smirnov

La prueba de Kolmogorov-Smirnov es una prueba no paramétrica que permite probar el grado de concordancia entre la distribución de datos empíricos de una muestra y alguna distribución teórica específica.

2.6. Programas utilizados en éste Proyecto

Dentro de los programas utilizados en este proyecto tenemos los siguientes: Visual Studio 2015 para la programación del simulador, RStudio para el

desarrollo de la parte estadística como distribuciones, Bondad de ajuste, etc.; Excel para las Figuras de Pareto y los costos de los escenarios simulados.

2.6.1. Visual Studio

Es un entorno de desarrollo integrado para sistemas operativos Windows, soporta múltiples lenguajes de programación como C++, C#, Visual Basic, etc.; al igual que entornos de desarrollo web como ASP.NET MVC, Django.

Permite a los programadores crear sitios y aplicaciones web que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, etc.

2.6.2. RStudio

Es un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de Programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos; tiene una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución del código, así como herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo.

2.6.3. Excel

Es un programa que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo, forma parte del paquete de Microsoft.

CAPÍTULO 3

3. ESTRUCTURA DEL PROCESO, ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL, IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES PARA LA SIMULACIÓN.

En éste capítulo se analiza el proceso del área de Reempaque, mediante las herramientas de estadística descriptiva e inferencial y posterior análisis de los datos para determinar las distribuciones, además el diseño de un Programa Optimizador el mismo que permite simular varios escenarios y posteriormente costearlos para compararlos y determinar el óptimo.

3.1. Obtención de Datos Originales

Los datos originales que se utilizaron para el simulador de éste proyecto se obtuvieron del sistema que tiene la importadora y corresponden a 12 meses analizados con los ingresos hechos de las conversiones realizadas para reempacar productos en presentaciones más pequeñas a las que vienen de fábrica.

Los datos para realizar el diagrama de Pareto de los productos más relevantes para reempacar se encuentran en la Tabla 1.

Para determinar cuáles serían los productos que iban a interactuar dentro de la simulación se realizó un diagrama de Pareto el mismo que se puede ver en la figura 2.

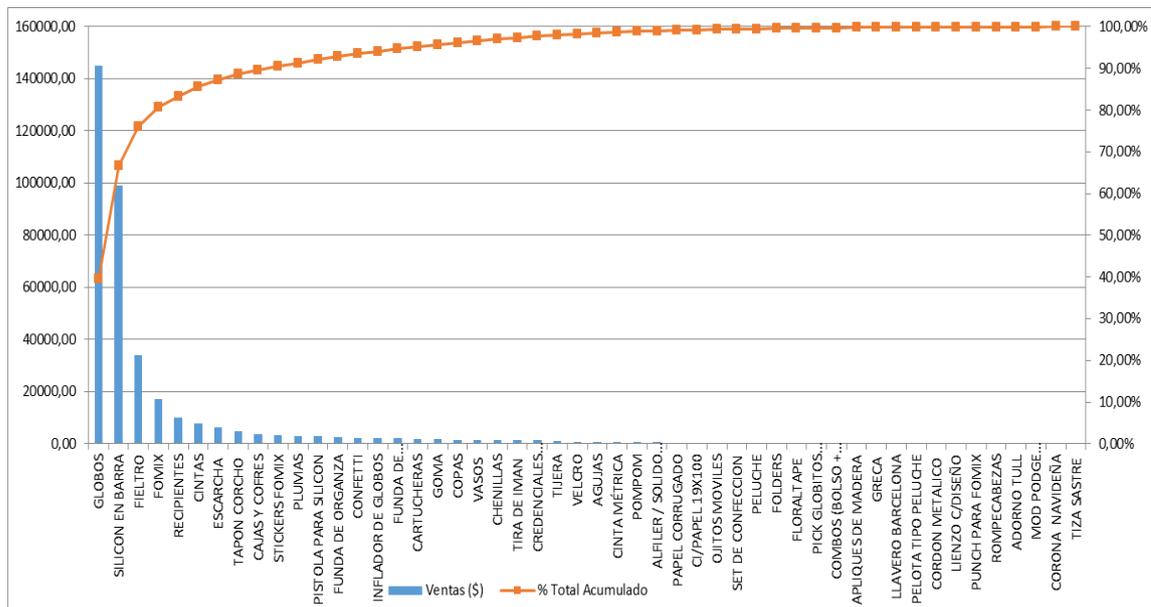
Tabla 1. Datos para el Diagrama de Pareto de los productos que se re empaican en la Importadora

PRODUCTO	Ventas (\$)	Ventas Acumuladas (\$)	% Total	% Total Acumulado
GLOBOS	144994,05	144994,05	39,62%	39,62%
SILICON EN BARRA	99128,61	244122,67	27,09%	66,71%
FIELTRO	33889,55	278012,22	9,26%	75,97%
FOMIX	17216,04	295228,26	4,70%	80,67%
RECIPIENTES	9986,44	305214,70	2,73%	83,40%
CINTAS	7717,17	312931,87	2,11%	85,51%
ESCARCHA	6457,29	319389,16	1,76%	87,28%
TAPON CORCHO	4867,22	324256,38	1,33%	88,61%
CAJAS Y COFRES	3903,72	328160,10	1,07%	89,67%
STICKERS FOMIX	3251,25	331411,35	0,89%	90,56%
PLUMAS	2830,91	334242,26	0,77%	91,33%
PISTOLA PARA SILICON	2801,55	337043,81	0,77%	92,10%
FUNDA DE ORGANZA	2754,08	339797,89	0,75%	92,85%
CONFETTI	2304,58	342102,46	0,63%	93,48%
INFILADOR DE GLOBOS	2267,07	344369,53	0,62%	94,10%
FUNDA DE REGALO/NAVIDEÑA	2054,53	346424,06	0,56%	94,66%
CARTUCHERAS	1930,56	348354,62	0,53%	95,19%
GOMA	1895,54	350250,16	0,52%	95,71%
COPAS	1658,84	351909,00	0,45%	96,16%
VASOS	1608,51	353517,51	0,44%	96,60%
CHENILLAS	1348,16	354865,67	0,37%	96,97%
TIRA DE IMAN	1326,60	356192,27	0,36%	97,33%
CRENCIALES LANITOS	1300,00	357492,27	0,36%	97,69%
TIJERA	1023,39	358515,66	0,28%	97,97%
VELCRO	846,50	359362,16	0,23%	98,20%
AGUJAS	830,60	360192,76	0,23%	98,42%
CINTA MÉTRICA	779,52	360972,28	0,21%	98,64%
POMPOM	694,36	361666,64	0,19%	98,83%
ALFILER / SOLIDO ROSADO	572,00	362238,64	0,16%	98,98%
PAPEL CORRUGADO	438,80	362677,44	0,12%	99,10%
CI/PAPEL 19X100	438,71	363116,15	0,12%	99,22%
OJITOS MOVILES	432,00	363548,15	0,12%	99,34%
SET DE CONFECCION	322,92	363871,07	0,09%	99,43%
PELUCHE	319,24	364190,31	0,09%	99,52%
FOLDERS	239,07	364429,38	0,07%	99,58%
FLORALTAPE	219,45	364648,83	0,06%	99,64%
PICK GLOBITOS COLORES	202,62	364851,45	0,06%	99,70%
COMBOS (BOLSO + VASO 3D)	174,00	365025,45	0,05%	99,75%
APLIQUES DE MADERA	166,98	365192,43	0,05%	99,79%
GRECA	137,80	365330,23	0,04%	99,83%
LLAVERO BARCELONA	110,20	365440,43	0,03%	99,86%
PELOTA TIPO PELUCHE	94,50	365534,93	0,03%	99,88%
CORDON METALICO	93,60	365628,53	0,03%	99,91%
LIENZO C/DISEÑO	89,04	365717,57	0,02%	99,93%
PUNCH PARA FOMIX	54,08	365771,65	0,01%	99,95%
ROMPECABEZAS	47,74	365819,39	0,01%	99,96%
ADORNO TULL	47,04	365866,43	0,01%	99,98%
MOD PODGE BRILLANTE	45,54	365911,97	0,01%	99,99%
CORONA NAVIDEÑA	43,22	365955,19	0,01%	100,00%
TIZA SASTRE	1,85	365957,04	0,00%	100,00%

Fuente: Base de datos de la Importadora

Autora: Ing. Margareth Camacho.

Figura 2. Diagrama de Pareto de los Productos que se re empaican en la Importadora.



Fuente: Base de datos de la Importadora

Autora: Ing. Margareth Camacho.

3.2. Estructura del Proceso

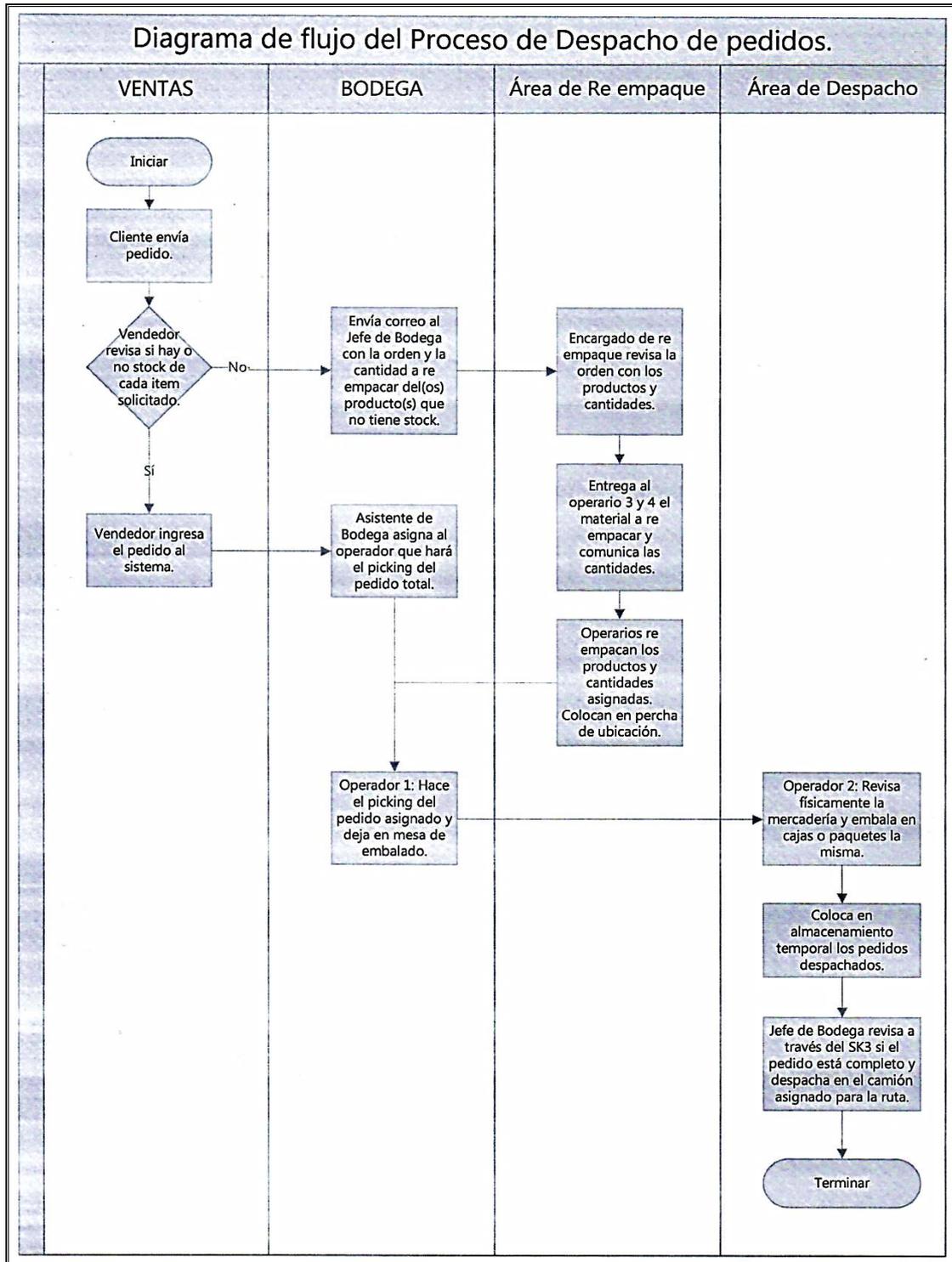
El proceso de estudio en éste proyecto es el área de Re-empaque que forma parte de la bodega de la importadora, éste proceso inicia en el momento en que se emite una orden de venta de alguna cadena comercial en donde el cliente en mención necesita que le despachen en empaques de menor cantidad a la que se importó.

3.2.1. Flujograma del Proceso de Despacho

El flujo del proceso para el despacho de pedidos de la empresa inicia así: El vendedor revisa en el sistema si hay o no stock del producto que necesita el cliente en el caso de que si haya coloca el pedido en el sistema para que el asistente de bodega asigne al operador y realice el picking; cuando no hay stock el vendedor envía un correo al Jefe de Bodega con la orden de venta en la cual constan los ítems con sus respectivas cantidades para reempacar, él a su vez entrega la orden al encargado de reempaque para que entregue los

paquetes con productos a los operarios de reempaque, una vez esté lista la orden reempacada se coloca en la percha de ubicación para que el operador 1 haga el picking del pedido asignado y deje en mesa de embalado, allí el operador 2 revisa físicamente la mercadería y embala en cajas o paquetes la misma; luego coloca en almacenamiento temporal los pedidos despachados. Finalmente, el Jefe de bodega revisa a través de la máquina SK3 si el pedido está completo y envía en el camión asignado para la ruta. A continuación, en la figura 3 se encuentra en Diagrama de Flujo del Proceso para Despacho de Pedidos.

Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso para el Despacho de Pedidos



Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.2.2. Análisis de cuellos de botella en el área de Reempaque

Para determinar los cuellos de botella que existen dentro del área, se analizaron los tiempos invertidos en las diferentes actividades realizadas para reempacar cada producto en donde se conoce que las actividades que invierten la mayor cantidad de tiempo en realizarse son las que se deben considerar como un cuello de botella, una vez eliminados se determinaron los tiempos estándar que fueron utilizados para ingresarlos en el código para programar el simulador optimizador.

En la tabla 2 se pueden observar los tiempos promedio de reempaque con sus respectivas actividades para el producto Globo en sus 5 presentaciones:

Tabla 2. Tiempo Promedio actual para reempaque de Globos en 5 presentaciones con sus respectivas actividades.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO ACTUAL (MIN) PARA REEMPAQUE DE GLOBOS				
		POR 6 UNDS.	POR 10 UNDS.	POR 25 UNDS.	POR 100 UNDS.	POR 40 UNDS.
1	Traer cartón con globos desde percha, coger funda con globos del cartón y abrirla, dejar en mesa.	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
2	Coger etiqueta de cartón con logo, coger código de barras, dejar en mesa; coger la etiqueta y pegar código.	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
3	Coger globos de empaque original, contar, meter en funda presentación menor, colocar etiqueta, graparla	0,40	0,80	0,90	1,20	1,05
TOTAL		0,73	1,13	1,23	1,53	1,38

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

Como se puede observar en la tabla 2 la operación que más tarda en realizarse dentro del reempaque de Globos es la N. 3: Coger Globos del empaque original, contar, meter en funda de presentación menor, colocar etiqueta y graparla, la misma que se considera un cuello de botella. Para eliminar el cuello de botella de ésta operación se procedió a transferir de otra área una balanza digital para pesar los Globos en lugar de contarlos. También para optimizar las operaciones 1 y 2 se procedió a tener stock de Globos en un lugar cercano a la mesa de reempaque para eliminar el trayecto de traer el cartón desde percha, y para disminuir el tiempo de la operación 2 se eliminó los movimientos que se realizan en el momento de colocar el código de barras en la etiqueta y que no

son indispensables como coger la etiqueta dos veces en lugar de una vez. En la tabla 3 se observa el resumen de los tiempos óptimos estandarizados para el reempaque de Globos.

Tabla 3. Tiempo Estándar para reempaque de Globos en 5 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN) PARA REEMPAQUE DE GLOBOS LUEGO DE ELIMINAR CUELLOS DE BOTELLA				
		POR 6 UNDS.	POR 10 UNDS.	POR 25 UNDS.	POR 100 UNDS.	POR 40 UNDS.
1	Coger funda con globos del cartón y abrirla, dejar en mesa.	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
2	Coger etiqueta de cartón con logo, colocar código de barras, dejar en mesa.	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
3	Coger globos de empaque original, pesar, meter en funda presentación menor, colocar etiqueta, graparla y almacenar.	0,23	0,53	0,60	0,74	0,67
TOTAL		0,48	0,78	0,85	0,99	0,92

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

En la tabla 4 se observa los tiempos actuales para reempaque de Fómix en presentaciones de 10 y 6 unidades, además se puede observar que las actividades 2 y 3 se pueden considerar cuellos de botella ya que son las que demoran más tiempo en realizarlas.

Tabla 4. Tiempo Promedio actual para reempaque de Fómix en 2 presentaciones con sus respectivas actividades.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO ACTUAL (MIN) PARA REEMPAQUE DE FÓMIX	
		POR 10 UNDS.	POR 6 UNDS.
1	Traer cajas desde percha con fómix de cada color, repartirlos en la mesa.	0,10	0,10
2	Coger un formato de fómix por color y colocarlos en mesa.	0,52	0,40
3	Coger los formatos de fómix, meterlos en funda, sellar y almacenar.	0,56	0,56
TOTAL		1,18	1,06

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

En la tabla 5 se encuentran los tiempos estándar para reempaque de Fómix en sus dos presentaciones luego de eliminar los cuellos de botella y movimientos innecesarios dentro de las actividades.

Tabla 5. Tiempo Estándar para reempaque de Fómix en 2 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN) PARA REEMPAQUE DE FÓMIX LUEGO DE ELIMINAR CUELLOS DE BOTELLA	
		POR 10 UNDS.	POR 6 UNDS.
1	Coger fómix de las cajas de cada color, repartirlos en la mesa.	0,08	0,05
2	Coger un formato de fómix por color, tenerlos en la mano mientras, sigue la operación 3	0,49	0,27
3	Coger los formatos de fómix, meterlos en funda, sellar y almacenar.	0,53	0,51
TOTAL		1,10	0,83

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

En la tabla 6 se observa los tiempos actuales para reempaque de Silicón en presentaciones de 12 y 6 unidades, además se puede observar que la actividad 4 se considera cuello de botella ya que es la que más tiempo tarda en ejecutarse.

Tabla 6. Tiempo Promedio actual para reempaque de barras de Silicón en 2 presentaciones con sus respectivas actividades.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO ACTUAL (MIN) PARA REEMPAQUE DE SILICÓN	
		POR 12 UNDS.	POR 6 UNDS.
1	Traer cajas con silicón desde percha, dejarlas en mesa.	0,005	0,005
2	Perforar funda para colocar silicón	0,035	0,035
3	Coger una funda con silicón en presentación importada, abrirla y dejarla en mesa.	0,08	0,08
4	Contar barras de silicón y colocar en funda.	0,55	0,45
5	Sellar funda	0,09	0,09
TOTAL		0,76	0,66

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

En la tabla 7 se muestran los tiempos estándar obtenidos luego de eliminar cuellos de botella y movimientos innecesarios dentro de cada actividad para optimizar los tiempos. En la actividad 1 se eliminó el desplazamiento hacia la percha para traer las cajas con Silicón ya que en su lugar las colocaron cerca de la mesa de reempaque, en la actividad 2 se aumenta la cantidad de fundas a perforar por cada operación para disminuir el tiempo de perforación por cada unidad; en la actividad 3 se elimina un movimiento innecesario al abrir la funda,

en la actividad 4 considerada como cuello de botella se golpea el paquete para separar las barras y así poder contar más rápido.

Tabla 7. Tiempo Estándar para reempaque de Silicón en 2 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN) PARA REEMPAQUE DE SILICÓN LUEGO DE ELIMINAR CUELLOS DE BOTELLA	
		POR 12 UNDS.	POR 6 UNDS.
1	Coger funda en presentación original desde caja, dejarla en mesa.	0,003	0,003
2	Perforar funda para colocar silicón	0,027	0,027
3	Coger una funda con silicón en presentación importada, abrirla y dejarla en mesa.	0,07	0,07
4	Golpear el paquete contra la mesa para despegarlo, contar barras de silicón y colocar en funda.	0,46	0,36
5	Sellar funda	0,09	0,09
TOTAL		0,65	0,55

En la tabla 8 se observa los tiempos actuales para reempaque de Fieltro en presentaciones de 12 y 50 unidades, además se puede observar que las actividades 2 y 3 se consideran cuellos de botella ya que son las que demoran más tiempo en realizarlas.

Tabla 8. Tiempo Promedio actual para reempaque de Fieltro en 2 presentaciones con sus respectivas actividades.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO ACTUAL (MIN) PARA REEMPAQUE DE FIELTRO	
		POR 12 UNDS.	POR 50 UNDS.
1	Coger cajas con fieltro desde percha y repartir en mesa.	0,150	0,6
2	Coger un formato de fieltro por color y coloca en funda.	1,60	1,0
3	Sellar funda.	0,56	0,56
TOTAL		2,31	2,16

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

En la tabla 9 se muestra los tiempos estándar para las dos presentaciones de Fieltro luego de haber eliminado los cuellos de botella y movimiento no necesarios, en la operación 1 se eliminó el desplazamiento hacia la percha para coger la caja con Fieltro, sino que en su lugar se colocó junto a la mesa de **FCNM**

reempaque la caja, en la operación 2 se elimina un movimiento al mantener en la mano el Fieltro mientras agarra la funda.

Tabla 9. Tiempo Estándar para reempaque de Fieltro en 2 presentaciones con sus respectivas actividades, luego de eliminar cuellos de botella y optimizar movimientos.

N. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN) PARA REEMPAQUE DE FIELTRO LUEGO DE ELIMINAR CUELLOS DE BOTELLA	
		POR 12 UNDS.	POR 50 UNDS.
1	Coger fieltro desde caja y repartir en mesa.	0,096	0,4
2	Coger un formato de fieltro por color y coloca en funda.	1,38	0,98
3	Sellar funda.	0,56	0,56
TOTAL		2,04	1,94

Fuente: Datos tomados de la importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho.

3.3. Análisis de Varianza para los Tiempos De Reempaque

Al tener algunos productos con sus respectivas presentaciones es necesario realizar un Análisis de Varianza para cada grupo de productos con sus tiempos de reempaque.

3.3.1. Análisis de Varianza para los productos Silicón de 6, 8 y 12 unidades.

Al realizar el análisis de varianza para determinar si las medias de los tiempos de reempaque analizados para los diferentes grupos del producto Silicón (S6, S8 y S12) son iguales o diferentes se obtiene las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \mu_{S6} = \mu_{S8} = \mu_{S12}$$

Ha: Al menos una de ellas es diferente

Los tiempos para los tres tipos de Silicón se encuentran en el anexo 1.

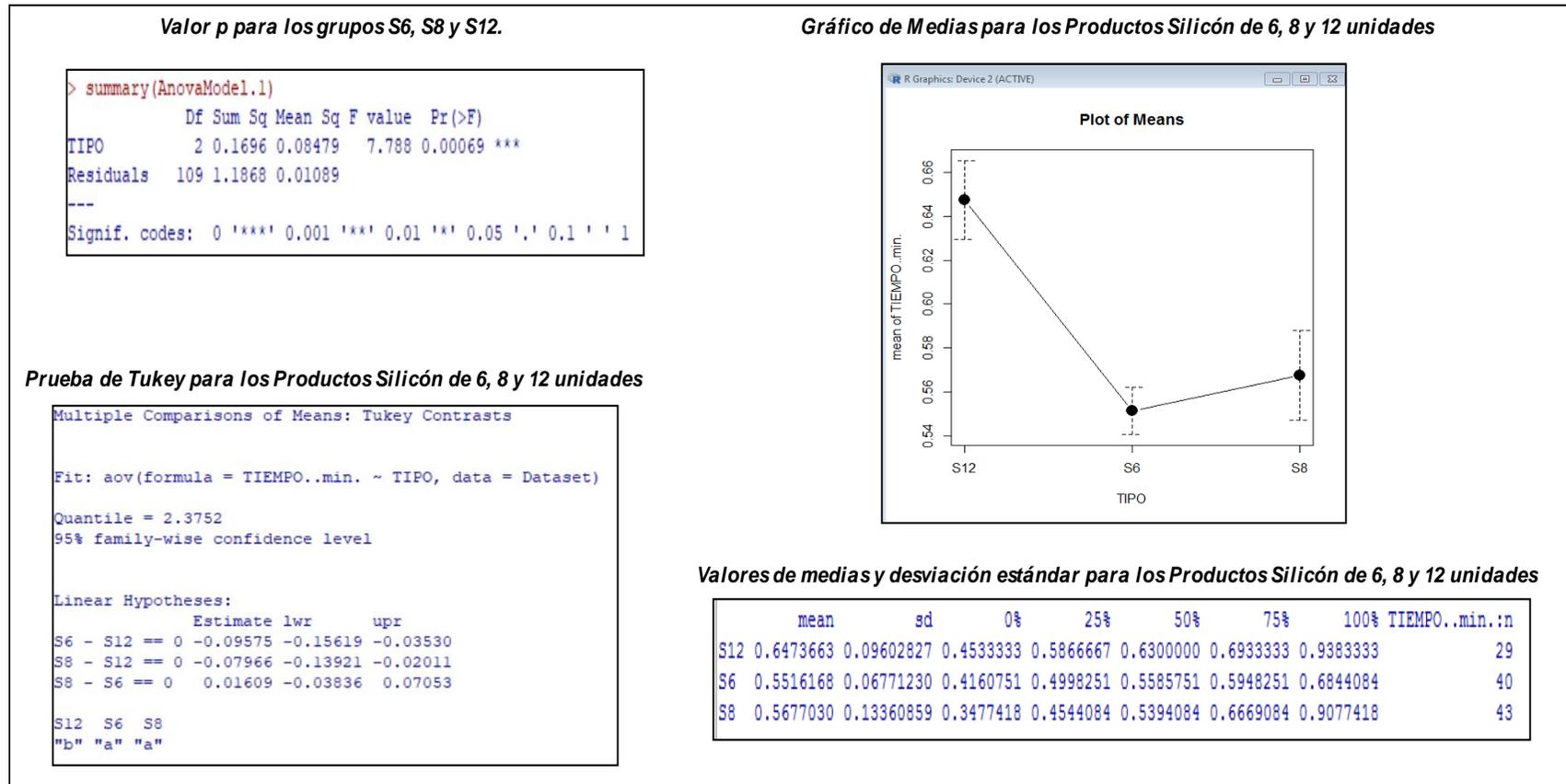
El ANOVA indica que sí hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos S6, S8 y S12 con un valor $p = 0.00069$ (Ver figura 4).

Al realizar el análisis de comparaciones múltiples de Tukey, se observa que la media del grupo S6 es igual a la media del grupo S8 porque tienen letras iguales "a".

En este caso se observa que el grupo S12 difiere de los otros pues tiene letra diferente con un nivel de significancia del 5%.

En la figura de medias (Ver figura 4) del producto Silicón se puede observar que el tipo S12 es mayor a los otros porque el tiempo promedio es 0.65 min vs. 0.56 min.

Figura 4. Análisis de Varianza para el producto Silicón de 6, 8 y 12 unidades.



Entorno RSudio.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.3.2. Análisis de Varianza para los productos Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades.

Al realizar el análisis de varianza para determinar si las medias de los diferentes grupos del producto Globos (G6, G10, G25, G40 y G100) son iguales o diferentes.

Se Obtienen las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \mu_{G6} = \mu_{G10} = \mu_{G25} = \mu_{G40} = \mu_{G100}$$

Ha: Al menos una de ellas es diferente

Los tiempos para los cinco tipos de Globos se encuentran en el anexo 2.

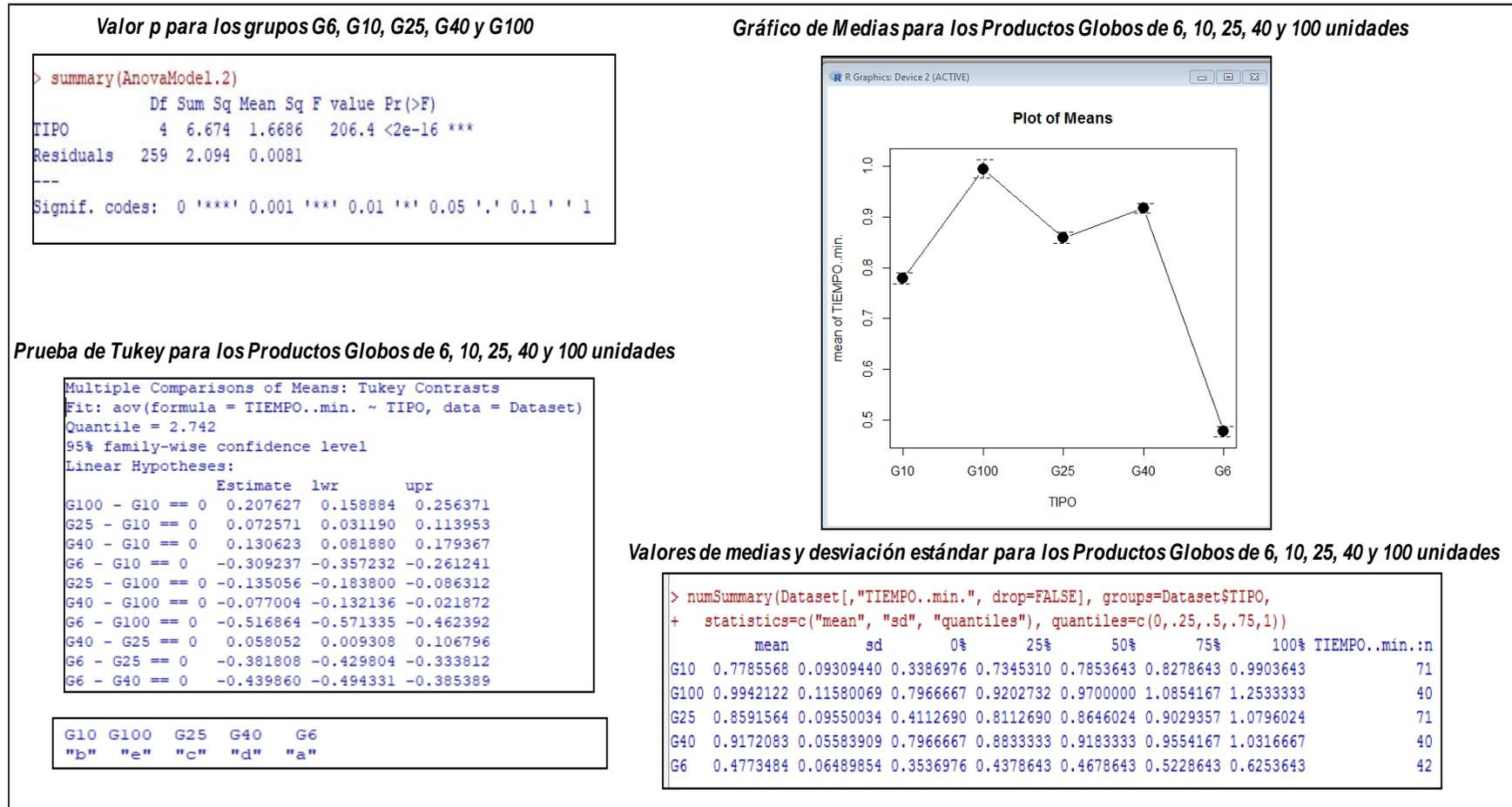
El ANOVA indica que sí hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos G6, G10, G25, G40 y G100 con un valor $p = 2e-16$ (Ver figura 5).

Al realizar el análisis de comparaciones múltiples de Tukey, se observa que las medias de cada grupo no son iguales ya que tienen letras diferentes.

En este caso se observa que los grupos G10, G100, G25, G40 y G6 difieren entre ellos tienen letras diferentes con un nivel de significancia del 5%

En el gráfico de medias (Ver figura 5) del producto Globos se observa que los tiempos son diferentes para todos los grupos así: G10 0.78 min, G100 0.99 min, G25 0.86 min, G40 0.92 min, G6 0.48 min.

Figura 5. Análisis de Varianza para los productos Globos de 8, 10, 25, 40 y 100 unidades.



Entorno RSudio.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.3.3. Análisis de Varianza para los productos Fómix de 6, y 10 unidades.

Al realizar el análisis de varianza para determinar si las medias de los diferentes grupos del producto Fómix surtido y unicolor (FS6, FS10 y FU10) son iguales o diferentes, se obtuvieron las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \mu_{FS6} = \mu_{FS10} = \mu_{FU10}$$

Ha: Al menos una de ellas es diferente

Los tiempos para los dos tipos de Fómix se encuentran en el anexo 3.

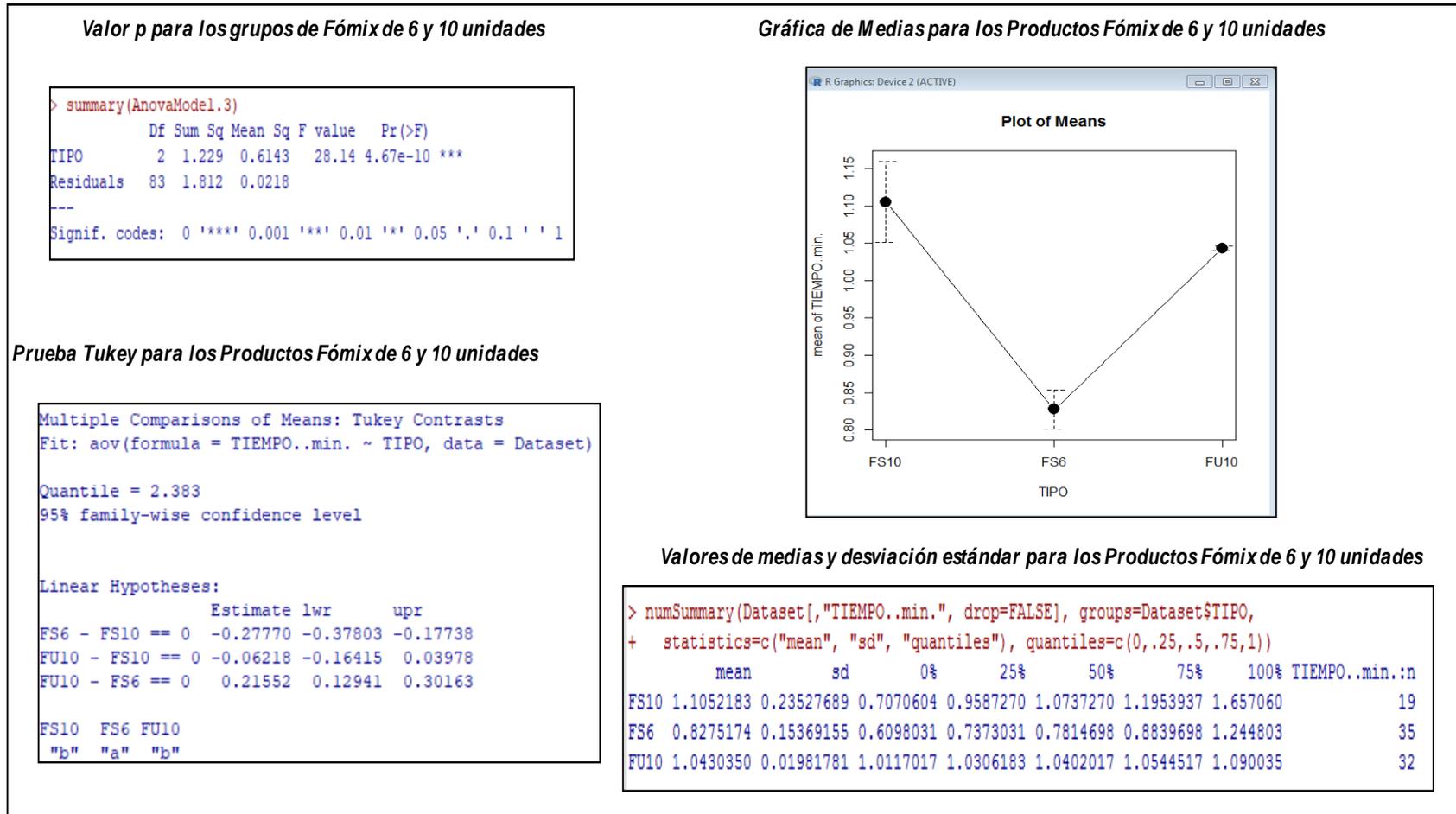
El ANOVA indica que sí hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos FS6, FS10 y FU10 con un valor $p = 4.67e-10$ (Ver figura 6).

Al realizar el análisis de comparaciones múltiples de Tukey, se observa que las medias de los grupos FS10 y FU10 son iguales ya que tienen letras iguales "b".

En este caso se observa que el grupo FS6 difiere de los otros pues tiene letra diferente con un nivel de significancia del 5%.

En el gráfico de medias (Ver figura 6) del producto Fómix se observa que los tiempos son similares entre sí y mayores para los grupos FS10 1.10 min y FU10 1.04 mientras que difiere de los anteriores el grupo FS6 con un tiempo menor de 0.83 min.

Figura 6. Análisis de Varianza para los productos Fómix de 6 y 10 unidades.



Entorno RSudio

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.3.4. Análisis de Varianza para los productos Filtro de 12 y 50 unidades.

Al realizar el análisis de varianza para determinar si las medias de los diferentes grupos del producto Filtro (F12 y F50) son iguales o diferentes.

Obteniendo las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \mu_{F12} = \mu_{F50}$$

Ha: Al menos una de ellas es diferente

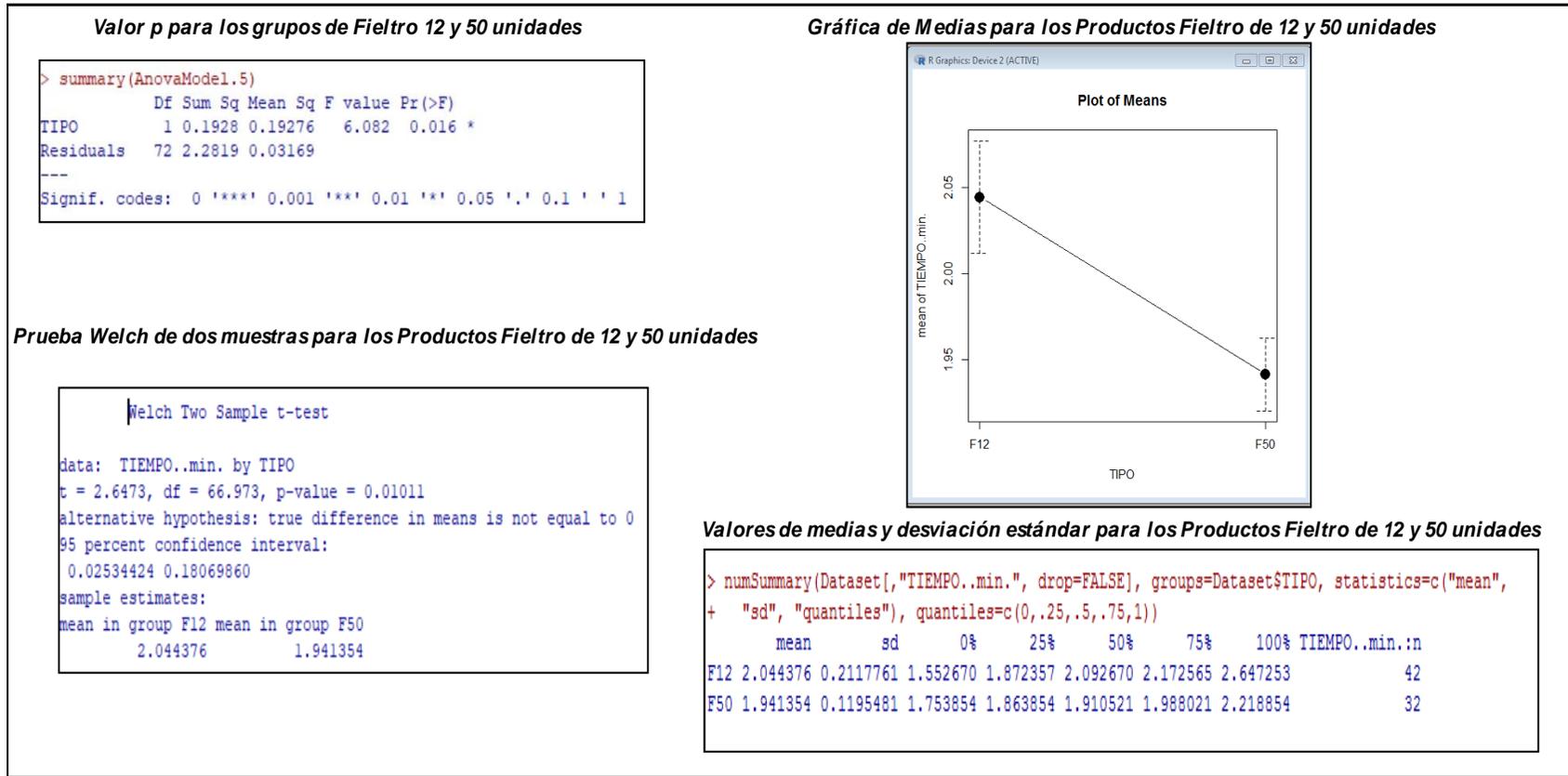
Los tiempos para los dos tipos de Filtro se encuentran en el anexo 4.

El ANOVA indica que sí hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos F12 y F50 con un valor $p = 0.016$ (Ver figura 7).

Al realizar el análisis Welch Two Sample t-test se obtuvo que las medias son diferentes dando valores para F12: 2.044 y F50: 1.94.

En el gráfico de medias (Ver figura 7) del producto Filtro se observa que el tiempo del grupo F12: 2.04 min es mayor al tiempo del grupo F50 1.94 min.

Figura 7. Análisis de Varianza para los productos Fómix de 6 y 10 unidades.



Entorno RSudio
 Autora: Ing. Margareth Camacho

3.4. Distribuciones para Datos Originales

Con la finalidad de analizar las distribuciones de los datos originales para cada variable dentro del simulador, el proceso de reempaque se ha dividido en algunas etapas que se van a estudiar en éste capítulo y son las siguientes:

- a. Distribución para Arribo de Pedidos (Cantidad de pedidos diarios).
- b. Distribución para determinar la clase de Producto a Reempacar (Globo, Silicón, Fómix o Fieltro).
- c. Distribución para determinar la Presentación de cada producto (6, 10, 12, 25, 40, 50 o 100 unidades).
- d. Distribución para determinar la cantidad de paquetes que se deben reempacar por producto y presentación.
- e. Distribución para determinar el tiempo en reempacar cada producto por presentación.

3.4.1. Arribo de Pedidos

Para determinar la frecuencia de arribo de pedidos diario se tomó en cuenta el número de pedidos históricos que son 559 pedidos, además el número de días laborables en un año son 239 días de donde al dividir las cantidades mencionadas se obtiene que la frecuencia de 2.34 pedidos diarios.

De acuerdo a los datos históricos la distribución es exponencial, para saber el valor de la media para la distribución exponencial de arribo de pedidos se divide el tiempo laboral diario que es 7.4 horas para la frecuencia diaria que es 2.34 pedidos diarias con lo que se obtiene una lambda de 3.2.

3.4.2. Clase de Producto a reempacar (Globo, Silicón, Fómix o Fieltro).

Los datos de la Variable clase de producto a reempacar no se ajustó a ninguna distribución conocida por tal motivo se utilizó la distribución empírica Ver tabla 10.

Tabla 10. Distribución empírica para la Variable Clase de Producto a Reempacar (Globo, Silicón, Fómix o Fieltro)

PRODUCTO	CANTIDAD DE PEDIDOS HISTÓRICOS	%
Globos	506	91%
Fieltro	20	4%
Fómix	17	3%
Silicón	16	3%
Total	559	100%

*Fuente: Datos históricos de Conversiones ingresadas por Reempaque.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.*

3.4.3. Presentación del Producto a reempacar (paquetes de 6, 10, 12, 25, 40, 50 y 100 unidades por producto).

El conjunto de datos para éstas variables no se ajustó a ninguna distribución conocida por lo que se utilizó una Distribución Empírica. Ver tablas 11, 12, 13 y 14 con los respectivos datos.

Tabla 11. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades).

PRODUCTO	CANTIDAD DE PEDIDOS HISTÓRICOS	%
Paquetes con globos de 10 uds.	264	52%
Paquetes con globos de 25 uds.	176	35%
Paquetes con globos de 100 uds.	59	12%
Paquetes con globos de 40 uds.	4	0.8%
Paquetes con globos de 6 uds.	3	0.6%
Total	506	100%

*Fuente: Datos históricos de Conversiones ingresadas por Reempaque.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.*

Tabla 12. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Fieltro de 12 y 50 unidades).

PRODUCTO	CANTIDAD DE PEDIDOS HISTÓRICOS	%
Paquetes con fieltro de 12 uds.	15	75%
Paquetes con fieltro de 50 uds.	5	25%
Total	20	100%

*Fuente: Datos históricos de Conversiones ingresadas por Reempaque.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.*

Tabla 13. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Fómix de 6 y 10 unidades).

PRODUCTO	CANTIDAD DE PEDIDOS HISTÓRICOS	%
Paquetes con fómix de 10 uds.	11	65%
Paquetes con fómix de 6 uds.	6	35%
Total	17	100%

Fuente: Datos históricos de Conversiones ingresadas por Reempaque.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

Tabla 14. Distribución empírica para la Variable Presentación del Producto a Reempacar (Silicón de 6-8 unidades y Silicón de 12 unidades).

PRODUCTO	CANTIDAD DE PEDIDOS HISTÓRICOS	%
Paquetes con silicón de 6 y 8 uds.	14	87.5%
Paquetes con silicón de 12 uds.	2	12.5%
Total	16	100%

Fuente: Datos históricos de Conversiones ingresadas por Reempaque.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4. Cantidad de Paquetes a reempacar por producto y presentación.

Para el cálculo de la cantidad de paquetes a reempacar por producto y presentación, es decir cuántos paquetes se va a reempacar del producto Globos de 6 unidades o cualquier otro producto se debe determinar la distribución para cada Grupo. A continuación, el análisis para cada variable.

3.4.4.1. Cantidad de paquetes Globos de 6 unidades “G6”

La variable G6 sirve para determinar la cantidad de paquetes que se deben reempacar para éste producto.

Los datos de ésta variable se encuentran en el anexo 5.

De acuerdo al histograma se presume que estos datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

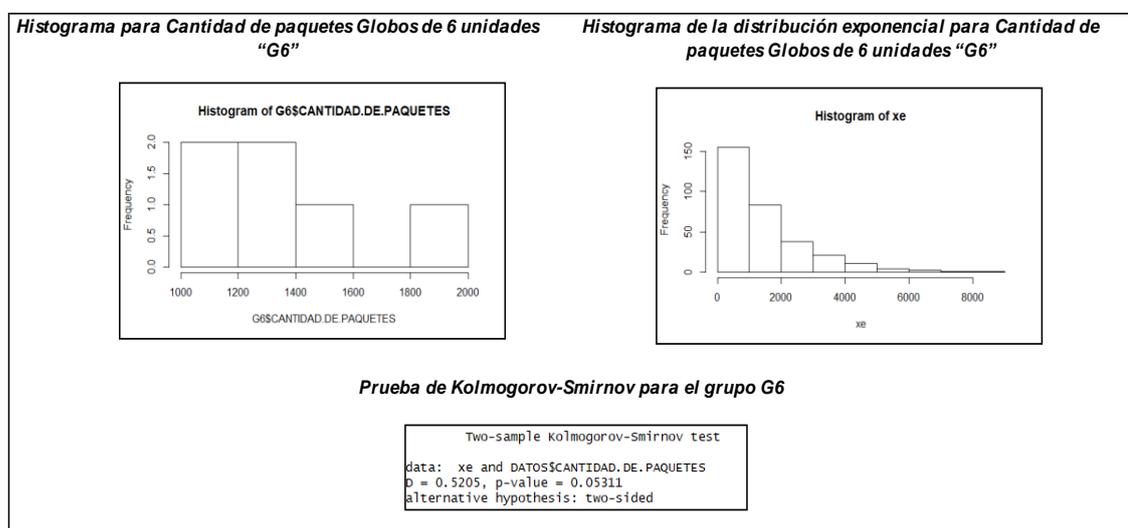
H_0 : Los datos tienen una distribución exponencial

H_a : Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.05311 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 1425.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “G6” se observan en la figura 8.

Figura 8. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G6”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.2. Cantidad de paquetes Globos de 10 unidades “G10”

Con ésta variable se determina la cantidad de paquetes que se deben reempacar para el producto Globos de 10 unidades.

Los datos tomados para ésta variable se encuentran en el anexo 6.

Al observar el histograma se asume que estos datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

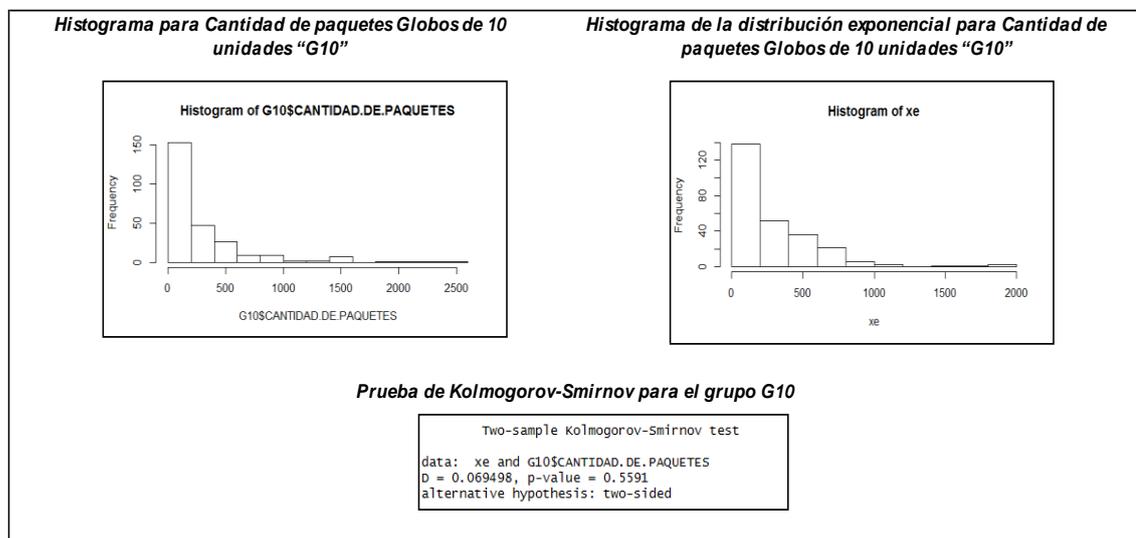
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.5591 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 306.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “G10” se observan en la figura 9.

Figura 9. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G10”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.3. Cantidad de paquetes Globos de 25 unidades “G25”.

Esta variable permite conocer la cantidad de paquetes que se deben reempacar para el producto Globos de 25 unidades.

Los datos obtenidos para esta variable se encuentran en el anexo 7.

De acuerdo al histograma anterior, se asume que estos datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

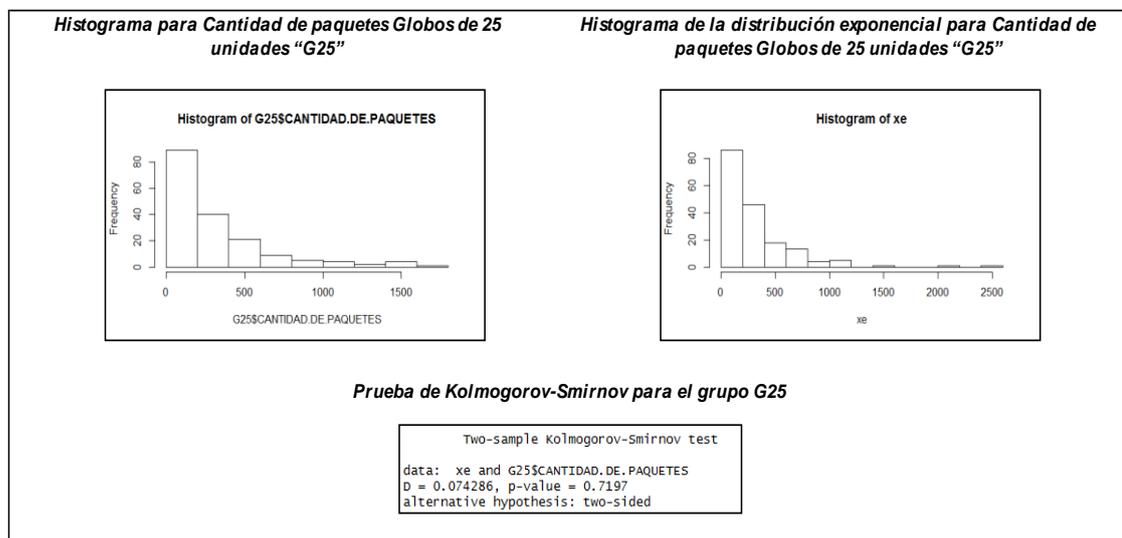
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.7197 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 320.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “G25” se observan en la figura 10.

Figura 10. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G25”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.4. Cantidad de paquetes Globos de 40 unidades “G40”

Para conocer la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Globos de 40 unidades tenemos ésta variable.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 8.

De acuerdo al histograma anterior, se asume que estos datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

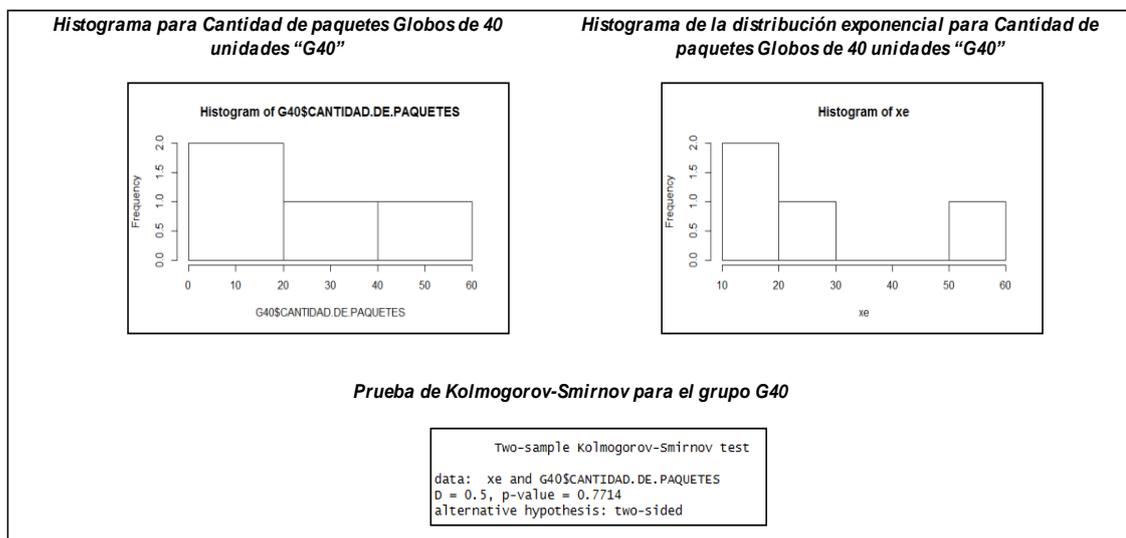
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.7714 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 28.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “G40” se observan en la figura 11.

Figura 11. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G40”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.5. Cantidad de paquetes Globos de 100 unidades “G100”

Para conocer la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Globos de 100 unidades tenemos ésta variable.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 9.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

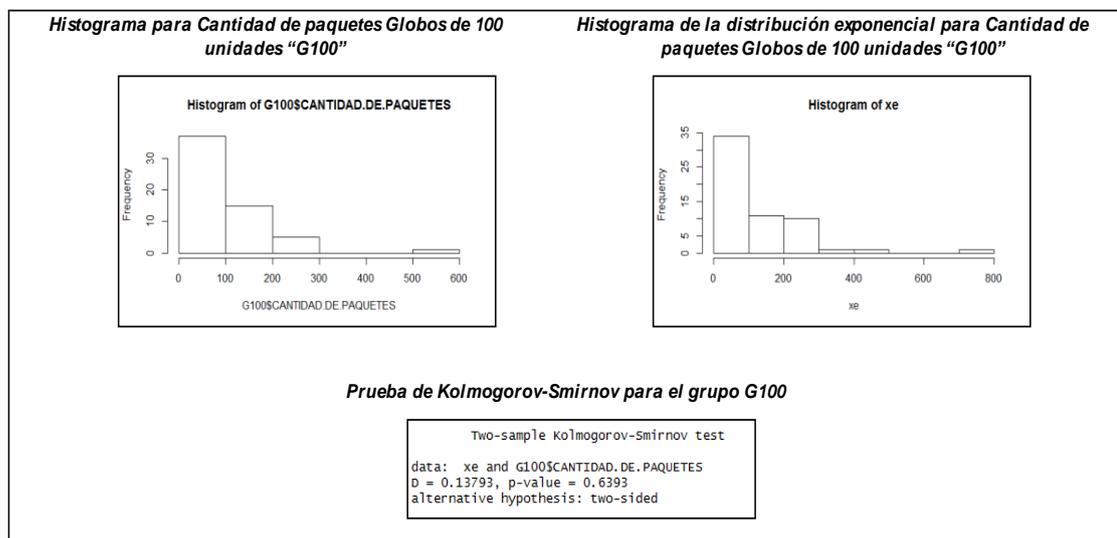
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.6393 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 103.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “G100” se observan en la figura 12.

Figura 12. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes “G100”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.6. Cantidad de paquetes Fómix de 10 unidades “Fo10”

A través de ésta variable se conoce la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Fómix de 10 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 10.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

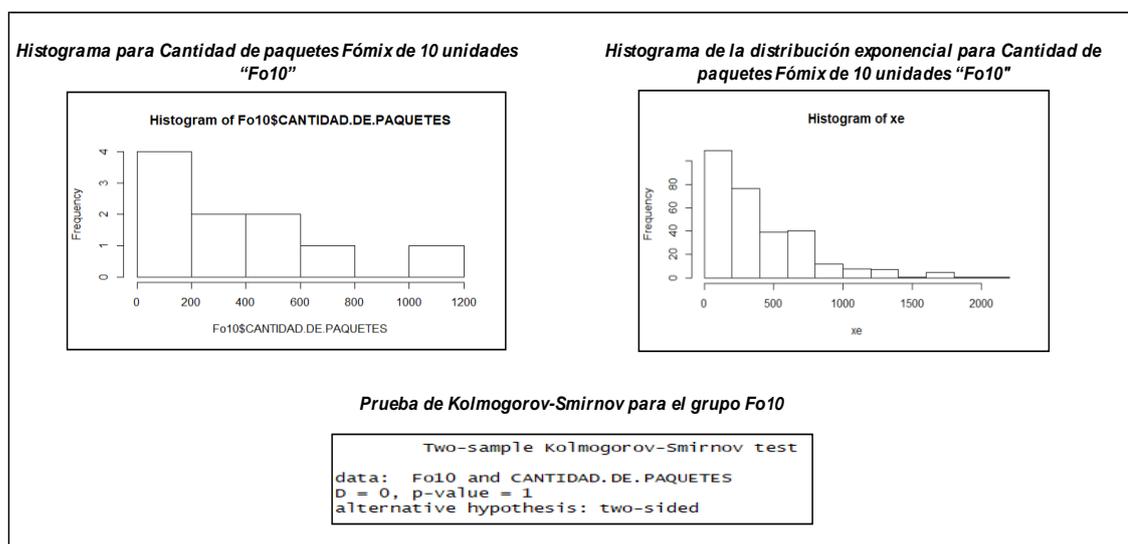
H_0 : Los datos tienen una distribución exponencial

H_a : Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.9945 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 414.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable "Fo10" se observan en la figura 13.

Figura 13. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes "Fo10"



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.7. Cantidad de paquetes Fómix de 6 unidades "Fo6"

A través de ésta variable se conoce la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Fómix de 6 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 11.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

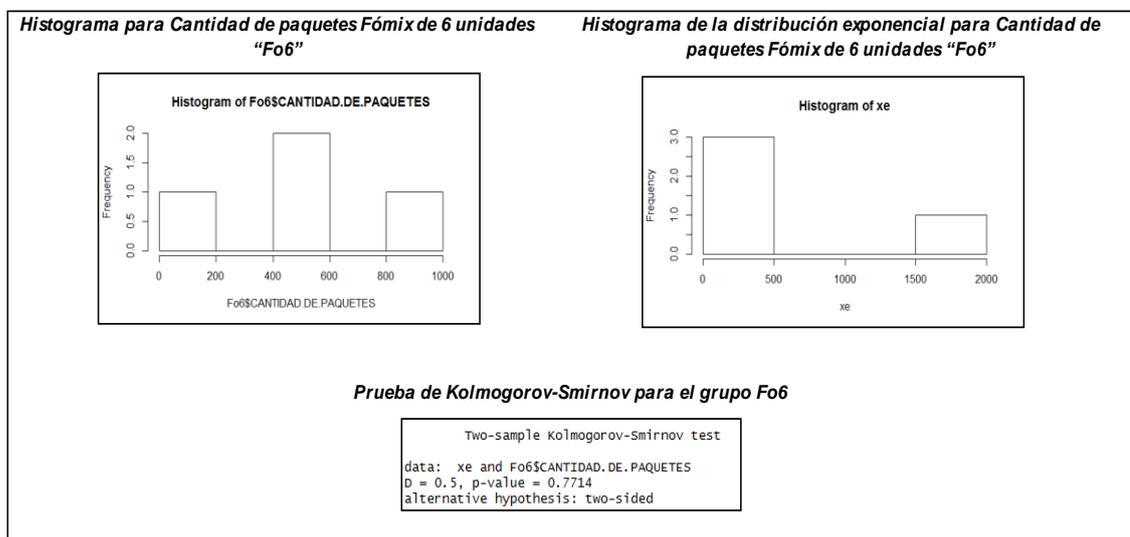
H_0 : Los datos tienen una distribución exponencial

H_a : Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.7714 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 487.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “Fo6” se observan en la figura 14.

Figura 14. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Fómix de 6 unidades “Fo6”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.8. Cantidad de paquetes Silicón de 12 unidades “Si12”

A través de ésta variable se conoce la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Silicón de 12 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 12.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

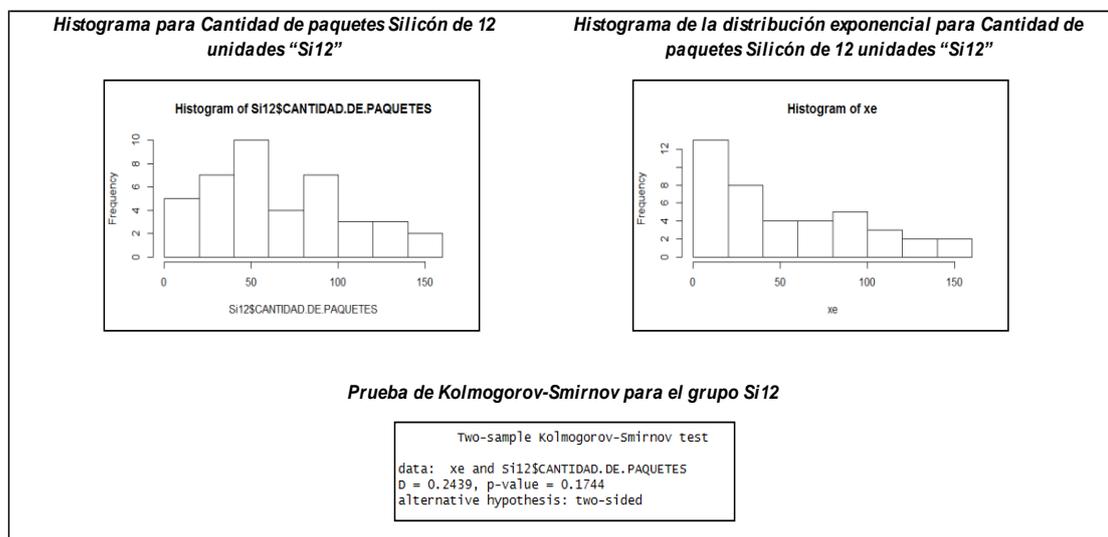
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.1744 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 67.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “Si12” se observan en la figura 15.

Figura 15. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Silicón de 12 unidades “Si12”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.9. Cantidad de paquetes Silicón de 6 unidades “Si6”

A través de ésta variable se conoce la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Silicón de 6 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 13.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

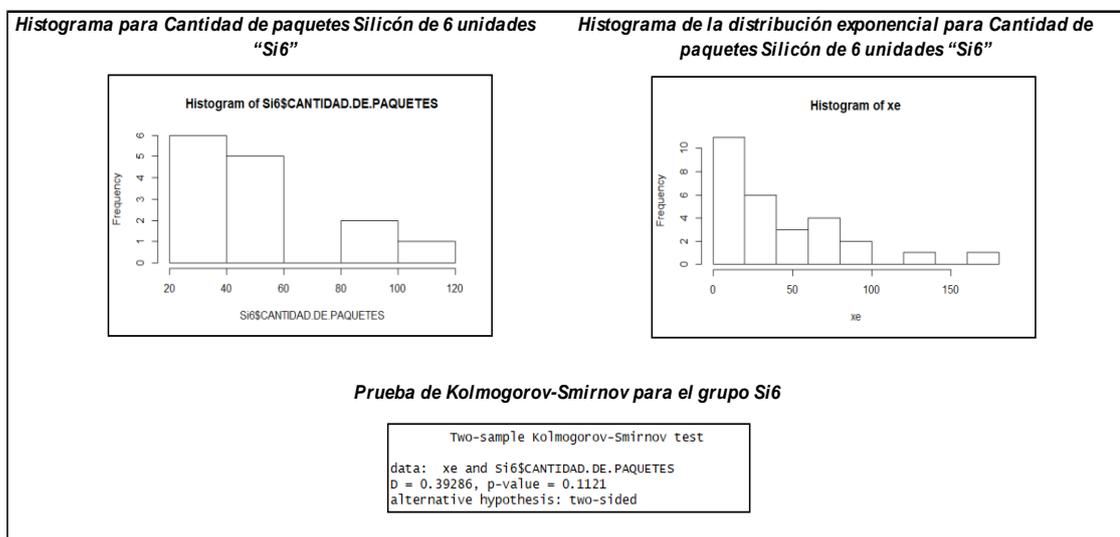
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.1121 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 51.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “Si6” se observan en la figura 16.

Figura 16. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Silicón de 6 unidades “Si6”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.10. Cantidad de paquetes Filtro de 12 unidades “Fi12”

A través de ésta variable se conoce la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Filtro de 12 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 14.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

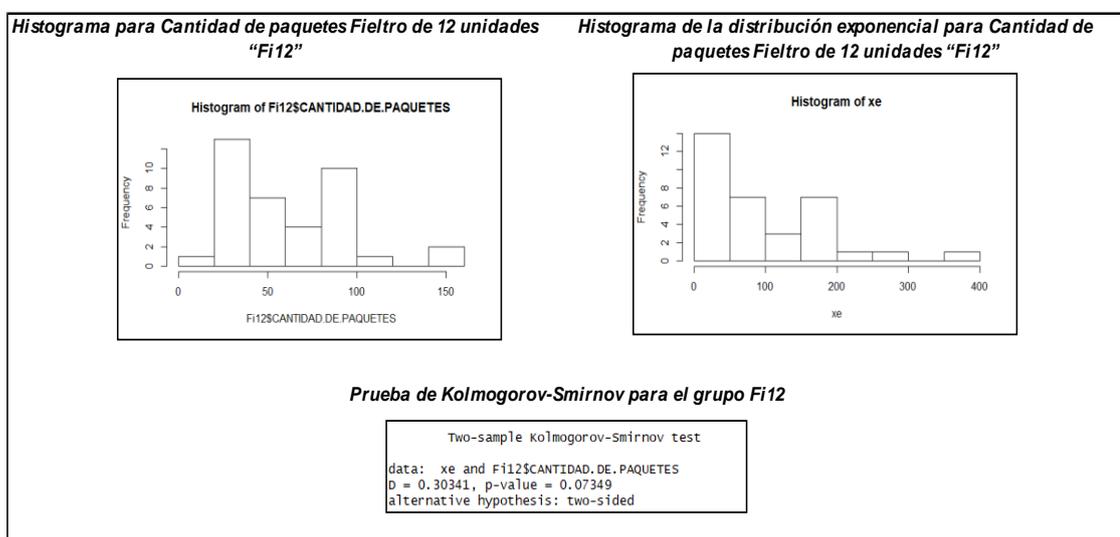
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.07349 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 63.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “Fi12” se observan en la figura 17.

Figura 17. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Fieltro de 12 unidades “Fi12”



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.4.11. Cantidad de paquetes Fieltro de 50 unidades “Fi50”

A través de ésta variable se conoce la cantidad de paquetes que se deben reempacar del producto Fieltro de 50 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 15.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento exponencial por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

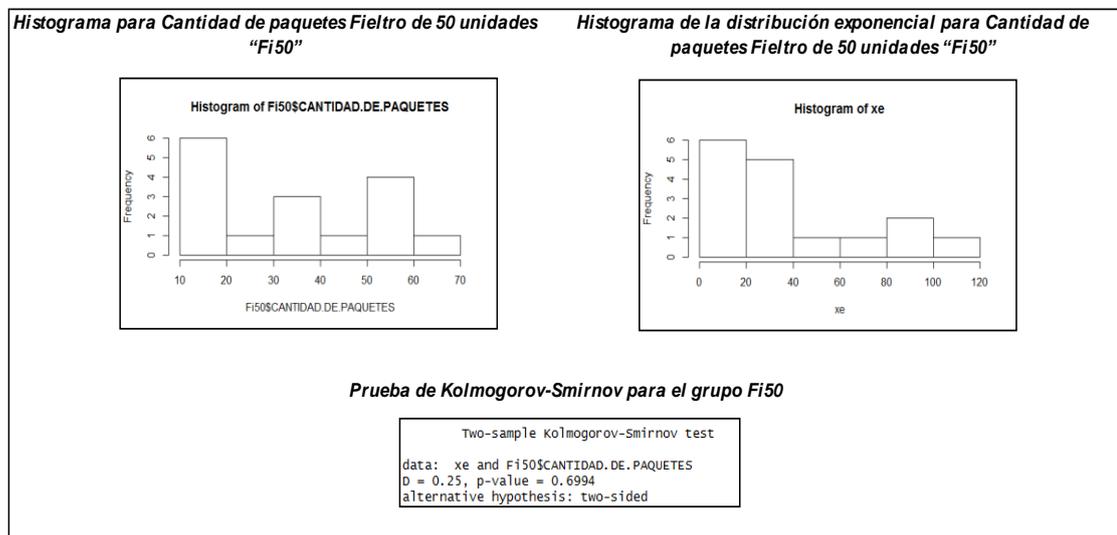
Ho: Los datos tienen una distribución exponencial

Ha: Los datos no tienen una distribución exponencial

Se obtuvo un valor p 0.6994 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución exponencial con una media de 37.

Los histogramas de la distribución exponencial y de la variable “Fi50” se observan en la figura 18.

Figura 18. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Cantidad de Paquetes Fieltro de 50 unidades “Fi50”



**Fuente: Base de datos de la Importadora.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.**

Para el análisis de los tiempos que se demoran en reempacar los productos dentro de la simulación, se realizan las pruebas de bondad de ajuste para cada variable y así se define qué tipo de distribución se ajusta a cada una de ellas.

3.4.5. Tiempo de reempaque por producto y presentación.

Para el cálculo del tiempo de reempaque de cada presentación se hizo un estudio de tiempos para cada producto donde se tomaron varias observaciones durante un periodo de tiempo. A continuación, el análisis de tiempos para cada variable.

3.4.5.1. Tiempo de reempaque para paquetes con Globos de 6 unidades “G6”

Esta variable permite determinar el tiempo que se demora un operario en reempacar los Globos en presentaciones de 6 unidades.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 16.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

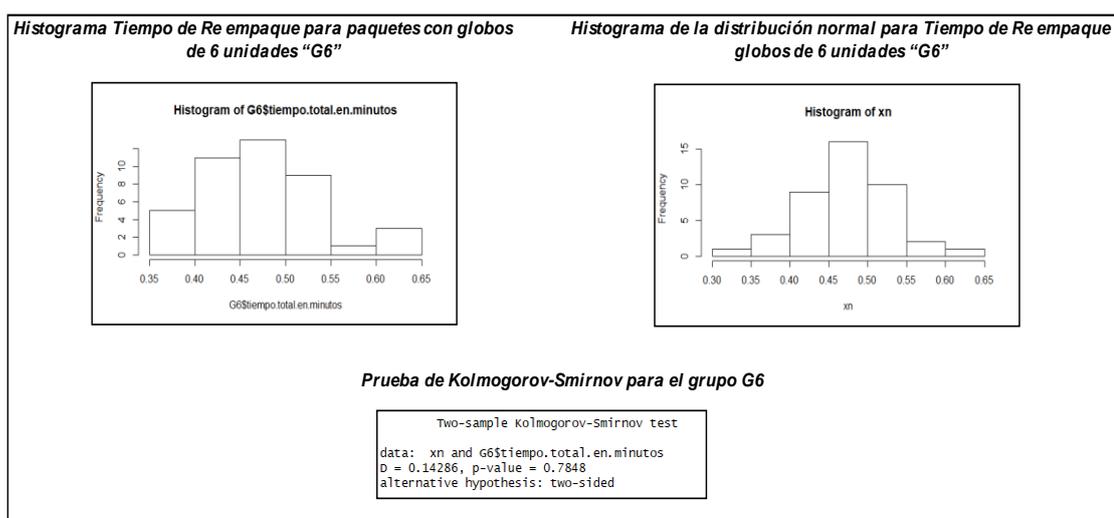
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.7848 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.48.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “G6” se observan en la figura 19.

Figura 19. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 6 unidades “G6”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.2. Tiempo de reempaque para paquetes con Globos de 10 unidades “G10”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 10 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 17.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

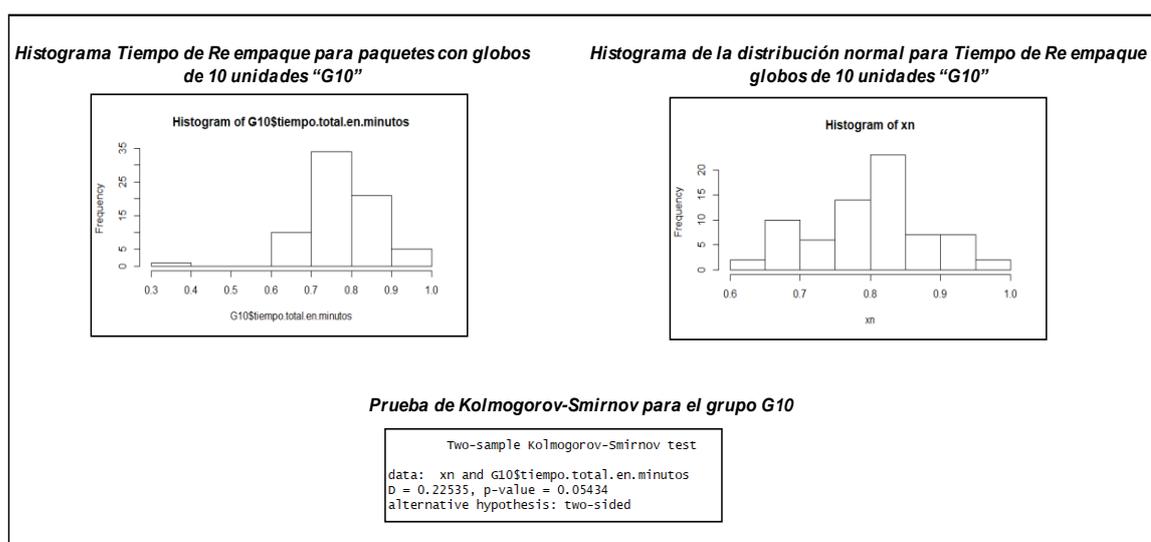
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.05434 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.78.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “G10” se observan en la figura 20.

Figura 20. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 10 unidades “G10”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.3. Tiempo de reempaque para paquetes con Globos de 25 unidades “G25”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 25 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 18.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

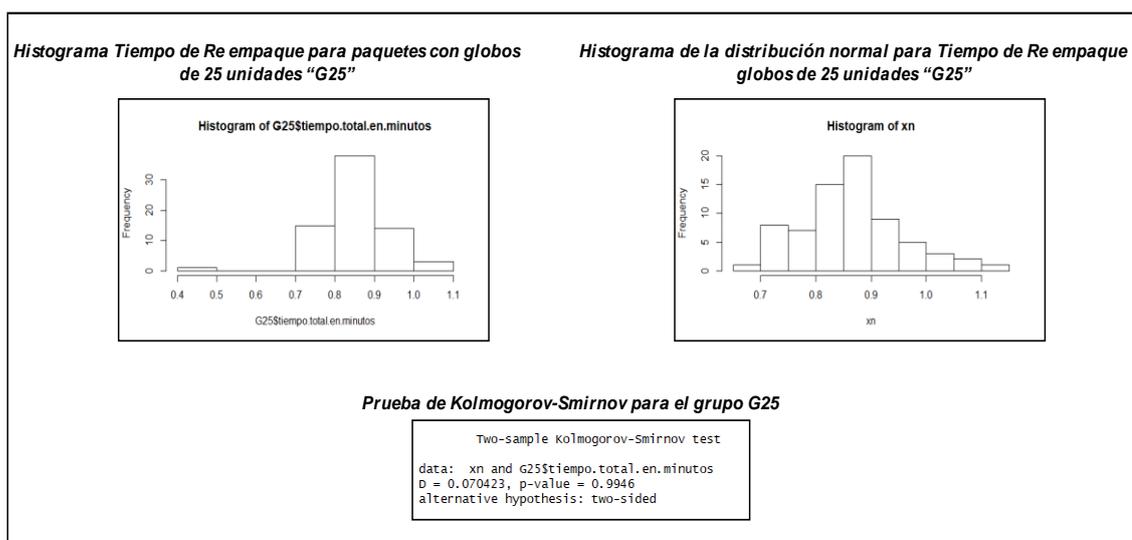
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.9946 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.86.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “G25” se observan en la figura 21.

Figura 21. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 25 unidades “G25”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.4. Tiempo de reempaque para paquetes con Globos de 40 unidades “G40”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 40 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 19.

De acuerdo a los histogramas, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

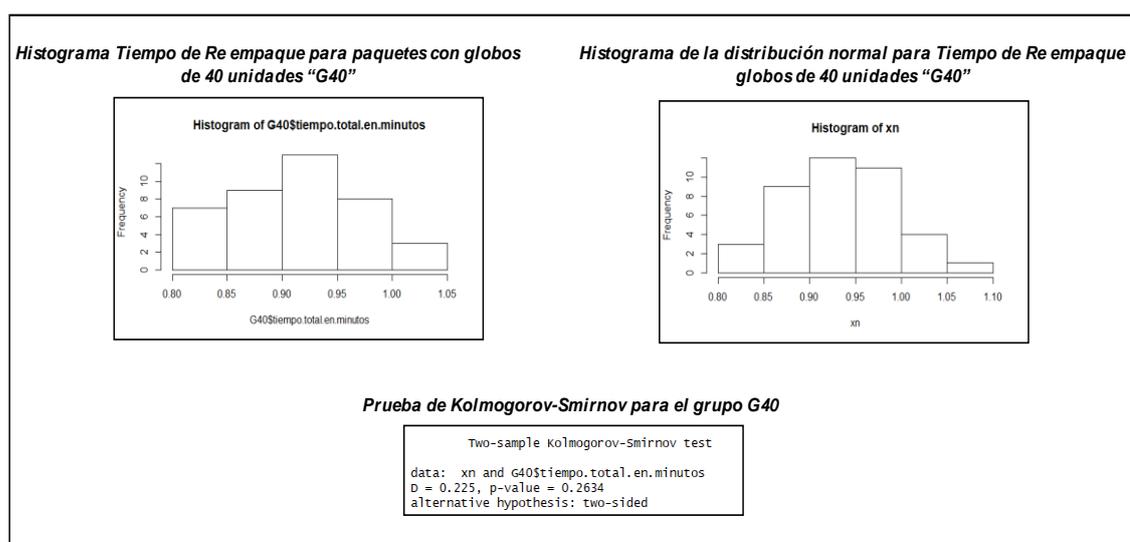
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.2634 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.92.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “G40” se observan en la figura 22.

Figura 22. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 40 unidades “G40”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.5. Tiempo de reempaque para paquetes con Globos de 100 unidades “G100”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 100 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 20.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

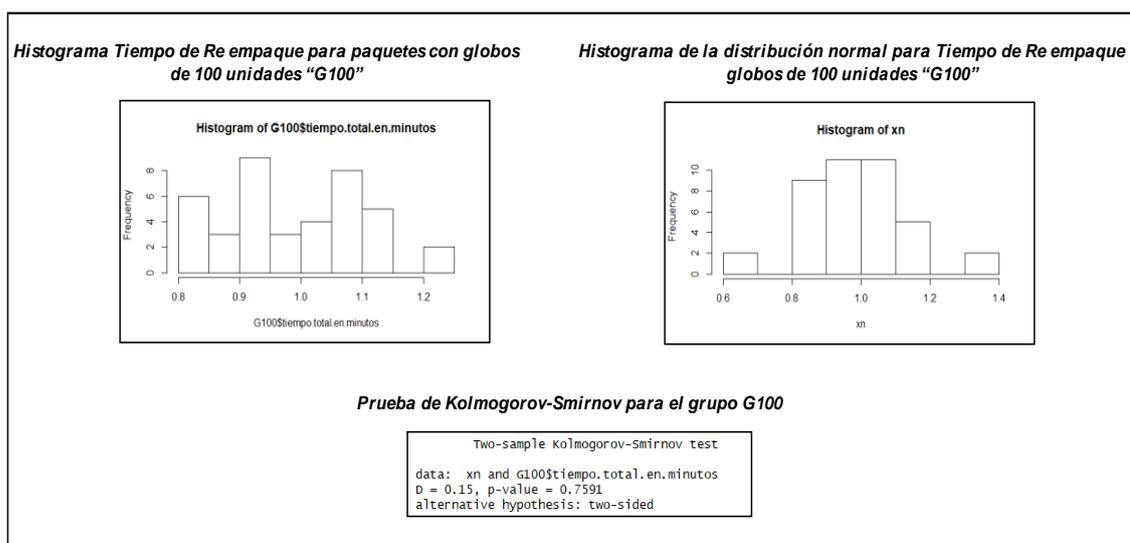
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.7591 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.99.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “G100” se observan en la figura 23.

Figura 23. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Globos con 100 unidades “G100”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.6. Tiempo de reempaque para paquetes con Fómix de 10 unidades “Fo10”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 10 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 21.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

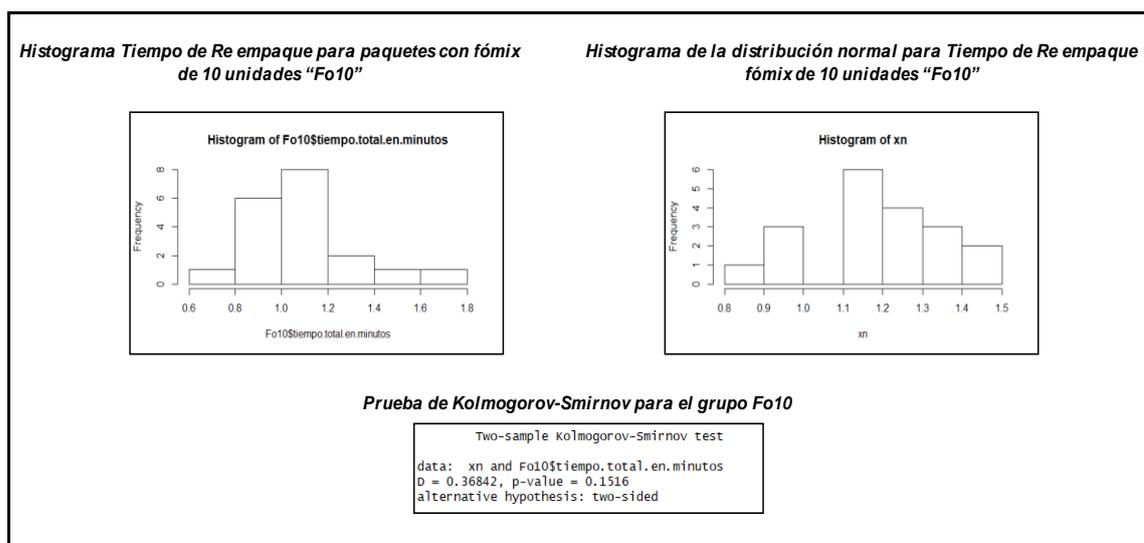
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.1516 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 1.11.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “Fo10” se observan en la figura 24.

Figura 24. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Fómix con 10 unidades “Fo10”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.7. Tiempo de reempaque para paquetes con Fómix de 6 unidades “Fo6”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 6 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 22.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

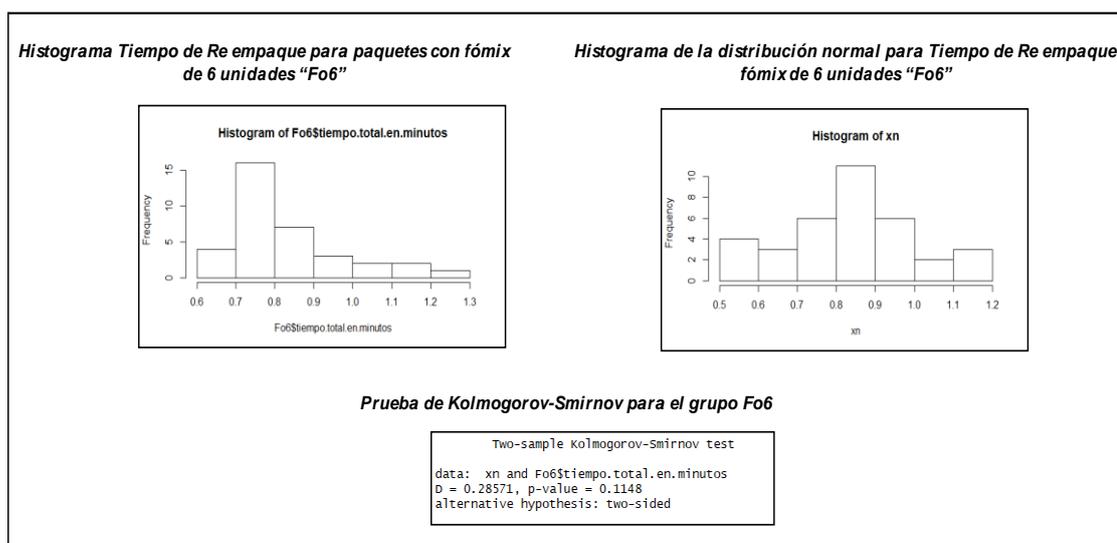
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.1148 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.83.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “Fo6” se observan en la figura 25.

Figura 25. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Fómix con 6 unidades “Fo6”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.8. Tiempo de reempaque para paquetes con Silicón de 12 unidades “Si12”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para empaques con paquetes de 12 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 23.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

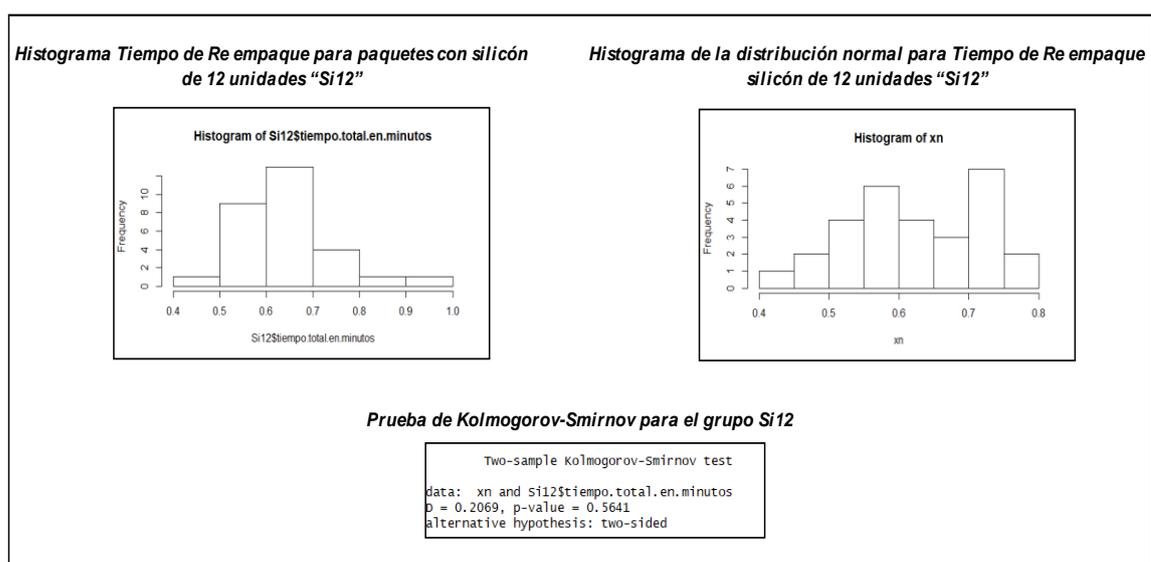
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.5641 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.65.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “Si12” se observan en la figura 26.

Figura 26. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Silicón con 12 unidades “Si12”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

Capítulo 3 – Página 51

3.4.5.9. Tiempo de reempaque para paquetes con Silicón de 6 unidades “Si6”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para fundas con paquetes de 6 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 24.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

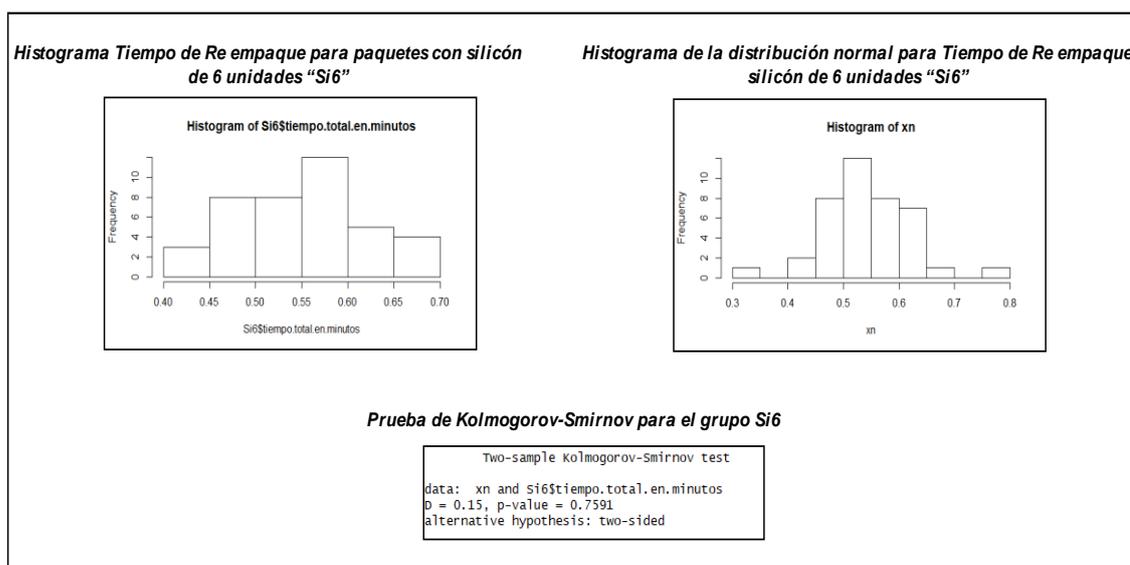
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.7591 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 0.55.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “Si6” se observan en la figura 27.

Figura 27. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Silicón con 6 unidades “Si6”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.10. Tiempo de reempaque para paquetes con Filtro de 12 unidades “Fi12”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para fundas de Filtro con 12 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 25.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

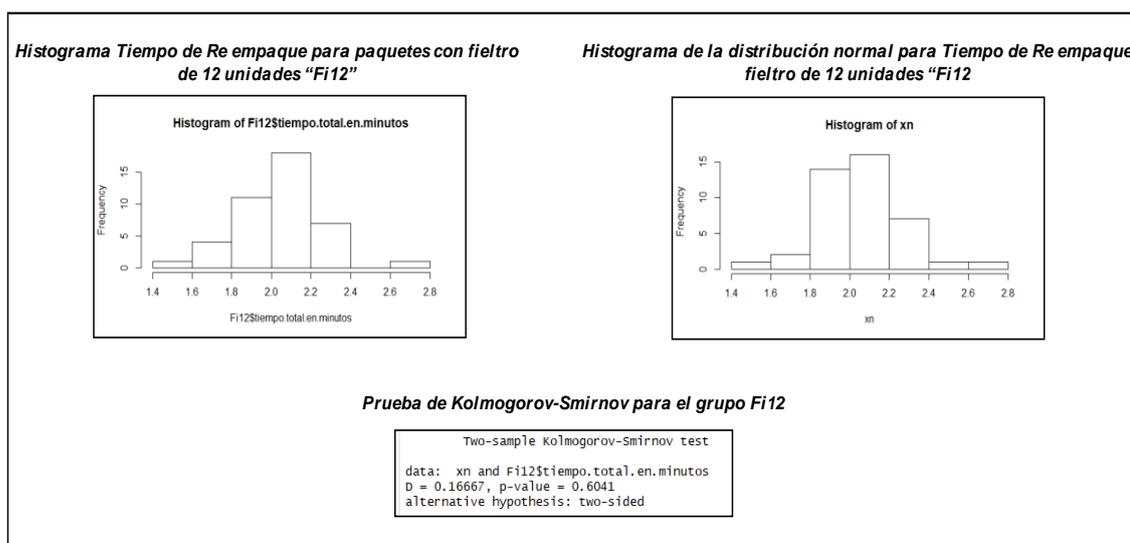
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.6041 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 2.04.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “Fi12” se observan en la figura 28.

Figura 28. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Filtro con 12 unidades “Fi12”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.4.5.11. Tiempo de reempaque para paquetes con Filtro de 50 unidades “Fi50”

La siguiente variable permite determinar el tiempo de reempaque para fundas de Filtro con 50 unidades cada uno.

Los datos obtenidos para ésta variable se encuentran en el anexo 26.

De acuerdo al histograma anterior, se observa que los datos tienen un comportamiento normal por lo que se procede a aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov planteando las siguientes hipótesis:

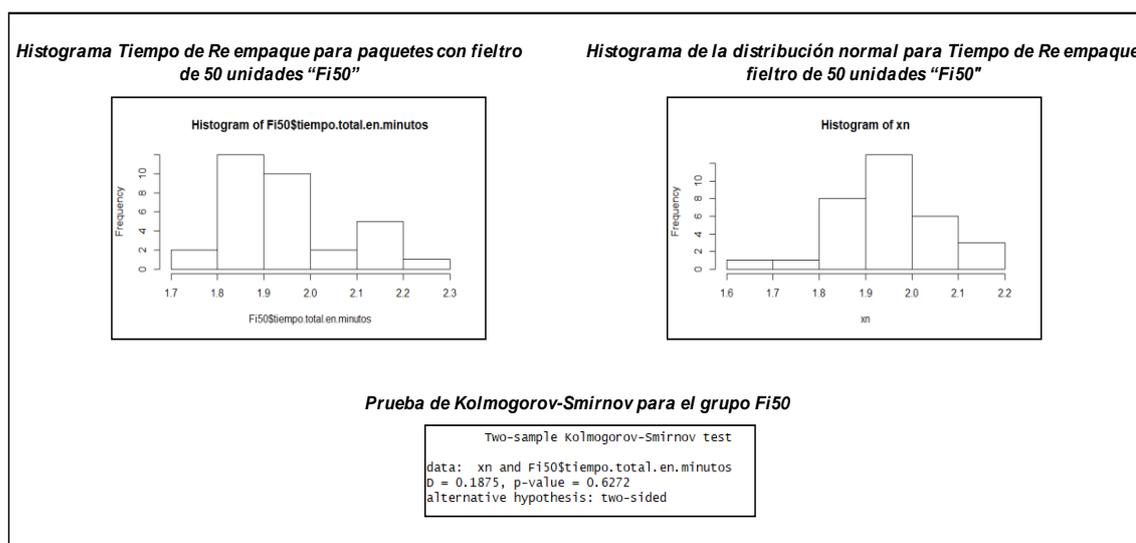
Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Se obtuvo un valor p 0.6272 el mismo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula por lo que se determina que los datos se ajustan a una distribución normal con una media de 1.94.

Los histogramas de la distribución normal y de la variable “Fi50” se observan en la figura 29.

Figura 29. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la Variable Tiempo de Reempaque para Filtro con 50 unidades “Fi50”



Fuente: Tiempos tomados del proceso.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.5. Simulador Optimizador

La programación del simulador está hecha en Visual Basic 2015, a continuación, los principales códigos utilizados en la construcción del Simulador Optimizador.

3.5.1. Código de Programación para calcular la Distribución Exponencial del arribo de pedidos.

Las líneas con el código de programación para determinar la distribución exponencial del arribo de pedidos se encuentran en la figura 30.

Figura 30. Código para Calcular la Distribución Exponencial del Arribo de Pedidos.

```
Me.aleatorio_arribo = CSng(((Math.Log((1 - Rnd())) * -1) * (7.4 / cant_arribo)))
Me.wfila = 0
Me.w13AA0 = 1

wdia = 1

Do while (Me.wdia <= cant_dias)
    Dim num10 As Integer = Me.cant_operarios
    Dim num3 As Integer = 1
    Do while (num3 <= num10)
        Me.operarios(num3).minutos = Me.min_dia
        Me.operarios(num3).cantidad = 0
        Me.operarios(num3).libre = 1
        num3 = (num3 + 1)
    Loop
    Me.wpedido = 0
    Me.wB1AAA = 0
    Do while (Me.wB1AAA < 7.4)
        Me.aleatorio_arribo = CSng(((Math.Log((1 - Rnd())) * -1) * (7.4 / cant_arribo)))
        Me.wB1AAA = (Me.wB1AAA + Me.aleatorio_arribo)
        Me.wpedido = (Me.wpedido + 1)
        Me.wfila = (Me.wfila + 1)

        Dim row As DataRow = DT_PEDIDOS.NewRow()
        row("Simulacion") = CType(num_simula + 1, Integer)
        row("Dia") = CType(Me.wdia, Integer)
```

Fuente: Simulador Optimizador.

3.5.2. Código de Programación para calcular las distribuciones de clase de producto, unidades por presentación y Exponencial de paquetes por producto.

Dentro del simulador tenemos las líneas de código para determinar la Distribución Empírica Tipo de producto como son: Globos, Silicón, Fómix y Filtro, además la presentación por producto: Filtro por 12 y 50 unidades (Ver figura 31), Fómix por 6 y 10 unidades (Ver figura 32), Silicón por 6 y 12 unidades (Ver figura 33) y Globos por 6, 10, 25, 40 y 100 unidades (Ver figura 34). Además, la distribución para determinar la cantidad de paquetes por

presentación que se encuentra dentro de las figuras anteriormente mencionadas para cada producto.

Figura 31. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Fieltro de 12 y 50 unidades.

```

Me.paquetes(Me.wfila).dia = Me.wdia
row("Pedido") = CType(Me.wpedido, Integer)
Me.paquetes(Me.wfila).pedido = Me.wpedido
Me.aleatorio_producto = VBMATH.Rnd()
Me.w32AA0 = VBMATH.Rnd()
Me.w42AAA = VBMATH.Rnd()
Me.w52AA0 = VBMATH.Rnd()
Dim a As Single = Me.aleatorio_producto
If (a < 0.03) Then
    row("Producto") = "FIELTRO"
    Me.CDistr_Norm_Inv()
    If (Me.w32AA0 < 0.75) Then
        row("Presentación") = "Fieltro 12"
        row("Tipo") = "Fi12"
        Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "Fi12"
        Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Fieltro 12"
        Me.w51AA0 = CInt(Math.Round(Math.Round((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 75), 0)))
    Else
        row("Presentación") = "Fieltro 50"
        row("Tipo") = "Fi50"
        Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "Fi50"
        Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Fieltro 50"
        Me.w51AA0 = CInt(Math.Round(Math.Round((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 37), 0)))
    End If
End If

```

Fuente: Simulador Optimizador.

Figura 32. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Fómix de 6 y 10 unidades.

```

ElseIf (a < 0.06) Then
    row("Producto") = "FOMIX"
    Me.9Distr_Norm_Inv()
    If (Me.w32AA0 < 0.35) Then
        row("Presentación") = "Fomix 6"
        row("Tipo") = "Fo6"
        Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "Fo6"
        Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Fomix 6"
        Me.w51AA0 = CInt(Math.Round(Math.Round((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 487), 0)))
    Else
        row("Presentación") = "Fomix 10"
        row("Tipo") = "Fo10"
        Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "Fo10"
        Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Fomix 10"
        Me.w51AA0 = CInt(Math.Round(Math.Round((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 414), 0)))
    End If

```

Fuente: Simulador Optimizador.

Figura 33. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Silicón de 6 y 12 unidades.

```

ElseIf (a < 0.09) Then
    row("Producto") = "SILICON"
    Me.BAAAA() =====
    If (Me.w32AA0 < 0.35) Then
        row("Presentación") = "silicon 6"
        row("Tipo") = "Si6"
        Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "Si6"
        Me.paquetes(Me.wfila).clase = "silicon 6"
        Me.w51AA0 = CInt(Math.Round(Math.Round((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 51), 0)))
    Else
        row("Presentación") = "silicon 12"
        row("Tipo") = "Si12"
        Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "Si12"
        Me.paquetes(Me.wfila).clase = "silicon 12"
        Me.w51AA0 = CInt(Math.Round(Math.Round((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 67), 0)))
    End If
    =====

```

Fuente: Simulador Optimizador.

Figura 34. Código para determinar las Distribuciones de los Productos Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades.

```

Else
row("Producto") = "GLOBO"
Dim single1 As Single = Me.w32AA0
If (single1 < 0.005) Then
row("Presentación") = "Globo 6"
row("Tipo") = "G6"
Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "G6"
Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Globo 6"
Me.w51AA0 = Cint(Math.Round(Math.Round(((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 1425), 0)))
If Cint(w51AA0) > 1425 Then
Me.w51AA0 = Cint(Math.Round(Math.Round(((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 500), 0)))
End If

ElseIf (single1 < 0.525) Then
row("Presentación") = "Globo 10"
row("Tipo") = "G10"
Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "G10"
Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Globo 10"
Me.w51AA0 = Cint(Math.Round(Math.Round(((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 306), 0)))
ElseIf (single1 < 0.875) Then
row("Presentación") = "Globo 25"
row("Tipo") = "G25"
Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "G25"
Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Globo 25"
Me.w51AA0 = Cint(Math.Round(Math.Round(((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 320), 0)))
ElseIf (single1 < 0.882) Then
row("Presentación") = "Globo 40"
row("Tipo") = "G40"
Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "G40"
Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Globo 40"
Me.w51AA0 = Cint(Math.Round(Math.Round(((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 28), 0)))
Else
row("Presentación") = "Globo 100"
row("Tipo") = "G100"
Me.paquetes(Me.wfila).tipo = "G100"
Me.paquetes(Me.wfila).clase = "Globo 10"
Me.w51AA0 = Cint(Math.Round(Math.Round(((Math.Log((1 - Me.w42AAA)) * -1) * 103), 0)))
End If
End If

```

Fuente: Simulador Optimizador.

3.5.3. Código de Programación para calcular la Distribución Normal Inversa de los tiempos de reempaque para cada producto.

Los tiempos de reempaque para cada producto (Globo, Silicón, Fómix y Filtro) siguen una distribución Normal Inversa, el código utilizado en el simulador se puede ver en la figura 35.

Figura 35. Código para Calcular la distribución Normal inversa de los tiempos de Reempaque.

```

Dim num1 As Integer = 1
Do while (num1 <= cant_operarios)
Me.aleatorio = VBMath.Rnd()
Me.operarios(num1).minutos = Me.min_dia
Me.operarios(num1).cantidad = 0
Me.operarios(num1).libre = 1
Me.operarios(num1).cantidad = 0
Me.operarios(num1).G6 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.48, 0.065))
Me.operarios(num1).G10 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.78, 0.093))
Me.operarios(num1).G25 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.86, 0.096))
Me.operarios(num1).G40 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.92, 0.056))
Me.operarios(num1).G100 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.99, 0.12))
Me.operarios(num1).Fo6 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 1.1, 0.23))
Me.operarios(num1).Fo6 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.83, 0.154))
Me.operarios(num1).Si12 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.65, 0.096))
Me.operarios(num1).Si6 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 0.56, 0.11))
Me.operarios(num1).Fi12 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 2.04, 0.211))
Me.operarios(num1).Fi50 = CSng(MathNet.Numerics.ExcelFunctions.NormInv(Me.aleatorio, 1.94, 0.12))

Me.operarios(num1).canG6 = 0
Me.operarios(num1).canG10 = 0
Me.operarios(num1).canG25 = 0
Me.operarios(num1).canG40 = 0
Me.operarios(num1).canG100 = 0
Me.operarios(num1).canFo6 = 0
Me.operarios(num1).canSi12 = 0
Me.operarios(num1).canSi6 = 0
Me.operarios(num1).canFi12 = 0
Me.operarios(num1).canFi50 = 0

```

Fuente: Simulador Optimizador.

3.5.4. Manual del Usuario para el funcionamiento del Simulador “ejecutable”

Para ejecutar el Simulador Optimizador se siguen los siguientes pasos:

1. Hacer doble clic en el icono del ejecutable Simulación.
2. Aparecerá la siguiente pantalla de presentación del simulador que se presenta en el Anexo 27 en donde se debe hacer un clic en el icono Simulación.
3. En la siguiente pantalla N. 2 podemos cambiar las variables para simular diferentes escenarios Ver Anexo 28. Las variables que se pueden modificar son:
 - a. Cantidad de arribo de pedidos.
 - b. Cantidad de días a simular.
 - c. Cantidad de operadores.
 - d. Cantidad de simulaciones.
 - e. Además, presionar el icono Simular.
4. Aparecerá la siguiente pantalla N. 3 donde se presenta la simulación con la siguiente información Ver Anexo 29:
 - a. En la parte superior izquierda están los datos como el número de simulación, el número de día, el número de pedido, tipo de producto, presentación y cantidad de paquetes a reempacar.
 - b. En la parte izquierda media de la pantalla está un resumen de la simulación con la cantidad de operarios, el número de simulación y el promedio de eficiencia para cada día de todas las simulaciones.
 - c. En el cuadrante inferior izquierdo se encuentra un resumen con el número de días simulados y el promedio de eficiencia para cada día.
 - d. En el lado derecho de la pantalla contiene la siguiente información: el día, tipo de producto, la cantidad de paquetes asignados a cada operario de reempaque, el tiempo estándar para cada producto, el tiempo que se demora cada operario en

reempacar la cantidad asignada, el tiempo total empleado en reempacar los paquetes asignados. Las filas de la pantalla contienen: tiempo total por operador por día, eficiencia por cada día por operador, al final de cada segmento de tiempo simulado está la cantidad total de horas simuladas por los operarios, eficiencia total de la simulación, finalmente está el promedio de la eficiencia para todas las simulaciones del sistema.

5. La pantalla N. 4 del simulador corresponde a una presentación preliminar de la simulación Ver Anexo 30.
6. La pantalla cinco permite exportar el documento en el formato que requiera el usuario, para el caso de éste proyecto se necesita en Excel para trabajar con los datos Ver Anexo 31.
7. En la pantalla siguiente aparece un cuadro de diálogo donde se debe guardar en la ubicación que el usuario necesita Ver Anexo 32.
8. Finalmente, la pantalla en Excel con los datos exportados de la simulación Ver Anexo 33.

3.6. Validación del Modelo Simulado y análisis de resultados

Para validar el modelo simulado primero se determinó la cantidad de simulaciones, luego simular tantas veces indique la potencia de prueba; para después analizar los resultados obtenidos para comparar que tanto los datos originales como los datos obtenidos de la simulación tengan la misma distribución para la Variable Cantidad de paquetes a reempacar.

3.6.1. Cantidad de simulaciones para el análisis de resultados

Para determinar el número de simulaciones que se deberían hacer para el análisis de resultados de cada escenario se aplicó la Potencia de la Prueba que se muestra a continuación. Ver figura N. 36.

Figura 36. Cálculo de la potencia de Prueba para varios escenarios.

```
pwr.anova.test(k = 3, n = 50, f = 0.1 )
Balanced one-way analysis of variance power calculation
      k = 3
      n = 50
      f = 0.1
sig.level = 0.05
power = 0.1755287
NOTE: n is number in each group
pwr.anova.test(k = 3, n = 200, f = 0.1 )
Balanced one-way analysis of variance power calculation
      k = 3
      n = 200
      f = 0.1
sig.level = 0.05
power = 0.5817527
NOTE: n is number in each group
pwr.anova.test(k = 3, n = 250, f = 0.1 )
Balanced one-way analysis of variance power calculation
      k = 3
      n = 250
      f = 0.1
sig.level = 0.05
power = 0.685785
NOTE: n is number in each group
pwr.anova.test(k = 3, n = 300, f = 0.1 )
Balanced one-way analysis of variance power calculation
      k = 3
      n = 300
      f = 0.1
sig.level = 0.05
power = 0.7692141
NOTE: n is number in each group
```

Entorno RStudio.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

De donde se concluye que se deben simular 300 veces cada escenario para el análisis respectivo con el fin de obtener un 76% de confiabilidad en los datos generados por el simulador.

3.7. Comparación de los escenarios simulados con datos reales.

Para comparar los resultados de la simulación vs. los datos originales correspondientes a la variable cantidades a reempacar por tipo de producto se procede a analizar por producto y por escenario así:

- Primer escenario: 2 operadores con una media de 3 pedidos ingresados al día.
- Segundo escenario: 3 operadores con una media de 3 pedidos ingresados al día.

- Tercer escenario: 4 operadores con una media de 3 pedidos ingresados al día.

3.7.1. Comparación para cantidad de paquetes Globos de 6 unidades “G6”

La variable a comparar a continuación es cantidad de paquetes para Globos de 6 unidades “G6” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 34 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto “G6”, los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 5.

En el anexo 35 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto “G6”.

En el anexo 36 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto “G6”.

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "G6" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "G6" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 37) para los tres escenarios de la variable cantidad de paquetes del producto G6 se muestran a continuación:

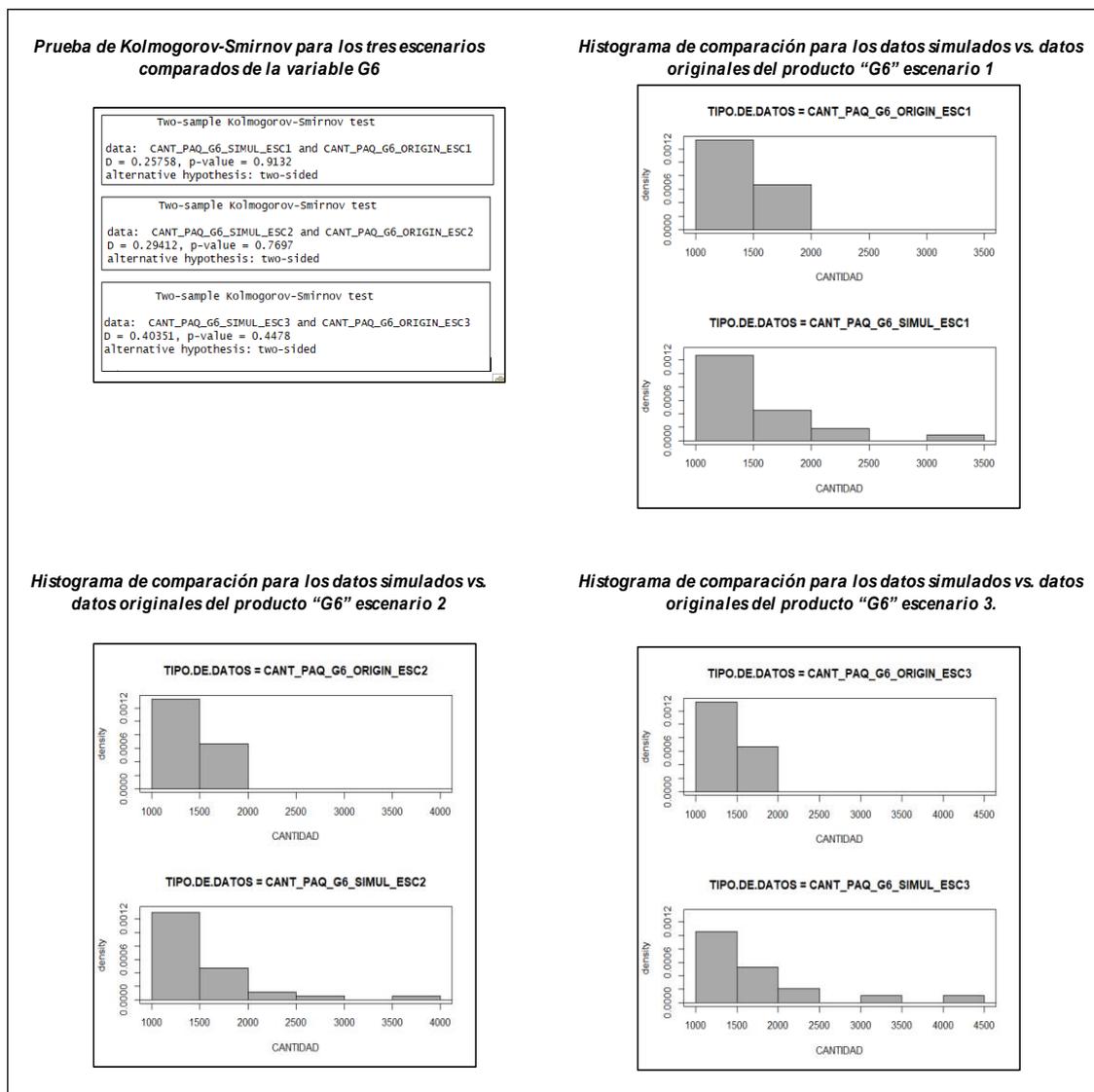
	Valor p
Escenario 1	0.9132
Escenario 2	0.7697
Escenario 3	0.4478

Con estos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto G6 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 37.

De acuerdo a los histogramas los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 37. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 6 unidades “G6”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.2. Comparación para cantidad de paquetes Globos de 10 unidades “G10”

La variable a comparar a continuación es cantidad de paquetes para Globos de 10 unidades “G10” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 37 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "G10", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 6.

En el anexo 38 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "G10".

En el anexo 39 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "G10".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "G10" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "G10" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 38) para los tres escenarios de la variable cantidad de paquetes del producto G10 se muestran a continuación:

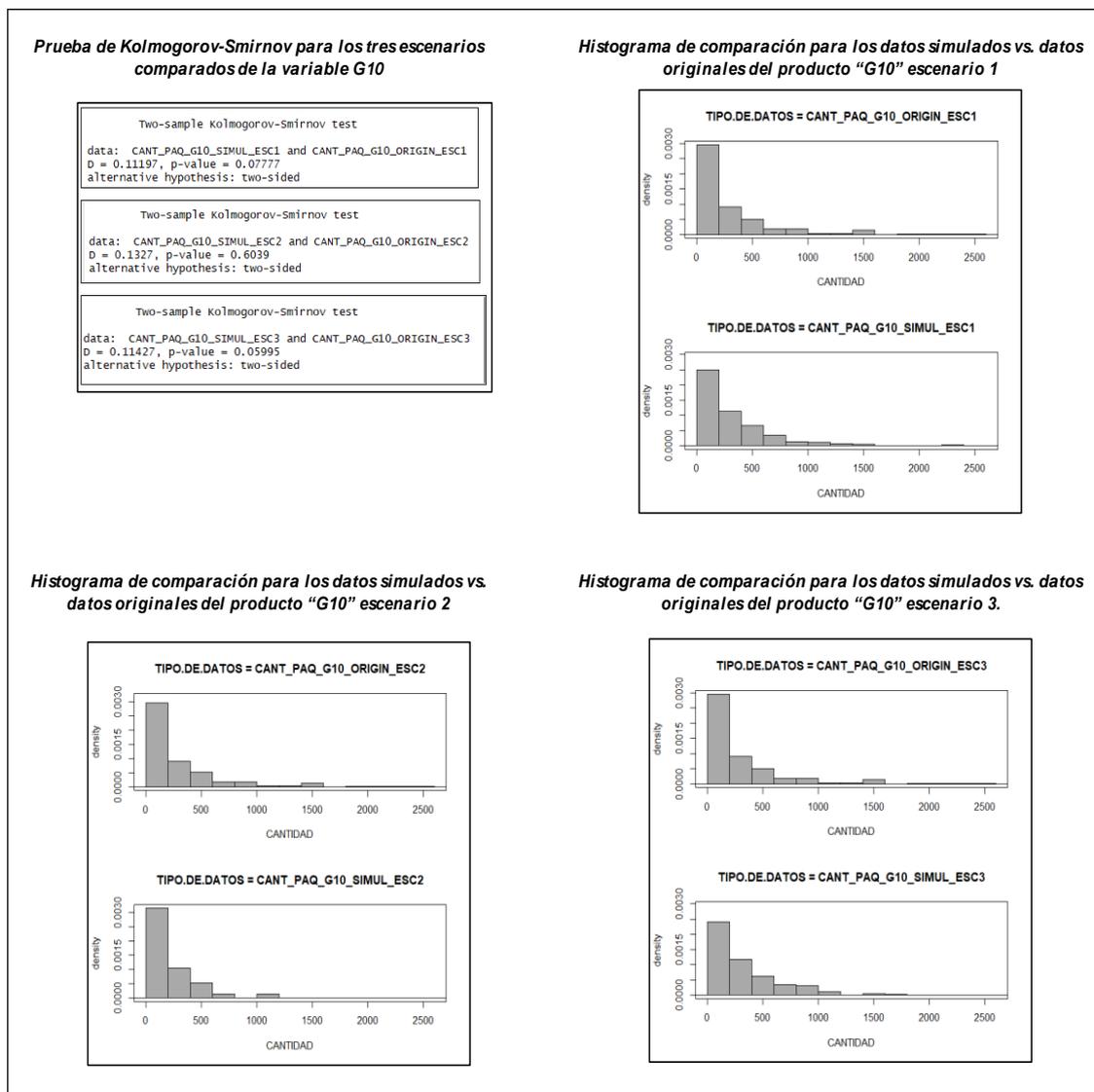
	Valor p
Escenario 1	0.07777
Escenario 2	0.6039
Escenario 3	0.05995

Con estos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto G10 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 38.

De acuerdo a los histogramas los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 38. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 10 unidades “G10”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.3. Comparación para cantidad de paquetes Globos de 25 unidades “G25”

La variable a comparar a continuación es cantidad de paquetes para Globos de 25 unidades “G25” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 40 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "G25", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 7.

En el anexo 41 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "G25".

En el anexo 42 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "G25".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "G25" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "G25" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 39) de la variable cantidad de paquetes del producto G25 se muestran a continuación:

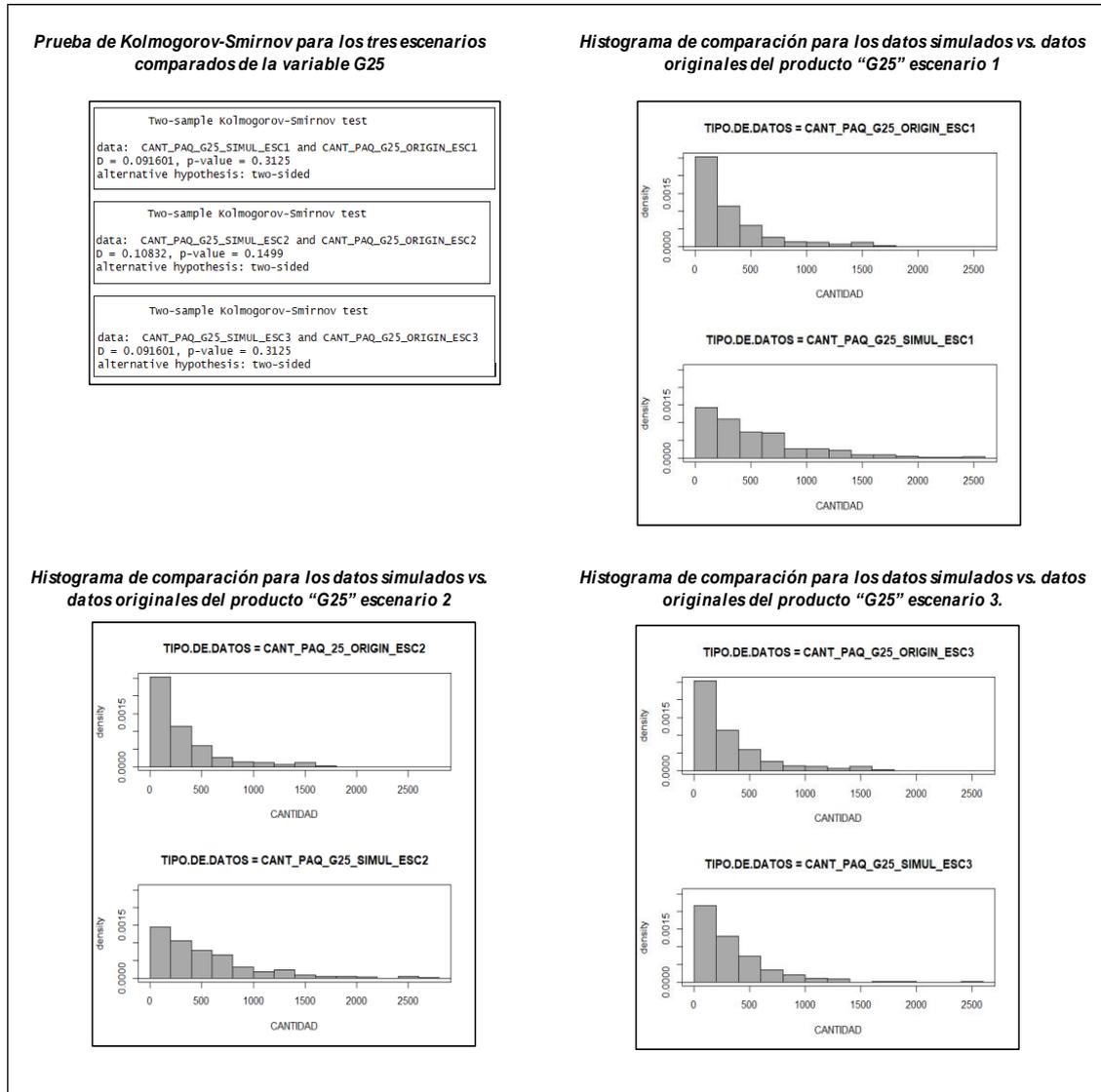
	Valor p
Escenario 1	0.3125
Escenario 2	0.1499
Escenario 3	0.3125

Con éstos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto G25 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 39.

De acuerdo a los histogramas anteriores los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 39. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 25 unidades “G25”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.4. Comparación para cantidad de paquetes Globos de 100 unidades “G100”

La variable a comparar a continuación es cantidad de paquetes para Globos de 100 unidades “G100” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 43 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "G100", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 9.

En el anexo 44 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "G100".

En el anexo 45 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "G100".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "G100" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "G100" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 40) de la variable cantidad de paquetes del producto G100 se muestran a continuación:

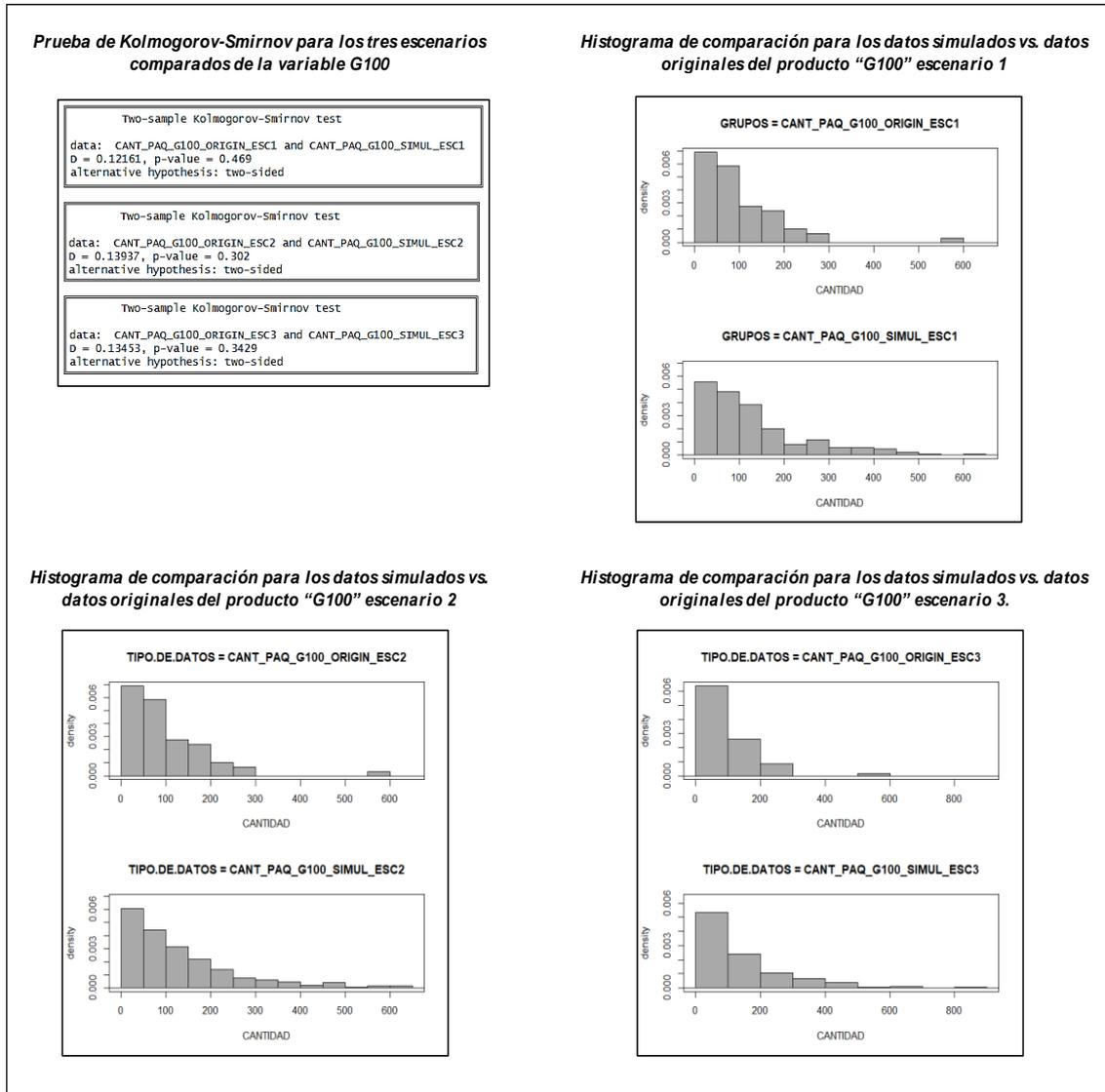
	Valor p
Escenario 1	0.469
Escenario 2	0.302
Escenario 3	0.3429

Con estos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto G100 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 40.

De acuerdo a los histogramas los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 40. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 100 unidades “G100”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.5. Comparación para cantidad de paquetes Globos de 40 unidades “G40”

La variable a comparar es cantidad de paquetes para Globos de 40 unidades “G40” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 46 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "G40", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 8.

En el anexo 47 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "G40".

En el anexo 48 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "G40".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "G40" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "G40" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 41) de la variable cantidad de paquetes del producto G40 se muestran a continuación:

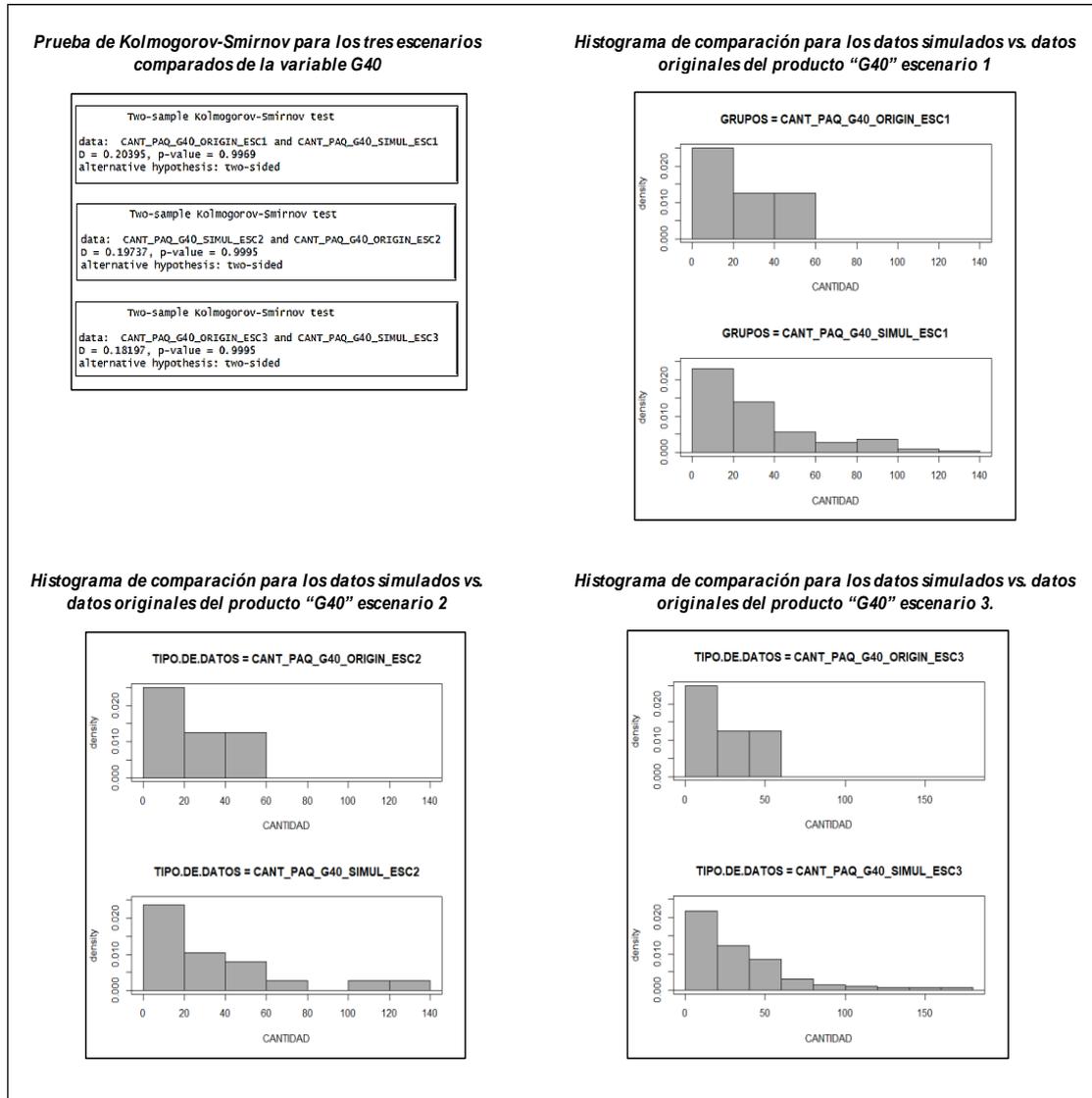
	Valor p
Escenario 1	0.9969
Escenario 2	0.9995
Escenario 3	0.9995

Con estos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto G40 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 41.

De acuerdo a los histogramas, los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 41. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Globos de 40 unidades “G40”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.6. Comparación para cantidad de paquetes Fómix de 10 unidades “Fo10”

La variable a comparar es cantidad de paquetes para Fómix de 10 unidades “Fo10” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 49 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "Fo10", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 10.

En el anexo 50 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "Fo10".

En el anexo 51 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "Fo10".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fo10" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fo10" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 42) de la variable cantidad de paquetes del producto "Fo10" se muestran a continuación:

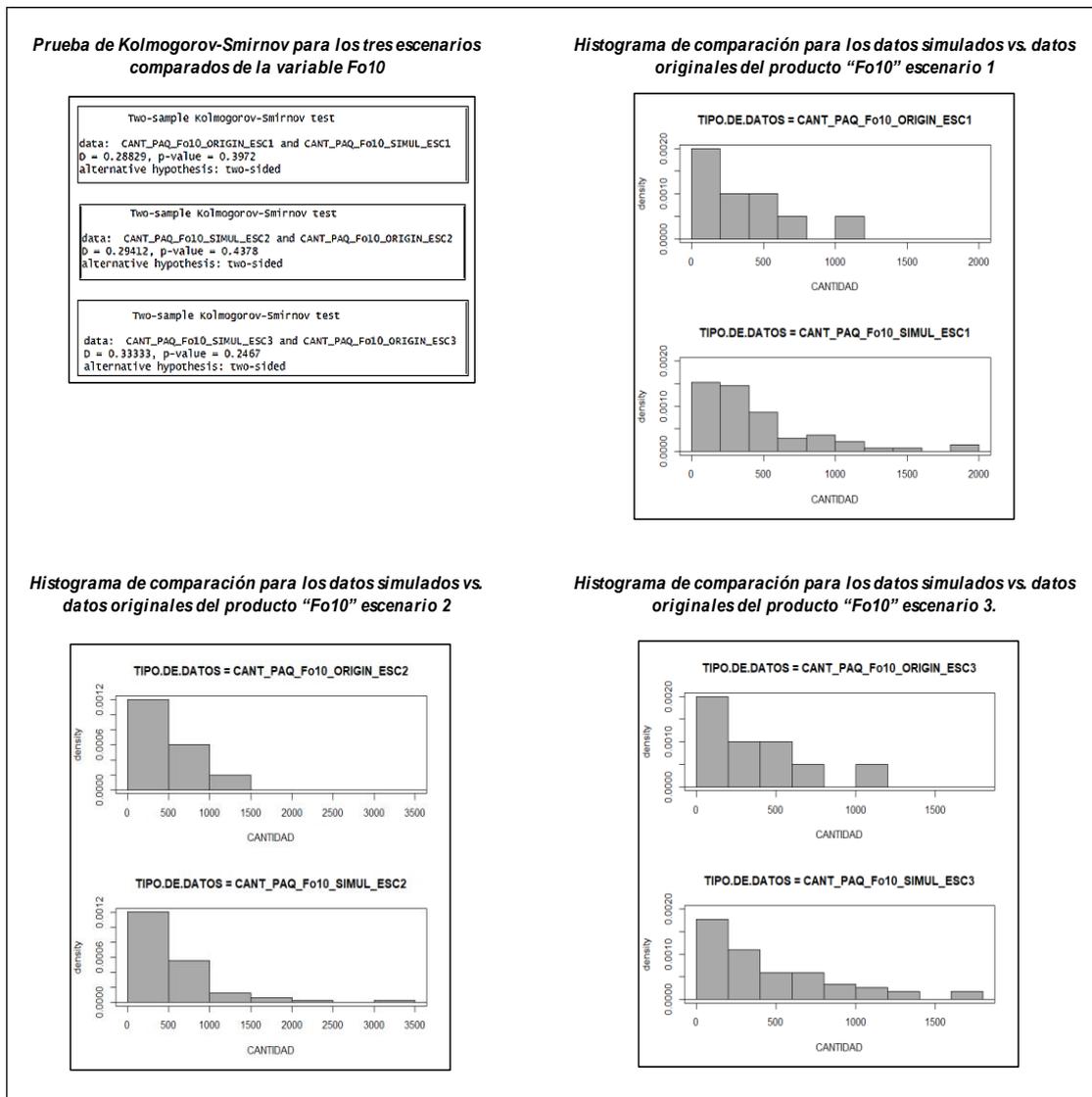
	Valor p
Escenario 1	0.3972
Escenario 2	0.4378
Escenario 3	0.2467

Con estos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto Fo10 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 42.

De acuerdo a los histogramas, los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 42. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Fómix de 10 unidades “Fo10”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.7. Comparación para cantidad de paquetes Fómix de 6 unidades “Fo6”

La variable a comparar es cantidad de paquetes para Fómix de 6 unidades “Fo6” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 52 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "Fo6", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 11.

En el anexo 53 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "Fo6".

En el anexo 54 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "Fo6".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fo6" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fo6" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 43) de la variable cantidad de paquetes del producto "Fo6" se muestran a continuación:

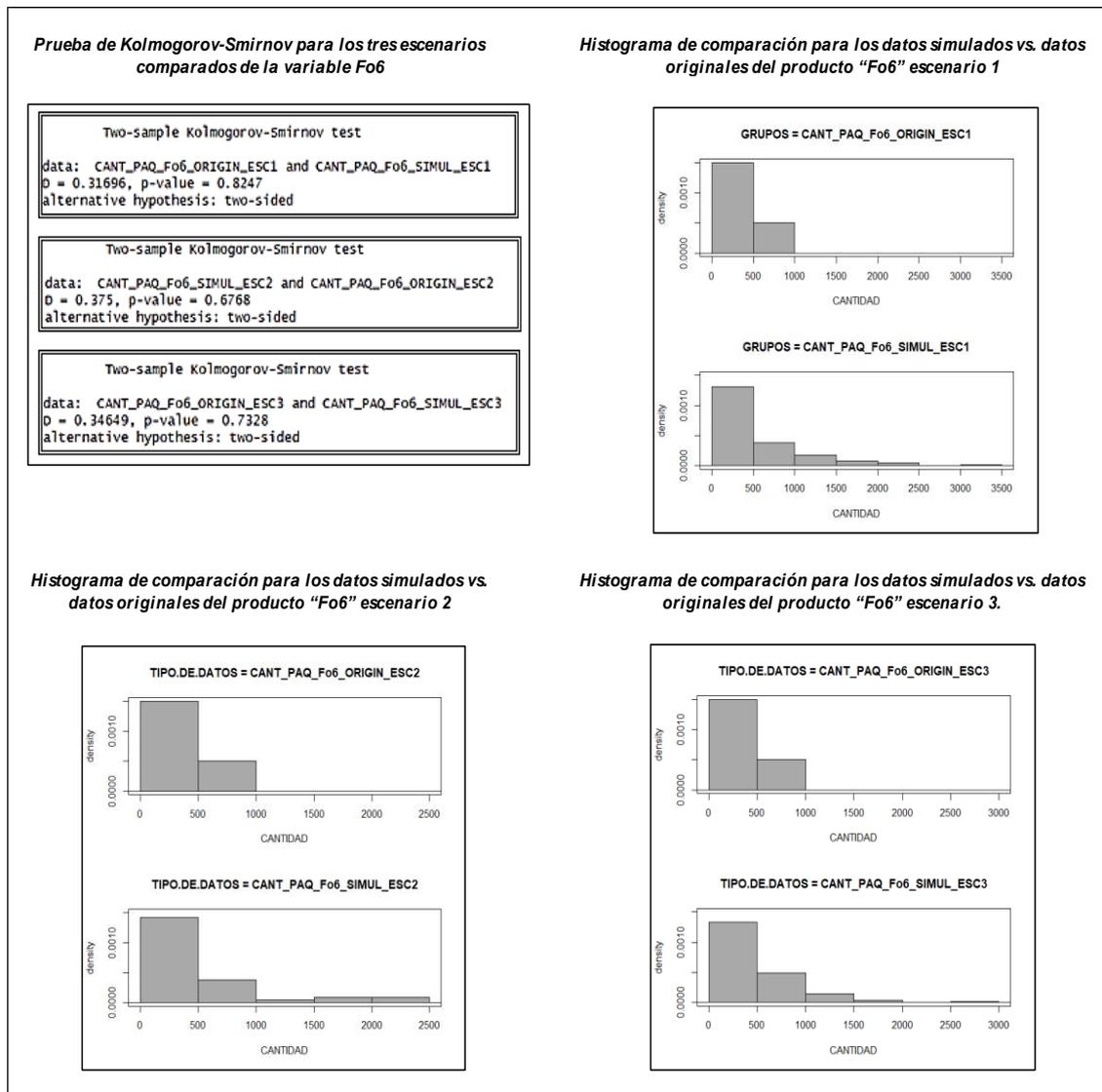
	Valor p
Escenario 1	0.8247
Escenario 2	0.6768
Escenario 3	0.7328

Con éstos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto Fo6 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 43.

De acuerdo a los histogramas, los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 43. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Fómox de 6 unidades "Fo6".



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.8. Comparación para cantidad de paquetes Silicón de 12 unidades "Si12"

La variable a comparar es cantidad de paquetes de Silicón 12 unidades "Si12" para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 55 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "Si12", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 12.

En el anexo 56 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "Si12".

En el anexo 57 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "Si12".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "Si12" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "Si12" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 44) de la variable cantidad de paquetes del producto "Si12" se muestran a continuación:

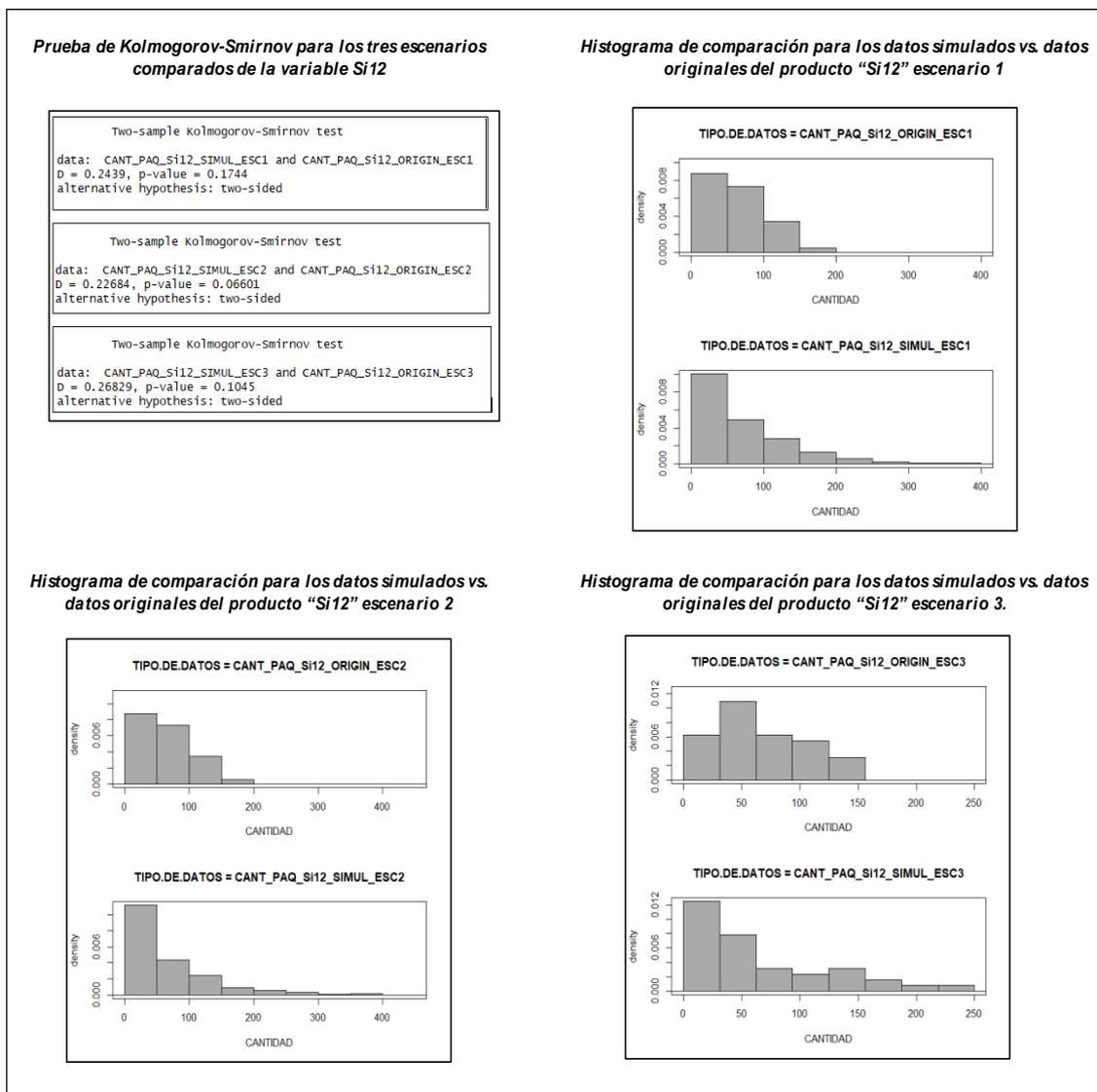
	Valor p
Escenario 1	0.1744
Escenario 2	0.06601
Escenario 3	0.1045

Con éstos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto Si12 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 44.

De acuerdo a los histogramas, los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 44. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Silicón de 12 unidades “Si12”.



Fuente: Análisis de datos simulados.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.9. Comparación para cantidad de paquetes Silicón de 6 unidades “Si6”

La variable a comparar es cantidad de paquetes de Silicón 6 unidades “Si6” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 58 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "Si6", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 13.

En el anexo 59 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "Si6".

En el anexo 60 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "Si6".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "Si6" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "Si6" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 45) de la variable cantidad de paquetes del producto "Si6" se muestran a continuación:

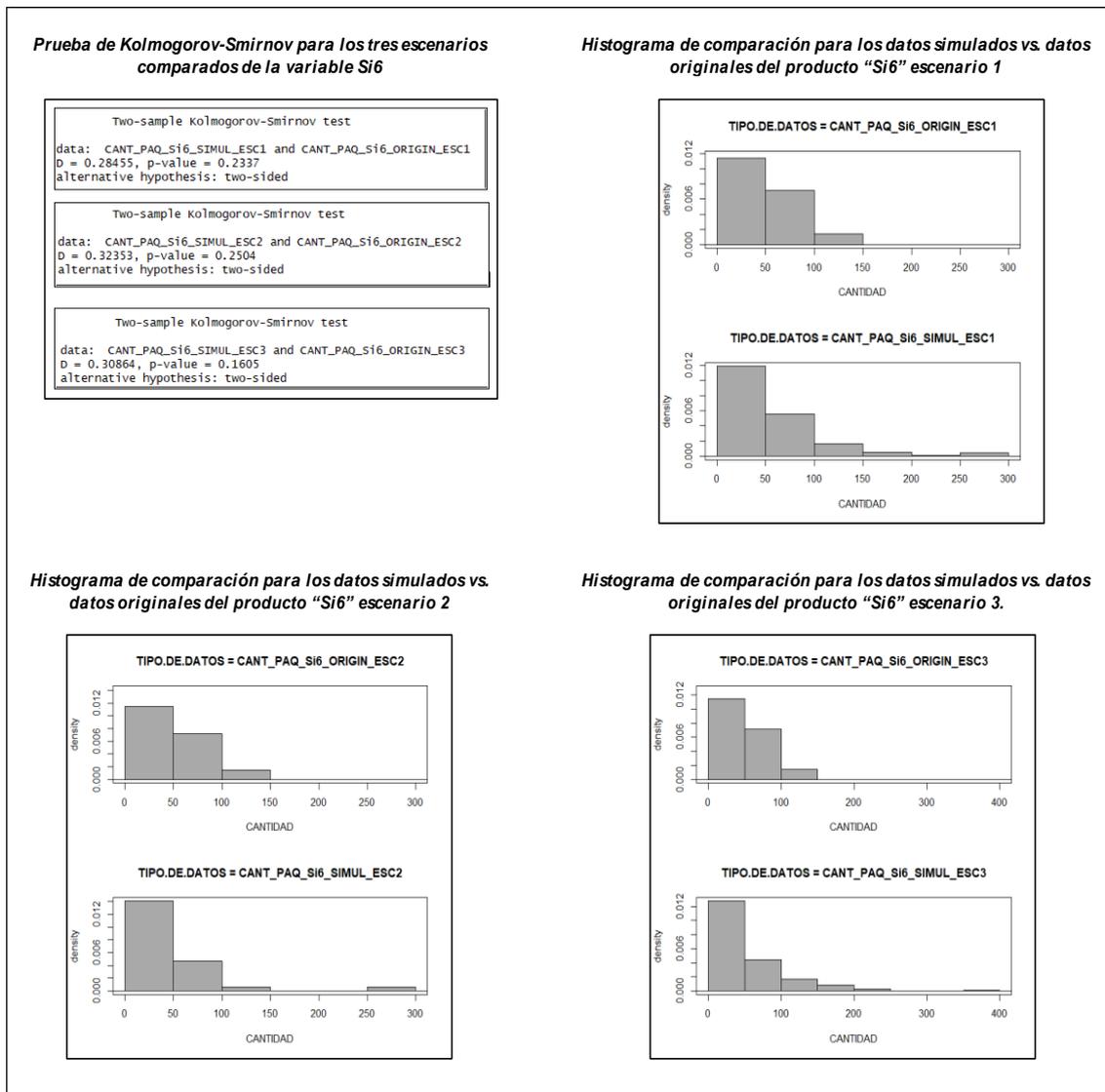
	Valor p
Escenario 1	0.2337
Escenario 2	0.2504
Escenario 3	0.1605

Con estos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto Si6 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 45.

De acuerdo a los histogramas, los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 45. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Silicón de 6 unidades “Si6”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.10. Comparación para cantidad de paquetes Filtro de 12 unidades “Fi12”

La variable a comparar es cantidad de paquetes de Filtro 12 unidades “Fi12” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 61 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "Fi12", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 14.

En el anexo 62 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "Fi12".

En el anexo 63 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "Fi12".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fi12" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fi12" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 46) de la variable cantidad de paquetes del producto "Fi12" se muestran a continuación:

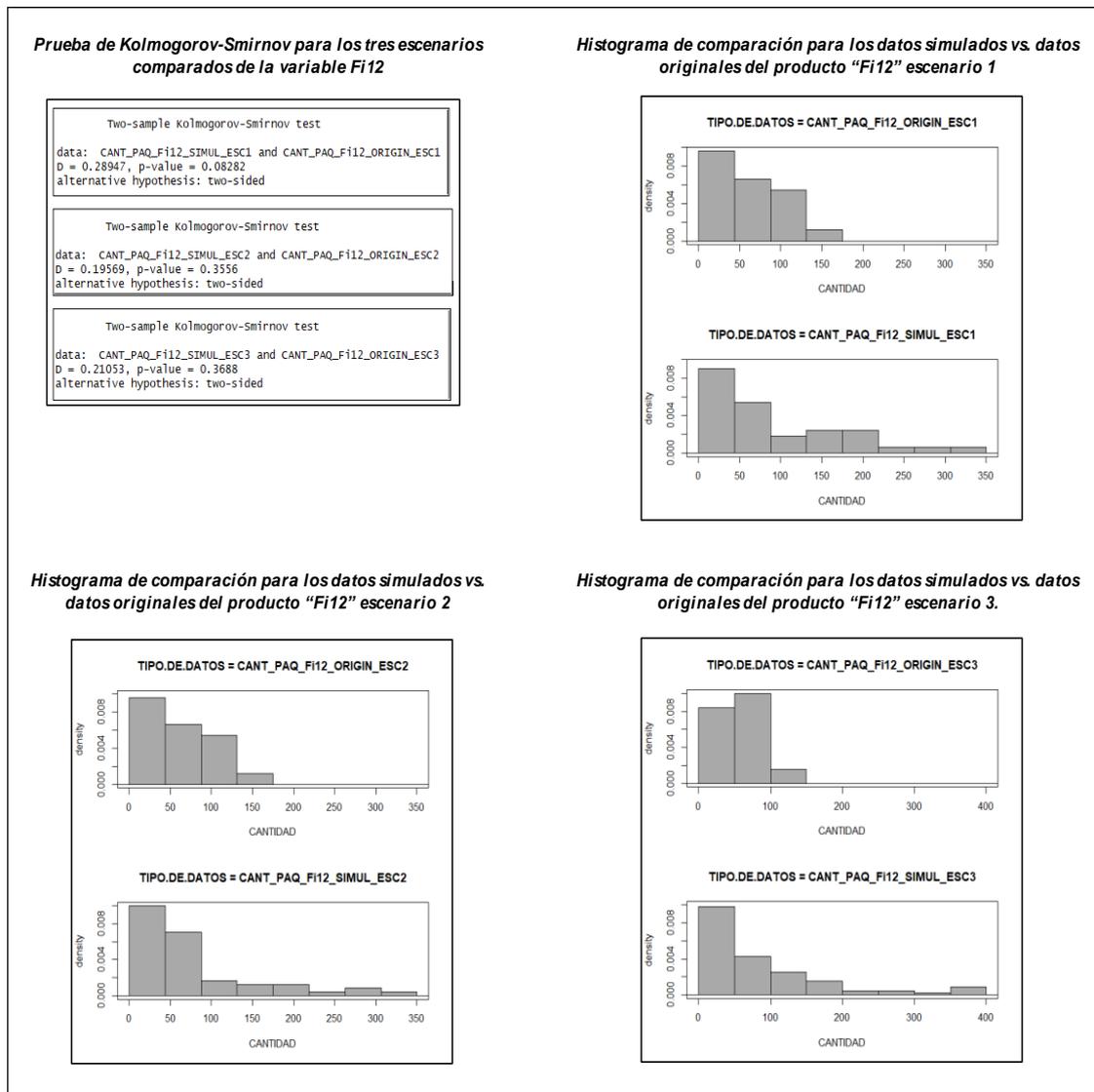
	Valor p
Escenario 1	0.08282
Escenario 2	0.3556
Escenario 3	0.3688

Con éstos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto Fi12 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 46.

De acuerdo a los histogramas, los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 46. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Filtro de 12 unidades “Fi12”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
 Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.7.11. Comparación para cantidad de paquetes Filtro de 50 unidades “Fi50”

La variable a comparar es cantidad de paquetes de Filtro 50 unidades “Fi50” para los datos obtenidos de la simulación Vs. los datos originales.

En el anexo 64 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 para el producto "Fi50", los datos originales para ésta variable se mostraron en el anexo 15.

En el anexo 65 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 para el producto "Fi50".

En el anexo 66 se encuentran los datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 para el producto "Fi50".

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fi50" tienen la misma distribución

Ha: Los datos de la simulación y los datos reales de "Fi50" no tienen la misma distribución

Los valores p obtenidos para los tres escenarios de la prueba Kolmogorov-Smirnov (Ver figura 47) de la variable cantidad de paquetes del producto "Fi50" se muestran a continuación:

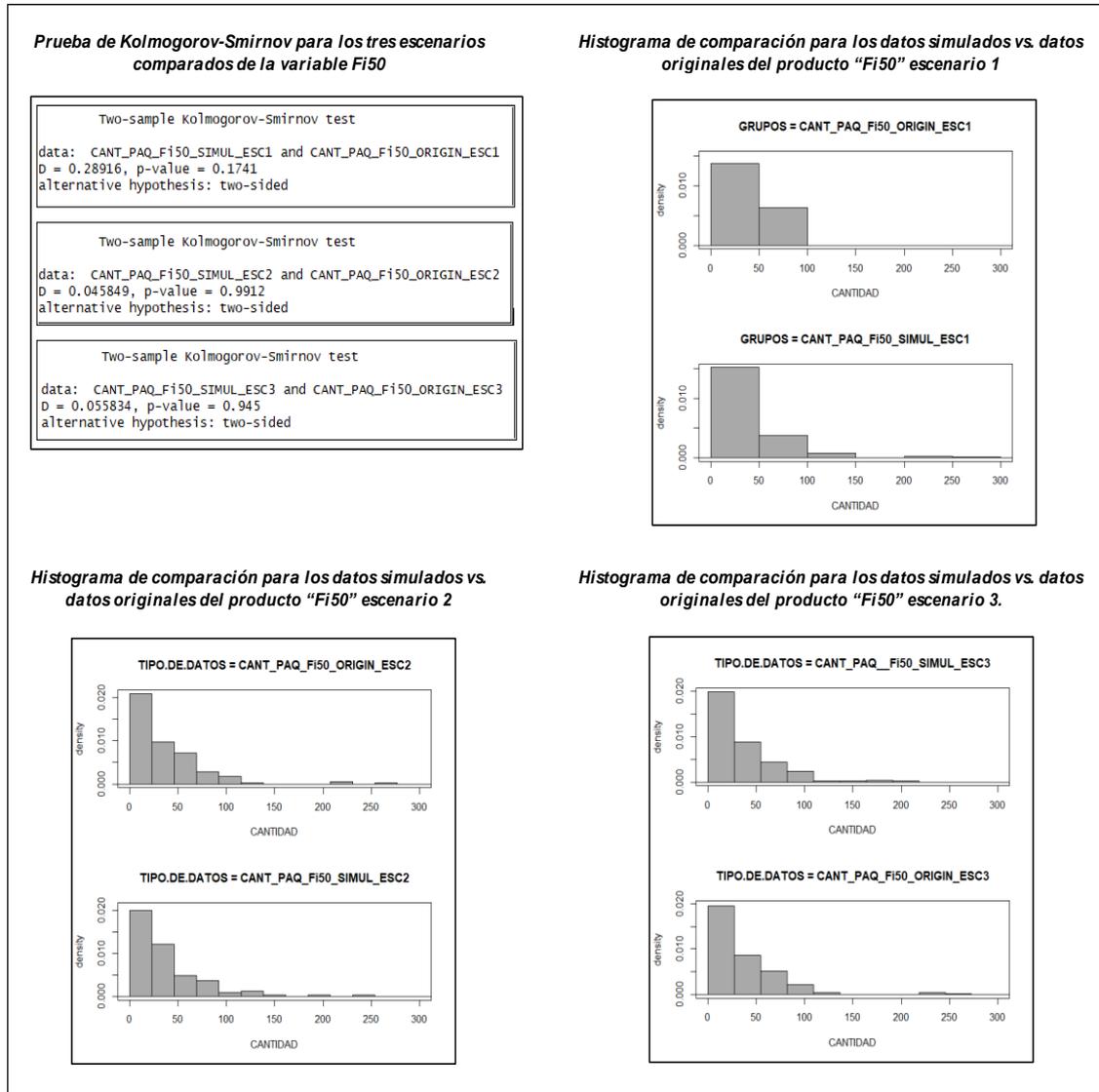
	Valor p
Escenario 1	0.1741
Escenario 2	0.9912
Escenario 3	0.945

Con éstos valores se confirma que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, los datos simulados tienen la misma distribución que los datos reales para la variable cantidad de paquetes del producto Fi50 de los tres escenarios.

Los histogramas de comparación para los tres escenarios se muestran en la figura 47.

De acuerdo a los histogramas los datos originales y simulados tienen la misma distribución.

Figura 47. Histogramas y Prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar resultados de la simulación (escenarios 1, 2 y 3) versus los datos originales para la variable Cantidad de paquetes con Filtro de 50 unidades “Fi50”.



Fuente: Base de datos de la Importadora.
Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.8. Análisis de costos de mano de obra para los tres escenarios simulados.

Dentro del proyecto se analizan los costos de mano de obra para tres escenarios simulados los cuales se mencionan a continuación:

- Escenario 1: intervienen 2 operadores de reempaque, 3 pedidos de arribo diario que se obtuvieron de la media calculada para la distribución exponencial de arribo de pedidos, 20 días laborables y 300 simulaciones de acuerdo al cálculo hecho con la potencia de prueba.
- Escenario 2: 3 operadores, 3 pedidos de arribo diario, 20 días laborables y 300 simulaciones (Escenario actual).
- Escenario 3: 4 operadores, 3 pedidos de arribo diario, 20 días laborables y 300 simulaciones.

Para comparar los costos obtenidos en las diferentes simulaciones se hizo 3 corridas para cada escenario.

Dentro de la simulación para cada escenario y corrida se comparan las eficiencias obtenidas para cada día donde si es mayor al 100% significa que se debe hacer sobretiempos y si es menor al 100% significa que los operarios no estuvieron ocupados totalmente pero que sin embargo la empresa pagó por sus servicios al 100% lo cual nos da un costo perdido de mano de obra a la compañía.

El cálculo de la eficiencia para cada escenario simulado se realiza en base al tiempo que invierten los operadores en reempacar los productos por día, luego para saber la eficiencia de la simulación se suma la cantidad de horas trabajadas por operador, por día y se compara con el total de horas laborables en un día que son 7,4; y así sucesivamente si son más días. Finalmente se saca un promedio de las eficiencias por operador y por día y esa es la eficiencia de la simulación.

Cada escenario simulado se basa en un mes laborable es decir 20 días ya que es la cantidad de días que se labora en el área de reempaque.

Para el cálculo del sobretiempos se basa en un día laborable de 7.4 horas donde ya está restado el tiempo de almuerzo y los tiempos que los operarios usan para ir al baño, el costo de la hora hombre por sobretiempos al 50% para éste caso puntual es de \$ 2.68.

3.8.1. Costo de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 1

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 1 corrida 1 se muestran en la tabla 15 con sus respectivos costos de mano de obra por sobretiempo para 2 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

En la corrida 1 se observa que los operadores deben realizar sobretiempo todos los días laborables del mes debido a que su eficiencia excede al 100%.

Tabla 15. Costos de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 1

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% SOBRETIEMPO	SOBRETIEMPO (HORAS)	COSTO SOBRETIEMPO 2 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	109,70	9,70	0,7	3,85
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	104,85	4,85	0,4	1,92
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	108,79	8,79	0,7	3,49
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	104,30	4,30	0,3	1,71
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	109,89	9,89	0,7	3,92
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	106,16	6,16	0,5	2,44
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	112,44	12,44	0,9	4,93
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	105,11	5,11	0,4	2,03
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	110,15	10,15	0,8	4,03
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	105,30	5,30	0,4	2,10
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	105,70	5,70	0,4	2,26
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	107,09	7,09	0,5	2,81
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	108,52	8,52	0,6	3,38
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	107,76	7,76	0,6	3,08
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	113,46	13,46	1,0	5,34
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	110,39	10,39	0,8	4,12
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	107,93	7,93	0,6	3,15
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	112,26	12,26	0,9	4,86
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	110,14	10,14	0,8	4,02
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	110,37	10,37	0,8	4,11
Total					67,55

Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo mensual de sobretiempo para el escenario 1 corrida 1 es de \$ 67,55, y un costo anual de \$ 810,62.

3.8.2. Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 2 corrida 1

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 2 corrida 1 se muestran en la tabla 16 con sus respectivos costos de mano de obra por tiempo improductivo para 3 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

Tabla 16. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 1

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO (HORAS)	COSTO TIEMPO IMPRODUCTIVO 3 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	67,74	32,26	2,4	19,19
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	73,95	26,05	1,9	15,50
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	72,11	27,89	2,1	16,59
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	74,47	25,53	1,9	15,19
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	71,25	28,75	2,1	17,11
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	73,85	26,15	1,9	15,56
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	70,43	29,57	2,2	17,59
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	69,66	30,34	2,2	18,05
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	74,26	25,74	1,9	15,31
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	68,01	31,99	2,4	19,03
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	73,70	26,30	1,9	15,65
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	72,72	27,28	2,0	16,23
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	69,79	30,21	2,2	17,97
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	71,41	28,59	2,1	17,01
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	66,38	33,62	2,5	20,00
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	64,63	35,37	2,6	21,04
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	74,00	26,00	1,9	15,47
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	66,02	33,98	2,5	20,22
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	66,33	33,67	2,5	20,03
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	73,69	26,31	1,9	15,65
				Total	348,41

Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo mensual que pagaría la empresa por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 1 es de \$ 348,41 dando un costo anual para la empresa de \$ 4180,90.

3.8.3. Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 3 corrida 1

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 3 corrida 1 se muestran en la tabla 17 con sus respectivos costos de mano de obra por tiempo improductivo para 4 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

Tabla 17. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 1

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO (HORAS)	COSTO TIEMPO IMPRODUCTIVO 4 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	53,72	46,28	3,4	36,71
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	53,27	46,73	3,5	37,07
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	52,30	47,70	3,5	37,84
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	55,58	44,42	3,3	35,24
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	51,28	48,72	3,6	38,65
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	54,73	45,27	3,3	35,91
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	49,29	50,71	3,8	40,23
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	49,62	50,38	3,7	39,97
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	50,98	49,02	3,6	38,89
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	53,76	46,24	3,4	36,68
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	50,53	49,47	3,7	39,24
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	56,08	43,92	3,3	34,84
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	53,69	46,31	3,4	36,74
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	54,89	45,11	3,3	35,78
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	55,22	44,78	3,3	35,52
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	54,38	45,62	3,4	36,19
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	54,10	45,90	3,4	36,41
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	54,74	45,26	3,3	35,90
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	48,39	51,61	3,8	40,94
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	54,84	45,16	3,3	35,82
				Total	744,58

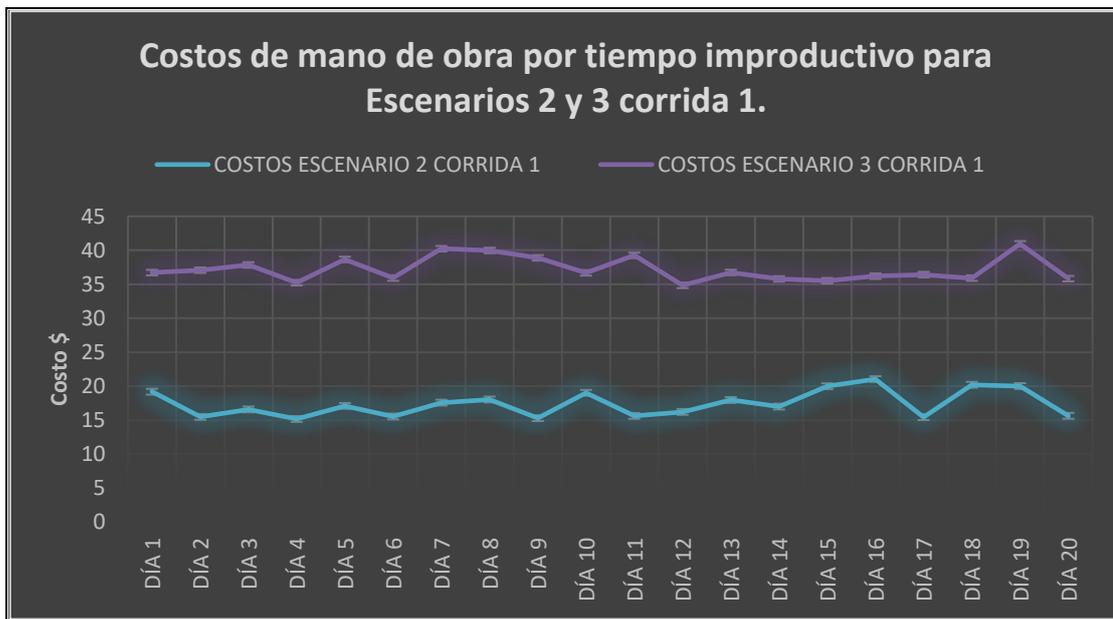
Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo anual que pagaría la empresa por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 1 es de \$ 744,58 con un costo anual de \$ 8934,97.

A continuación, la figura 48 donde se puede observar los costos por tiempo improductivo para los escenarios 2 y 3 de la corrida 1, se concluye que el escenario 1 es el que tiene el menor costo de mano de obra por sobretiempo: \$ 67,55 mensual.

Figura 48. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para los escenarios 2 y 3 corrida 1.



Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.8.4. Costo de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 2

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 1 corrida 2 se muestran en la tabla 18 con sus respectivos costos de mano de obra por sobretiempo para 2 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

En la corrida 2 se observa que los operadores deben realizar sobretiempo los 19 días laborables del mes debido a que su eficiencia excede al 100%.

Tabla 18. Costos de mano de obra para el escenario 1 corrida 2

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% SOBRETIEMPO	SOBRETIEMPO (HORAS)	COSTO SOBRETIEMPO 2 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	97,52		0,0	0,00
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	107,07	7,07	0,5	2,80
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	104,98	4,98	0,4	1,98
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	112,89	12,89	1,0	5,11
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	112,10	12,10	0,9	4,80
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	100,84	0,84	0,1	0,33
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	102,38	2,38	0,2	0,94
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	114,98	14,98	1,1	5,94
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	101,94	1,94	0,1	0,77
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	106,98	6,98	0,5	2,77
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	112,82	12,82	0,9	5,08
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	103,51	3,51	0,3	1,39
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	106,09	6,09	0,5	2,42
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	105,73	5,73	0,4	2,27
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	115,11	15,11	1,1	5,99
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	105,16	5,16	0,4	2,05
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	107,31	7,31	0,5	2,90
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	103,72	3,72	0,3	1,48
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	103,56	3,56	0,3	1,41
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	106,00	6,00	0,4	2,38
Total					52,82

Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo mensual de sobretiempos para el escenario 1 corrida 2 es de \$ 52,82, y un costo anual de \$ 633,85.

3.8.5. Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 2 corrida 2

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 2 corrida 2 se muestran en la tabla 19 con sus respectivos costos de mano de obra por tiempo improductivo para 3 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

Tabla 19. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 2

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO (HORAS)	COSTO TIEMPO IMPRODUCTIVO 3 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	72,90	27,10	2,0	16,12
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	70,70	29,30	2,2	17,43
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	70,85	29,15	2,2	17,34
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	69,42	30,58	2,3	18,19
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	70,36	29,64	2,2	17,63
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	69,22	30,78	2,3	18,31
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	73,73	26,27	1,9	15,63
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	74,52	25,48	1,9	15,16
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	72,42	27,58	2,0	16,41
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	74,04	25,96	1,9	15,45
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	75,11	24,89	1,8	14,81
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	66,48	33,52	2,5	19,94
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	74,62	25,38	1,9	15,10
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	73,23	26,77	2,0	15,93
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	75,84	24,16	1,8	14,37
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	76,82	23,18	1,7	13,79
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	75,12	24,88	1,8	14,80
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	67,58	32,42	2,4	19,29
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	67,59	32,41	2,4	19,28
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	78,28	21,72	1,6	12,92
Total					327,92

Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo mensual que pagaría la empresa por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 2 es de \$ 327,92 dando un costo anual para la empresa de \$ 4144,06.

3.8.6. Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 3 corrida 2

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 3 corrida 2 se muestran en la tabla 20 con sus respectivos costos de mano de obra por tiempo improductivo para 4 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

Tabla 20. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 2

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO (HORAS)	COSTO TIEMPO IMPRODUCTIVO 4 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	54,14	45,86	3,4	36,38
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	53,52	46,48	3,4	36,87
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	56,73	43,27	3,2	34,33
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	49,57	50,43	3,7	40,01
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	56,57	43,43	3,2	34,45
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	52,67	47,33	3,5	37,55
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	51,99	48,01	3,6	38,09
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	55,25	44,75	3,3	35,50
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	56,68	43,32	3,2	34,36
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	57,10	42,90	3,2	34,03
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	58,56	41,44	3,1	32,87
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	54,68	45,32	3,4	35,95
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	54,51	45,49	3,4	36,09
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	54,93	45,07	3,3	35,75
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	51,32	48,68	3,6	38,62
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	53,07	46,93	3,5	37,23
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	52,72	47,28	3,5	37,51
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	54,18	45,82	3,4	36,35
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	50,47	49,53	3,7	39,29
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	53,69	46,31	3,4	36,74
				Total	727,95

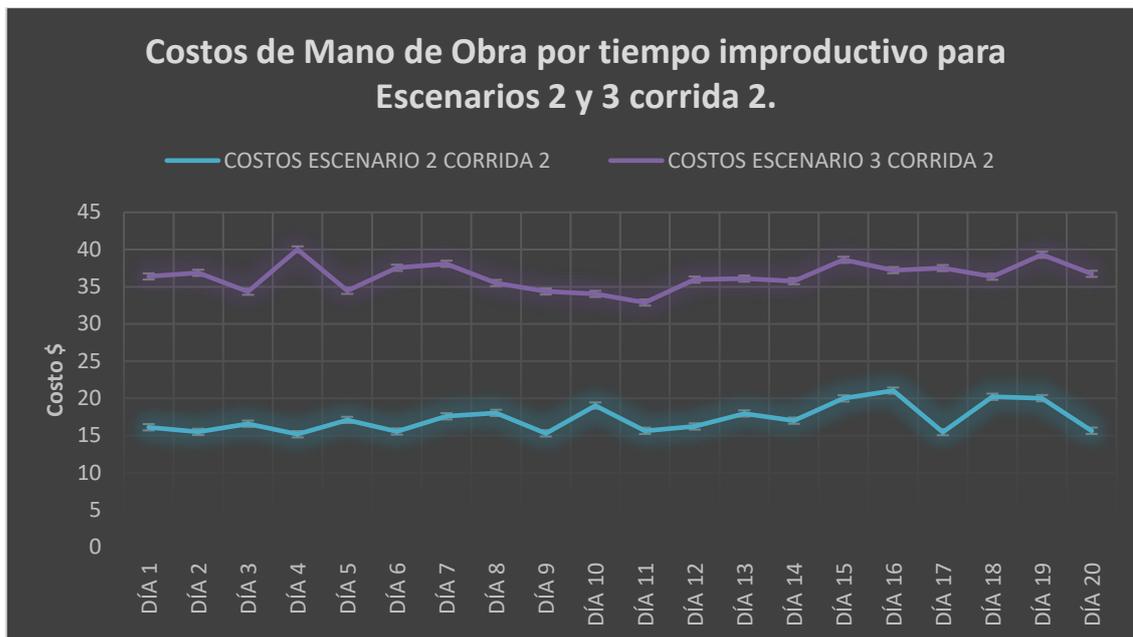
Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo anual que pagaría la empresa por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 2 es de \$ 727,95 con un costo anual de \$ 8735,44.

A continuación, la figura 49 donde se puede observar los costos de tiempo improductivo para los escenarios 2 y 3 de la corrida 2, se concluye que el escenario 1 es el que tiene el menor costo de mano de obra por sobretiempo: \$ 52,82 mensual.

Figura 49. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para los escenarios 2 y 3 corrida 2.



Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.8.7. Costo de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corrida 3

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 1 corrida 3 se muestran en la tabla 21 con sus respectivos costos de mano de obra por sobretiempo para 4 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

En la corrida 3 se observa que los operadores deben realizar sobretiempo todos los días laborables del mes debido a que su eficiencia excede al 100%.

Tabla 21. Costos de mano de obra para el escenario 1 corrida 3

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% SOBRETIEPO	SOBRETIEPO (HORAS)	COSTO SOBRETIEPO 2 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	110,25	10,25	0,8	4,07
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	104,72	4,72	0,3	1,87
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	108,74	8,74	0,6	3,47
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	103,94	3,94	0,3	1,56
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	109,30	9,30	0,7	3,69
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	105,71	5,71	0,4	2,26
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	113,16	13,16	1,0	5,22
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	104,72	4,72	0,3	1,87
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	111,16	11,16	0,8	4,43
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	104,06	4,06	0,3	1,61
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	105,04	5,04	0,4	2,00
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	106,80	6,80	0,5	2,70
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	108,34	8,34	0,6	3,31
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	107,97	7,97	0,6	3,16
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	112,56	12,56	0,9	4,98
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	110,36	10,36	0,8	4,11
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	107,96	7,96	0,6	3,16
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	111,52	11,52	0,9	4,57
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	109,80	9,80	0,7	3,89
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	111,23	11,23	0,8	4,45
Total					66,37

Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo mensual de sobretiempo para el escenario 1 corrida 3 es de \$ 66,37, y un costo anual de \$ 796,48.

3.8.8. Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 2 corrida 3

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 2 corrida 3 se muestran en la tabla 22 con sus respectivos costos de mano de obra por tiempo improductivo para 4 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

Tabla 22. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 3

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO (HORAS)	COSTO TIEMPO IMPRODUCTIVO 3 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	74,48	25,52	1,9	15,18
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	73,42	26,58	2,0	15,81
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	74,16	25,84	1,9	15,37
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	73,69	26,31	1,9	15,65
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	70,88	29,12	2,2	17,33
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	70,10	29,90	2,2	17,79
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	72,73	27,27	2,0	16,22
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	69,87	30,13	2,2	17,93
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	71,76	28,24	2,1	16,80
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	71,16	28,84	2,1	17,16
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	70,19	29,81	2,2	17,74
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	72,01	27,99	2,1	16,65
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	71,19	28,81	2,1	17,14
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	73,00	27,00	2,0	16,06
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	72,91	27,09	2,0	16,12
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	70,33	29,67	2,2	17,65
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	71,15	28,85	2,1	17,16
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	72,81	27,19	2,0	16,18
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	70,38	29,62	2,2	17,62
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	76,20	23,80	1,8	14,16
Total					331,74

Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo mensual que pagaría la empresa por tiempo improductivo para el escenario 2 corrida 3 es de \$ 331,74 dando un costo anual para la empresa de \$ 3980,85.

3.8.9. Costo de mano de obra por tiempos improductivos para el escenario 3 corrida 3

Los resultados de la eficiencia para cada día del escenario 3 corrida 3 se muestran en la tabla 23 con sus respectivos costos de mano de obra por tiempo improductivo para 4 operadores con 3 pedidos de arribo diario.

Tabla 23. Costos de mano de obra por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 3

#	DETALLE	% EFICIENCIA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO (HORAS)	COSTO TIEMPO IMPRODUCTIVO 4 OPERADORES (\$)
1	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 1	51,52	48,48	3,6	38,46
2	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 2	54,46	45,54	3,4	36,13
3	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 3	50,93	49,07	3,6	38,93
4	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 4	53,74	46,26	3,4	36,70
5	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 5	52,47	47,53	3,5	37,70
6	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 6	52,87	47,13	3,5	37,39
7	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 7	55,83	44,17	3,3	35,04
8	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 8	55,21	44,79	3,3	35,53
9	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 9	55,15	44,85	3,3	35,58
10	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 10	53,88	46,12	3,4	36,59
11	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 11	54,12	45,88	3,4	36,40
12	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 12	57,97	42,03	3,1	33,34
13	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 13	54,22	45,78	3,4	36,32
14	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 14	56,46	43,54	3,2	34,54
15	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 15	55,15	44,85	3,3	35,58
16	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 16	55,80	44,20	3,3	35,06
17	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 17	50,11	49,89	3,7	39,58
18	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 18	50,17	49,83	3,7	39,53
19	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 19	51,42	48,58	3,6	38,54
20	PROMEDIO EFICIENCIA DÍA 20	55,71	44,29	3,3	35,13
				Total	732,05

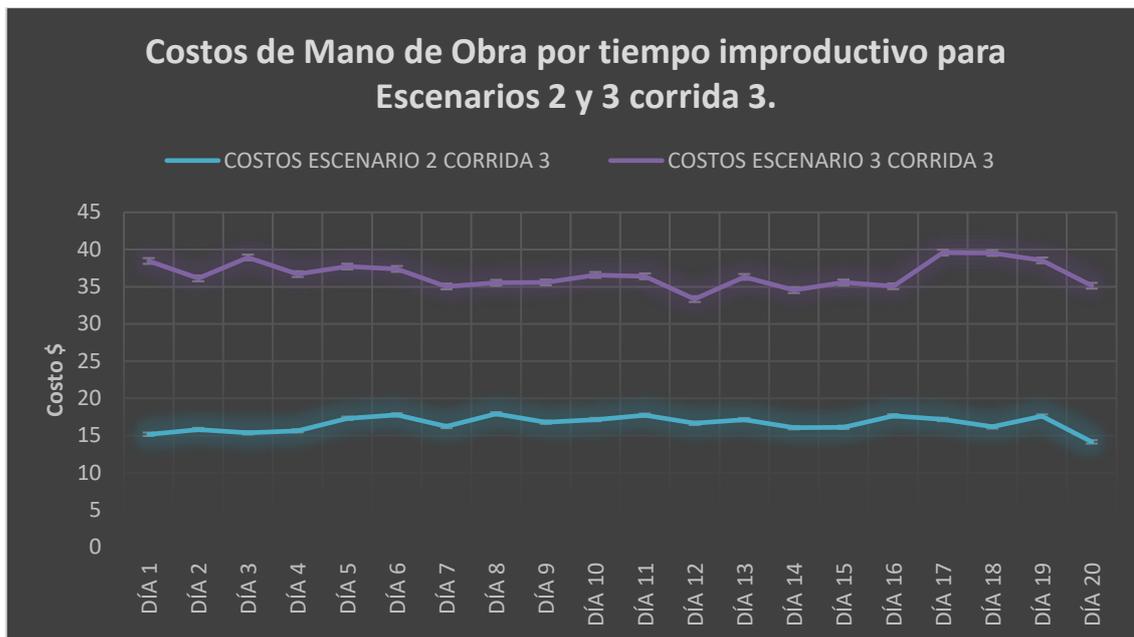
Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

El costo anual que pagaría la empresa por tiempo improductivo para el escenario 3 corrida 3 es de \$ 732,05 con un costo anual de \$ 8784,56.

A continuación, la figura 50 donde se puede observar los costos de sobretiempo y costos improductivos para los escenarios 1,2 y 3 de la corrida 3, se concluye que el escenario 1 es el que tiene el menor costo de mano de obra por sobretiempo: \$ 66,37 mensual.

Figura 50. Costos de mano de obra por tiempos improductivos para los escenarios 2 y 3 corrida 3.



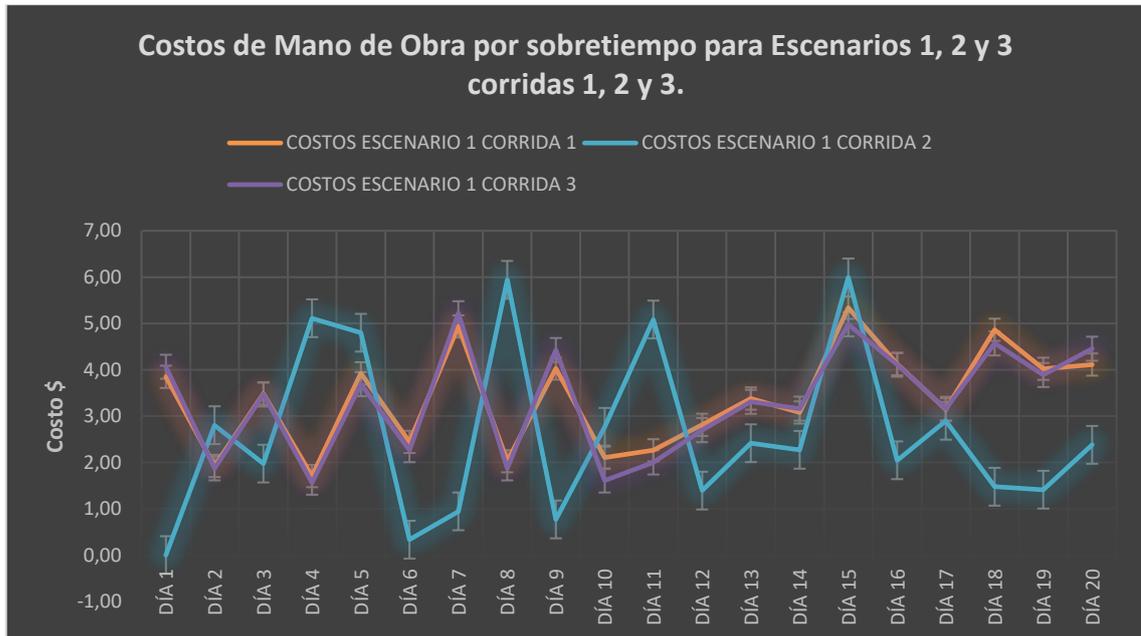
Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

3.8.10. Análisis del mejor escenario

En conclusión, para las tres corridas el mejor escenario es el primero es decir con 2 operadores y 3 pedidos; a continuación, la figura 51 con el resumen para el escenario 1 de las tres corridas con los siguientes costos mensuales: \$ 67,55, \$ 52,82 y \$ 66,37.

Figura 51. Costos de mano de obra por sobretiempo para el escenario 1 corridas 1, 2 y 3.



Fuente: Análisis de datos simulados.

Autora: Ing. Margareth Camacho A.

A través de la simulación se pudo conocer que el escenario actual (escenario 2 con 3 operadores y 3 pedidos diarios) del área de reempaque tiene un promedio de tiempos improductivos mensuales del 28%, éste proyecto permitió conocer la situación actual y compararla con otros escenarios donde se notó que el escenario 1 simulado (2 operadores y 3 pedidos) no tiene tiempo improductivo con una eficiencia promedio del 108% lo que sí generaría es un sobretiempo mínimo del 8% sobre la jornada horaria.

3.9. Discusión

Al comparar éste proyecto con otros en los que se han desarrollado temas similares tenemos las siguientes observaciones:

- En el proyecto “Optimización de Tiempos de Liquidación en rutas de distribución de bebidas Gaseosas” (Sánchez Carrillo, 2016) la simulación se realizó con Promodel a diferencia de éste proyecto que se la hizo con un software optimizador elaborado en Visual Studio y adaptado a las condiciones del proceso de la Importadora.

- Otro proyecto que cito en ésta parte es el de (Cárdenas Escobar, 2010) con el tema “Optimización del Servicio ofrecido por multiservidores basado en Simulación Matemática para un almacén de Electrodomésticos en la Ciudad de Guayaquil”, aquí la simulación la hace en el software Witness por medio de un análisis estadístico concienzudo para determinar las variables del sistema analizado, similar al estudio desarrollado en éste proyecto.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- En éste proyecto se realizó un estudio de tiempos para las operaciones que se realizan en el área de reempaque el mismo que permitió determinar los tiempos estándar de reempaque para cada uno de los paquetes y utilizarlos como base para determinar las distribuciones de los tiempos e ingresarlos en la programación del Simulador Optimizador.
- Se realizó un Simulador Optimizador basándose en el análisis de las distribuciones y tiempos del proceso real de reempaque para simular escenarios que permitan analizar la situación real y situaciones supuestas.
- El simulador permitió conocer la eficiencia de cada trabajador y del equipo en conjunto.
- Las simulaciones realizadas de los diferentes escenarios permitieron determinar la cantidad óptima de personas para el área de reempaque, además minimizar el costo de mano de obra.
- El estudio de tiempos sirvió para conocer el tiempo promedio que se deben demorar los operarios en el reempaque de los pedidos que ingresen a bodega.
- Se eliminó los cuellos de botella por medio del análisis de los tiempos que se invierte en cada operación de reempaque para cada producto. El porcentaje de disminución de tiempos actuales de reempaque para Globos con respecto a los tiempos obtenidos luego de eliminar cuellos de botella y movimientos innecesarios va desde el 31% al 35% en sus 5 presentaciones como sigue:

DISMINUCIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA PARA REEMPAQUE DE GLOBOS				
POR 6 UNDS.	POR 10 UNDS.	POR 25 UNDS.	POR 100 UNDS.	POR 40 UNDS.
34%	31%	31%	35%	33%

El porcentaje de disminución de tiempos actuales de reempaque para Fómix con respecto a los tiempos obtenidos luego de eliminar cuellos de botella va desde el 7% al 22% en sus 2 presentaciones así:

DISMINUCIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA PARA REEMPAQUE DE FÓMIX	
POR 10 UNDS.	POR 6 UNDS.
7%	22%

El porcentaje de disminución de tiempos actuales de reempaque para Silicón con respecto a los tiempos obtenidos luego de eliminar cuellos de botella y movimientos innecesarios va desde el 14% al 16% en sus 2 presentaciones así:

DISMINUCIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA PARA REEMPAQUE DE SILICÓN	
POR 12 UNDS.	POR 6 UNDS.
14%	16%

El porcentaje de disminución de tiempos actuales de reempaque para Fieltro con respecto a los tiempos obtenidos luego de eliminar cuellos de botella va desde el 10% al 12% en sus 2 presentaciones así:

DISMINUCIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA PARA REEMPAQUE DE FIELTRO	
POR 12 UNDS.	POR 50 UNDS.
12%	10%

- A través de las simulaciones hechas en éste proyecto se logró conocer el estado actual del proceso llegando a minimizar en un 28% los tiempos improductivos por medio de la simulación del escenario 2 (3 operadores con 3 pedidos ingresados) tomando como mejor opción a la actual el escenario 1 (2 operadores con 3 pedidos) el mismo que genera solamente un 8% de sobretiempo y tiene un operador menos. El minimizar el 28% de tiempos improductivos corresponde a un ahorro promedio de \$ 336 dólares mensuales y tomar como mejor opción el

escenario 1 es decir pagar un 8% de sobretiempo implica un pago mínimo de \$ 62 mensuales, el mismo que se justifica ya que además se reduce una persona.

4.2. Recomendaciones

- Hacer un pronóstico de la demanda para conocer las cantidades que se deben tener en stock de los productos re empacados (Globos, Silicón, Fómix y Filtro) y poder despachar en menor tiempo los pedidos que ingresen a la bodega.
- Analizar mediante el simulador el número de personas necesarias para el proceso de reempaque.
- Diseñar un simulador que abarque a toda la bodega para optimizar la cantidad de personal, horas extras, espacio, etc.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos para todas las actividades que se realizan en la bodega el mismo que permita estandarizar los tiempos para cada actividad como son: Picking, embalado, despacho, transporte, etc.
- Capacitar al personal en la optimización de movimientos para disminuir los tiempos actuales de las diferentes áreas.
- Incentivar al personal por medio de bonos por eficiencias superiores al 85% o dependiendo de lo que asigne Gerencia.
- Hacer un nuevo análisis con los pedidos que han ingresado luego de éste estudio para determinar las nuevas distribuciones en el caso de que haya variación para actualizar el simulador.

BIBLIOGRAFÍA

Cárdenas Escobar, N. L. (2010). Optimización del servicio ofrecido por Multiservidores basado en Simulación Matemática para un almacén de electrodomésticos en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Himmelblau , D., & Bischoff, K. (s.f.). Análisis y Simulación de Procesos. Reverte.

Illana, J. (2013). Métodos de Monte Carlo. España.

Levine, D., Krehbiel, T., & Berenson, M. (2014). Estadística para Administración. México: Pearson.

Mintzberg, H. (1991). Diseño de organizaciones eficientes. El Ateneo.

Palacios Acero, L. C. (s.f.). Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos. ECOE Ediciones.

Putier, S. (2016). VB. NET y Visual Studio 2015 Los Fundamentos del Lenguaje. ENI Ediciones.

Sánchez Carrillo, M. (2016). Optimización de Tiempos de liquidación en rutas de Distribución de Bebidas Gaseosas. Guayaquil.

Tejada Díaz, N. L. (2017). Metodología de estudio de Tiempos y Movimientos. 3C Empresa, 11.

ANEXOS

ANEXO 1. Tiempos estándar para reempaque de Silicón de 6, 8 y 12 unidades.

TIPO	TIEMPO (min)
S6	0,48
S6	0,56
S6	0,66
S6	0,61
S6	0,52
S6	0,56
S6	0,59
S6	0,68
S6	0,52
S6	0,52
S6	0,45
S6	0,47
S6	0,66
S6	0,57
S6	0,59
S6	0,49
S6	0,59
S6	0,53
S6	0,58
S6	0,47
S6	0,50
S6	0,61
S6	0,60
S6	0,42
S6	0,52
S6	0,50
S6	0,51
S6	0,47
S6	0,61
S6	0,57
S6	0,64
S6	0,49
S6	0,62
S6	0,54
S6	0,56
S6	0,55
S6	0,42
S6	0,57
S6	0,68
S6	0,56

TIPO	TIEMPO (min)
S8	0,74
S8	0,91
S8	0,81
S8	0,67
S8	0,80
S8	0,63
S8	0,71
S8	0,60
S8	0,77
S8	0,65
S8	0,48
S8	0,66
S8	0,70
S8	0,71
S8	0,70
S8	0,59
S8	0,61
S8	0,52
S8	0,54
S8	0,50
S8	0,44
S8	0,48
S8	0,42
S8	0,49
S8	0,63
S8	0,42
S8	0,47
S8	0,72
S8	0,51
S8	0,44
S8	0,45
S8	0,43
S8	0,38
S8	0,63
S8	0,54
S8	0,35
S8	0,50
S8	0,43
S8	0,42
S8	0,56
S8	0,48
S8	0,44
S8	0,45

TIPO	TIEMPO (min)
S12	0,62
S12	0,58
S12	0,62
S12	0,78
S12	0,61
S12	0,56
S12	0,54
S12	0,66
S12	0,64
S12	0,71
S12	0,82
S12	0,45
S12	0,56
S12	0,66
S12	0,62
S12	0,58
S12	0,71
S12	0,60
S12	0,94
S12	0,67
S12	0,66
S12	0,63
S12	0,55
S12	0,70
S12	0,60
S12	0,59
S12	0,69
S12	0,68
S12	0,77

ANEXO 2. Tiempos estándar para reempaque de Globos de 6, 10, 25, 40 y 100 unidades.

TIPO	TIEMPO (min)
G6	0.38
G6	0.48
G6	0.53
G6	0.47
G6	0.63
G6	0.62
G6	0.51
G6	0.56
G6	0.53
G6	0.47
G6	0.53
G6	0.50
G6	0.53
G6	0.55
G6	0.61
G6	0.43
G6	0.53
G6	0.50
G6	0.50
G6	0.50
G6	0.53
G6	0.46
G6	0.44
G6	0.46
G6	0.45
G6	0.45
G6	0.46
G6	0.36
G6	0.40
G6	0.51
G6	0.41
G6	0.42
G6	0.35
G6	0.44
G6	0.47
G6	0.42
G6	0.41
G6	0.45
G6	0.47
G6	0.44
G6	0.49
G6	0.39

TIPO	TIEMPO (min)
G10	0.87
G10	0.86
G10	0.90
G10	0.92
G10	0.83
G10	0.81
G10	0.78
G10	0.91
G10	0.74
G10	0.71
G10	0.80
G10	0.75
G10	0.73
G10	0.80
G10	0.68
G10	0.66
G10	0.78
G10	0.67
G10	0.87
G10	0.83
G10	0.83
G10	0.70
G10	0.77
G10	0.86
G10	0.81
G10	0.88
G10	0.81
G10	0.75
G10	0.80
G10	0.74
G10	0.80
G10	0.64
G10	0.68
G10	0.79
G10	0.74
G10	0.80
G10	0.83
G10	0.34
G10	0.80
G10	0.67
G10	0.81
G10	0.86
G10	0.92
G10	0.72
G10	0.64
G10	0.68
G10	0.90
G10	0.83
G10	0.89
G10	0.76
G10	0.73
G10	0.77
G10	0.76
G10	0.97
G10	0.76
G10	0.79
G10	0.78
G10	0.97
G10	0.69
G10	0.80
G10	0.79
G10	0.70
G10	1.01
G10	0.82
G10	0.86
G10	0.79
G10	0.81
G10	0.78
G10	0.76
G10	0.73

TIPO	TIEMPO (min)
G25	0.94
G25	0.93
G25	0.97
G25	0.99
G25	0.90
G25	0.88
G25	0.85
G25	0.98
G25	0.82
G25	0.78
G25	0.88
G25	0.82
G25	0.81
G25	0.88
G25	0.75
G25	0.74
G25	0.85
G25	0.74
G25	0.94
G25	0.94
G25	0.90
G25	0.77
G25	0.84
G25	0.94
G25	0.89
G25	0.95
G25	0.88
G25	0.82
G25	0.87
G25	0.81
G25	0.87
G25	0.72
G25	0.76
G25	0.86
G25	0.81
G25	0.87
G25	0.90
G25	0.41
G25	0.88
G25	0.75
G25	0.88
G25	0.93
G25	1.00
G25	0.79
G25	0.71
G25	0.76
G25	0.97
G25	0.90
G25	0.96
G25	0.83
G25	0.80
G25	0.84
G25	0.83
G25	1.04
G25	0.83
G25	0.86
G25	0.85
G25	1.04
G25	0.76
G25	0.87
G25	0.86
G25	0.78
G25	1.08
G25	0.89
G25	0.93
G25	0.86
G25	0.88
G25	0.85
G25	0.83
G25	0.80

TIPO	TIEMPO (min)
G40	0.91
G40	0.82
G40	0.85
G40	0.89
G40	0.93
G40	0.89
G40	0.85
G40	0.92
G40	0.98
G40	0.92
G40	0.98
G40	0.84
G40	0.96
G40	0.88
G40	0.96
G40	0.91
G40	0.80
G40	0.96
G40	0.90
G40	0.88
G40	0.88
G40	0.89
G40	0.92
G40	0.92
G40	0.88
G40	0.86
G40	0.85
G40	0.95
G40	0.94
G40	0.95
G40	0.95
G40	0.83
G40	0.96
G40	0.94
G40	1.02
G40	0.95
G40	0.96
G40	0.99
G40	1.03
G40	1.01

TIPO	TIEMPO (min)
G100	0.81
G100	1.07
G100	0.92
G100	0.81
G100	0.90
G100	0.80
G100	0.92
G100	1.08
G100	1.02
G100	1.11
G100	0.97
G100	0.95
G100	0.81
G100	0.85
G100	0.94
G100	1.12
G100	1.09
G100	1.08
G100	1.07
G100	0.88
G100	0.95
G100	1.14
G100	1.09
G100	0.85
G100	1.25
G100	1.21
G100	1.14
G100	1.05
G100	1.03
G100	0.93
G100	0.88
G100	0.96
G100	1.10
G100	1.08
G100	0.92
G100	1.04
G100	0.98
G100	0.95
G100	0.93
G100	1.11

ANEXO 3. Tiempos estándar para reempaque de Fómix surtido de 6 y 10 unidades, Fómix unicolor de 10 unidades.

TIPO	TIEMPO (min)
FS6	0.78
FS6	0.71
FS6	0.76
FS6	0.81
FS6	0.66
FS6	0.73
FS6	1.17
FS6	0.79
FS6	1.18
FS6	0.72
FS6	0.89
FS6	0.74
FS6	1.24
FS6	0.82
FS6	0.97
FS6	0.80
FS6	0.91
FS6	0.74
FS6	0.64
FS6	0.72
FS6	0.77
FS6	0.88
FS6	1.01
FS6	0.83
FS6	0.61
FS6	0.77
FS6	0.75
FS6	0.86
FS6	0.76
FS6	0.91
FS6	0.78
FS6	0.83
FS6	1.06
FS6	0.72
FS6	0.61

TIPO	TIEMPO (min)
FS10	1.02
FS10	0.89
FS10	1.20
FS10	0.91
FS10	0.95
FS10	1.12
FS10	1.59
FS10	1.07
FS10	1.30
FS10	1.14
FS10	1.19
FS10	1.11
FS10	1.66
FS10	0.85
FS10	1.28
FS10	0.99
FS10	1.07
FS10	0.97
FS10	0.71

TIPO	TIEMPO (min)
FU10	1.04
FU10	1.04
FU10	1.05
FU10	1.04
FU10	1.06
FU10	1.04
FU10	1.09
FU10	1.03
FU10	1.03
FU10	1.03
FU10	1.05
FU10	1.02
FU10	1.02
FU10	1.03
FU10	1.02
FU10	1.02
FU10	1.04
FU10	1.02
FU10	1.04
FU10	1.03
FU10	1.05
FU10	1.07
FU10	1.07
FU10	1.08
FU10	1.05
FU10	1.06
FU10	1.01
FU10	1.07
FU10	1.01
FU10	1.03
FU10	1.05
FU10	1.08
FU10	1.07
FU10	1.03

ANEXO 4. Tiempos estándar para reempaque de Filtro de 12 y 50 unidades.

TIPO	TIEMPO (min)
F12	1.87
F12	2.19
F12	2.11
F12	2.18
F12	2.15
F12	2.07
F12	2.24
F12	2.14
F12	2.17
F12	2.21
F12	2.34
F12	2.22
F12	2.32
F12	2.34
F12	2.24
F12	2.65
F12	2.12
F12	1.86
F12	2.01
F12	2.15
F12	1.55
F12	2.03
F12	2.09
F12	1.87
F12	2.10
F12	1.99
F12	2.00
F12	2.17
F12	2.09
F12	2.09
F12	1.91
F12	2.12
F12	1.95
F12	1.73
F12	1.86
F12	2.10
F12	1.83
F12	1.73
F12	1.83
F12	1.69
F12	1.72
F12	1.83

TIPO	TIEMPO (min)
F50	2.12
F50	2.19
F50	2.11
F50	2.15
F50	2.22
F50	2.01
F50	1.91
F50	2.12
F50	1.86
F50	1.91
F50	1.90
F50	1.92
F50	1.81
F50	1.94
F50	1.86
F50	2.02
F50	1.91
F50	1.89
F50	1.96
F50	1.96
F50	1.98
F50	1.95
F50	1.82
F50	1.88
F50	1.81
F50	1.86
F50	1.78
F50	1.83
F50	1.92
F50	1.88
F50	1.88
F50	1.75

ANEXO 5. Cantidad de paquetes para Globos de 6 unidades “G6”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
1150	1
1200	2
1250	3
1400	4
1550	5
2000	6

ANEXO 6. Cantidad de paquetes para Globos de 10 unidades “G10”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO	CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO	CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
297	1	65	60	30	119
45	3	365	61	371	120
272	4	120	64	20	122
67	6	85	65	230	123
160	7	30	66	180	125
895	8	95	67	78	126
600	10	200	68	450	127
511	15	275	69	354	128
95	16	55	70	1430	129
510	17	84	72	40	130
165	19	150	73	40	132
165	20	500	75	330	133
744	21	20	76	80	134
30	22	290	77	55	135
279	24	200	79	90	136
95	26	60	80	160	137
40	27	60	82	12	138
30	28	55	83	80	139
40	29	60	84	100	140
45	30	90	85	55	141
346	31	390	87	475	143
525	32	195	88	250	144
1558	34	1051	89	115	145
500	35	145	90	500	147
330	39	80	91	315	149
225	40	870	94	100	150
110	41	170	95	290	151
175	43	85	96	313	152
715	44	660	99	50	154
880	45	559	100	130	155
200	46	245	101	100	157
345	47	10	102	265	158
360	48	80	103	615	159
230	49	110	104	220	160
95	50	385	105	519	161
165	51	100	106	375	162
390	52	190	107	911	163
55	53	30	108	550	164
90	54	100	110	30	166
35	55	25	111	316	167
50	56	450	114	190	168
180	57	170	115	102	169
40	58	20	117	20	171
38	59	112	118	529	172

Reducción de tiempos improductivos en el Área de Reempaque de una Importadora, utilizando Teoría de Restricciones.

Maestría en Logística y Transporte Mención Modelos de Optimización

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
1235	173
30	174
620	175
548	176
237	178
42	180
500	181
160	182
404	184
745	185
180	188
175	189
250	191
125	193
60	198
60	199
870	200
40	202
360	204
1000	205
110	208
700	209
55	210
55	211
30	212
25	213
200	215
2430	216
120	217
120	218
20	219
68	220
110	222
70	224
20	225
50	227
185	229
150	231
70	232
575	233
490	235
195	237
250	238
460	240

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
50	241
50	243
930	244
30	245
100	246
512	247
300	251
360	255
1440	258
180	260
360	261
105	263
30	265
52	266
50	268
120	269
440	270
475	271
91	272
20	273
400	275
1440	277
190	278
180	279
120	280
55	282
2040	283
95	286
30	287
55	288
144	290
1588	293
200	294
95	300
60	301
155	303
430	304
40	305
100	306
50	310
25	312
1200	313
100	314
2400	320

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
1400	321
20	324
1440	327
300	329
100	330
20	331
65	332
240	333
630	334
20	335
35	336
198	337
355	338
1420	339
290	341
140	344
100	345
423	346
308	347
900	348
1835	349
860	350
370	351
95	352
615	353
480	354
280	355
170	356
140	358
300	360
65	364
75	366
100	367
180	369
250	370
295	371
51	375
350	376
40	377

ANEXO 7. Cantidad de paquetes para Globos de 25 unidades “G25”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO	CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO	CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
50	1	204	94	216	197
436	3	120	97	60	198
32	7	376	98	32	199
151	8	427	99	1700	200
348	9	152	101	860	204
216	10	190	105	176	205
392	11	820	107	300	207
296	11	84	109	120	208
384	12	4	111	736	209
452	13	128	114	72	210
60	14	1582	115	72	211
395	15	28	117	56	212
356	17	80	118	16	213
52	20	156	121	472	214
512	23	208	122	396	215
340	24	384	123	1200	216
52	25	36	124	568	217
32	27	32	125	1542	223
52	28	152	128	48	226
60	28	676	131	236	230
40	29	408	136	898	233
272	31	84	137	312	236
724	32	102	140	336	238
20	36	500	144	140	242
76	39	12	146	1056	247
120	40	12	148	308	254
220	42	356	151	992	255
200	44	52	152	768	257
56	47	140	153	432	259
152	48	52	156	144	261
28	50	24	157	104	263
32	55	77	159	56	268
52	57	84	162	228	274
92	62	76	170	508	275
20	67	76	177	80	279
28	72	200	179	830	279
160	74	84	182	80	280
192	79	208	183	1440	283
56	86	168	184	36	285
158	88	158	185	692	289
176	89	356	187	482	291
188	90	286	193	390	294
60	92	260	194	540	295
12	93	564	195	1240	296

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
600	298
292	305
144	306
800	307
48	310
260	311
12	312
328	313
488	315
400	316
28	317
268	323
400	326
400	327
100	332
736	334
744	337
402	340
1512	342
1056	345
480	346
144	348
60	349
48	351
420	352
384	353
644	354
280	355
176	357
195	361
428	362
62	364
458	365
1276	366
140	367
352	368
316	371
1100	372
76	373
480	374
36	375
316	376
68	379

ANEXO 8. Cantidad de paquetes para Globos de 40 unidades “G40”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
36	58
14	281
2	297
60	367

ANEXO 9. Cantidad de paquetes para Globos de 100 unidades “G100”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
30	5
170	17
24	20
12	22
112	24
75	28
27	30
187	31
275	34
20	39
125	40
115	43
180	63
110	71
17	72
25	78
210	81
86	87
182	89
59	99
87	104
70	114
70	116
600	126
15	127
124	128
104	137
12	142
15	152
40	159
70	160
10	161
81	172
50	173
10	175
92	182
55	188
250	190
140	201

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
48	215
100	248
200	249
160	250
140	252
300	253
90	275
48	278
100	292
240	302
10	305
45	308
83	309
52	318
15	319
200	325
100	328
50	363
80	378

ANEXO 10. Cantidad de paquetes para Fómix de 10 unidades “Fo10”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
1103	1
150	2
320	3
550	4
620	5
540	6
195	7
182	8
170	9
306	10

ANEXO 11. Cantidad de paquetes para Fómix de 6 unidades “Fo6”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
922	192
100	196
500	206
424	359

ANEXO 12. Cantidad de paquetes para Silicón de 12 unidades “Si12”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
45	1
67	2
15	3
40	4
47	5
100	6
76	7
83	8
90	9
97	10
104	11
111	12
117	13
123	14
131	15
138	16
145	17
152	18
56	19
35	20
46	21
36	22
31	23
26	24
21	25
16	26
11	27
6	28
15	29
45	30
56	31
78	32
35	33
45	34
56	35
48	36
56	37
79	38
89	39
90	40
96	41

ANEXO 13. Cantidad de paquetes para Silicón de 6 unidades “Si6”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
56	7
108	27
90	35
54	38
90	75
29	95
49	171
45	202
30	221
36	228
20	231
54	264
22	267
24	269

ANEXO 14. Cantidad de paquetes para Filtro de 12 unidades “Fi12”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
19	1
21	2
23	3
24	4
25	5
34	6
34	7
35	8
35	9
35	10
38	11
39	12
39	13
40	14
42	15
41	16
55	17
56	18
52	19
52	20
55	21
65	22
78	23
79	24
89	25
89	26
70	27
90	28
90	29
93	30
95	31
90	32
85	33
96	34
85	35
120	36
146	37
150	38

ANEXO 15. Cantidad de paquetes para Filtro de 50 unidades “Fi50”

CANTIDAD DE PAQUETES	# PEDIDO
12	1
30	2
40	3
60	4
20	5
50	6
40	7
20	8
10	9
40	10
20	11
14	12
56	13
60	14
56	15
67	16

ANEXO 16. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 6 unidades “G6”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.38
2	0.48
3	0.53
4	0.47
5	0.63
6	0.62
7	0.51
8	0.56
9	0.53
10	0.47
11	0.53
12	0.50
13	0.53
14	0.55
15	0.61
16	0.43
17	0.53
18	0.50
19	0.50
20	0.50
21	0.53
22	0.46

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
23	0.44
24	0.46
25	0.45
26	0.45
27	0.46
28	0.36
29	0.40
30	0.51
31	0.41
32	0.42
33	0.35
34	0.44
35	0.47
36	0.42
37	0.41
38	0.45
39	0.47
40	0.44
41	0.49
42	0.39

ANEXO 17. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 10 unidades “G10”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS	N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.87	36	0.74
2	0.85	37	0.80
3	0.90	38	0.83
4	0.92	39	0.34
5	0.83	40	0.80
6	0.79	41	0.67
7	0.78	42	0.81
8	0.91	43	0.86
9	0.75	44	0.92
10	0.71	45	0.72
11	0.81	46	0.64
12	0.73	47	0.68
13	0.73	48	0.90
14	0.80	49	0.76
15	0.66	50	0.89
16	0.66	51	0.76
17	0.76	52	0.71
18	0.67	53	0.75
19	0.82	54	0.77
20	0.87	55	0.91
21	0.83	56	0.76
22	0.83	57	0.79
23	0.70	58	0.78
24	0.77	59	0.90
25	0.86	60	0.62
26	0.81	61	0.80
27	0.88	62	0.78
28	0.81	63	0.71
29	0.75	64	0.99
30	0.80	65	0.79
31	0.74	66	0.82
32	0.80	67	0.82
33	0.64	68	0.76
34	0.68	69	0.78
35	0.79	70	0.76
		71	0.71

ANEXO 18. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 25 unidades “G25”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.96
2	0.96
3	1.02
4	1.06
5	0.98
6	0.98
7	0.97
8	1.11
9	0.97
10	0.94
11	1.06
12	1.02
13	1.02
14	1.11
15	1.00
16	1.00
17	1.13
18	1.04
19	1.25
20	1.28
21	1.25
22	1.27
23	1.16
24	1.24
25	1.35
26	1.32
27	1.40
28	1.35
29	1.30
30	1.37
31	1.33
32	1.40
33	1.27
34	1.32
35	1.44
36	1.41

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
37	1.48
38	1.53
39	1.06
40	1.54
41	1.43
42	1.58
43	1.64
44	1.73
45	1.54
46	1.48
47	1.54
48	1.77
49	1.72
50	1.80
51	1.68
52	1.67
53	1.73
54	1.73
55	1.96
56	1.76
57	1.81
58	1.81
59	2.02
60	1.76
61	1.89
62	1.89
63	1.83
64	2.15
65	1.97
66	2.03
67	1.98
68	2.02
69	2.00
70	2.00
71	1.98

ANEXO 19. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 40 unidades “G40”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.93
2	0.85
3	0.90
4	0.96
5	1.02
6	0.99
7	0.96
8	1.05
9	1.13
10	1.08
11	1.16
12	1.04
13	1.17
14	1.12
15	1.21
16	1.18
17	1.08
18	1.26
19	1.21
20	1.22

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
21	1.23
22	1.26
23	1.30
24	1.32
25	1.30
26	1.29
27	1.30
28	1.42
29	1.43
30	1.45
31	1.47
32	1.37
33	1.51
34	1.51
35	1.60
36	1.55
37	1.58
38	1.62
39	1.68
40	1.67

ANEXO 20. Tiempo de Reempaque para paquetes con Globos de 100 unidades “G100”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS		N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.82		21	1.30
2	1.11		22	1.50
3	0.97		23	1.48
4	0.87		24	1.25
5	0.98		25	1.67
6	0.90		26	1.64
7	1.04		27	1.59
8	1.21		28	1.52
9	1.17		29	1.51
10	1.28		30	1.43
11	1.15		31	1.40
12	1.15		32	1.49
13	1.03		33	1.65
14	1.09		34	1.65
15	1.19		35	1.50
16	1.38		36	1.64
17	1.38		37	1.59
18	1.38		38	1.59
19	1.39		39	1.58
20	1.22		40	1.78

ANEXO 21. Tiempo de Reempaque para paquetes con Fómix de 10 unidades “Fo10”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	1.04
2	0.92
3	1.25
4	0.97
5	1.03
6	1.22
7	1.70
8	1.21
9	1.45
10	1.30
11	1.37
12	1.31
13	1.87
14	1.08
15	1.53
16	1.26
17	1.36
18	1.27
19	1.02

ANEXO 22. Tiempo de Reempaque para paquetes con Fómix de 6 unidades “Fo6”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.78
2	0.71
3	0.76
4	0.81
5	0.66
6	0.73
7	1.17
8	0.79
9	1.18
10	0.72
11	0.89
12	0.74
13	1.24
14	0.82
15	0.97
16	0.80
17	0.91
18	0.74
19	0.64
20	0.72
21	0.77
22	0.88
23	1.01
24	0.83
25	0.61
26	0.77
27	0.75
28	0.86
29	0.76
30	0.91
31	0.78
32	0.83
33	1.06
34	0.72
35	0.61

ANEXO 23. Tiempo de Reempaque para paquetes con Silicón de 12 unidades “Si12”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	0.63
2	0.61
3	0.67
4	0.85
5	0.70
6	0.66
7	0.66
8	0.79
9	0.79
10	0.87
11	1.00
12	0.65
13	0.78
14	0.89
15	0.87
16	0.85
17	0.99
18	0.90
19	1.26
20	1.01
21	1.01
22	1.00
23	0.93
24	1.10
25	1.01
26	1.02
27	1.14
28	1.15
29	1.25

ANEXO 24. Tiempo de Reempaque para paquetes con Silicón de 6 unidades “Si6”

n. observación	tiempo total en minutos
1	0.48
2	0.56
3	0.66
4	0.61
5	0.52
6	0.56
7	0.59
8	0.68
9	0.52
10	0.52
11	0.45
12	0.47
13	0.66
14	0.57
15	0.59
16	0.49
17	0.59
18	0.53
19	0.58
20	0.47

n. observación	tiempo total en minutos
21	0.50
22	0.61
23	0.60
24	0.42
25	0.52
26	0.50
27	0.51
28	0.47
29	0.61
30	0.57
31	0.64
32	0.49
33	0.62
34	0.54
35	0.56
36	0.55
37	0.42
38	0.57
39	0.68
40	0.56

ANEXO 25. Tiempo de Reempaque para paquetes con Filtro de 12 unidades “Fi12”

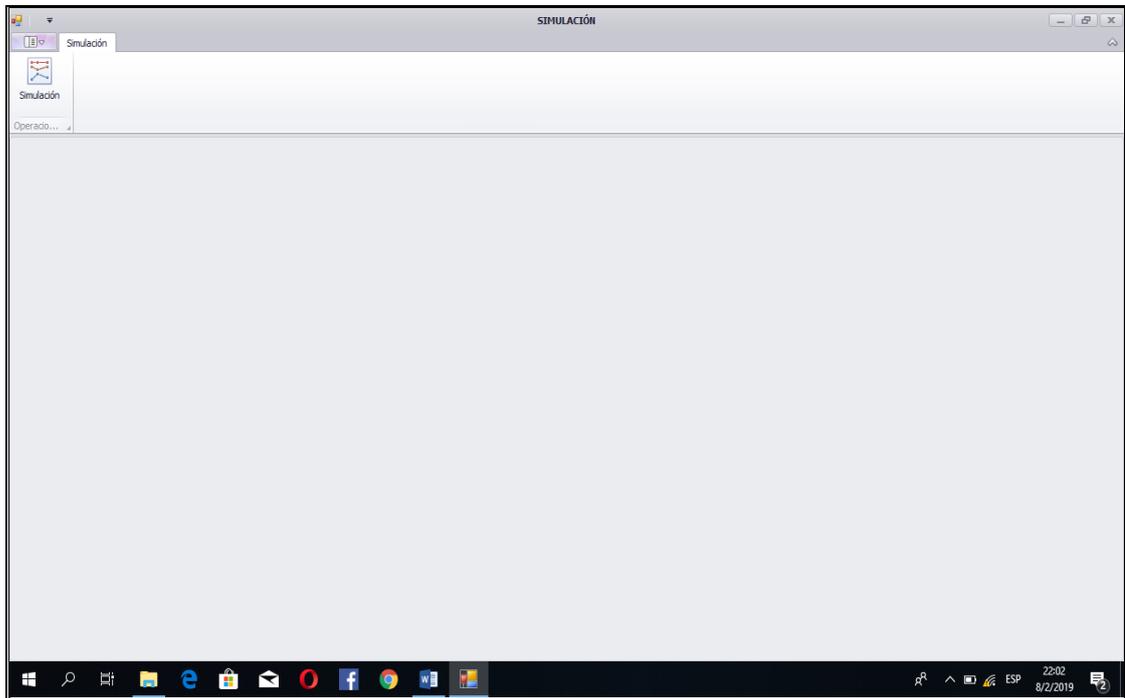
N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	1.87
2	2.19
3	2.11
4	2.18
5	2.15
6	2.07
7	2.24
8	2.14
9	2.17
10	2.21
11	2.34
12	2.22
13	2.32
14	2.34
15	2.24
16	2.65
17	2.12
18	1.86
19	2.01
20	2.15

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
21	1.55
22	2.03
23	2.09
24	1.87
25	2.10
26	1.99
27	2.00
28	2.17
29	2.09
30	2.09
31	1.91
32	2.12
33	1.95
34	1.73
35	1.86
36	2.10
37	1.83
38	1.73
39	1.83
40	1.69
41	1.72
42	1.83

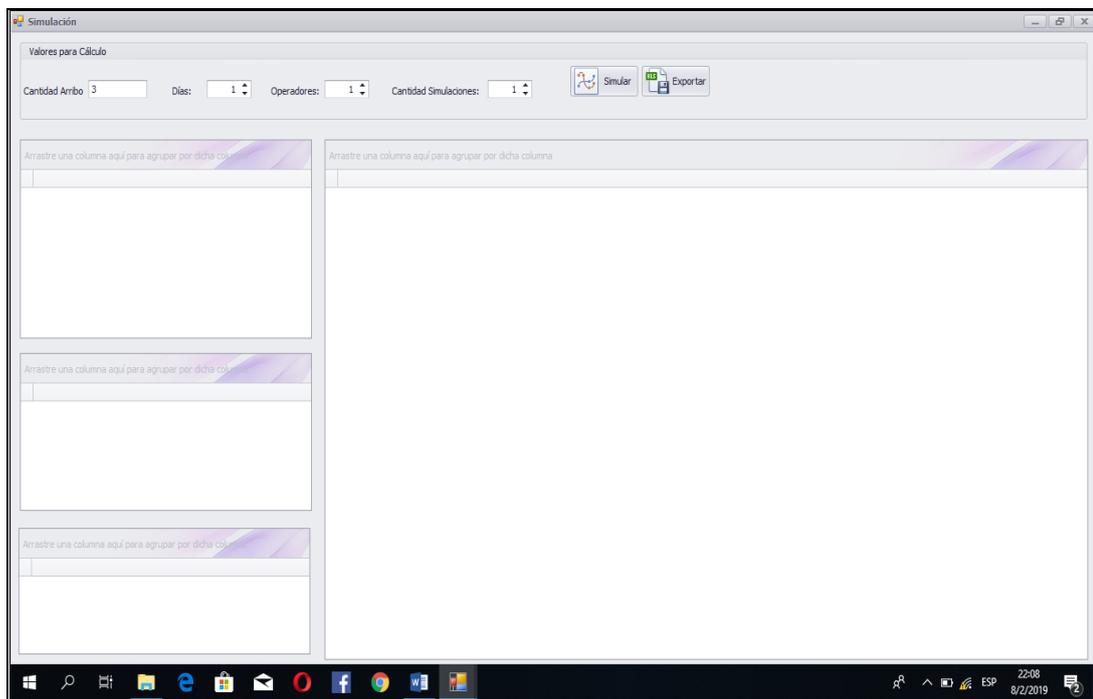
ANEXO 26. Tiempo de Reempaque para paquetes con Filtro de 50 unidades “Fi50”

N. OBSERVACIÓN	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS
1	2,12
2	2,19
3	2,11
4	2,15
5	2,22
6	2,01
7	1,91
8	2,12
9	1,86
10	1,91
11	1,90
12	1,92
13	1,81
14	1,94
15	1,86
16	2,02
17	1,91
18	1,89
19	1,96
20	1,96
21	1,98
22	1,95
23	1,82
24	1,88
25	1,81
26	1,86
27	1,78
28	1,83
29	1,92
30	1,88
31	1,88
32	1,75

ANEXO 27. Pantalla inicial del Simulador Optimizador.



ANEXO 28. Pantalla dos del Simulador Optimizador.



ANEXO 29. Pantalla tres del Simulador Optimizador.

Simulación

Valores para Cálculo

Cantidad Arribo: 3 Días: 20 Operadores: 2 Cantidad Simulaciones: 50

Simular Exportar

Simul...	Día	Pedido	Producto	Pre...	Tipo	Cantidad
1	1	1	GLOBO	Glo...	G25	5
1	1	2	GLOBO	Glo...	G10	164
1	1	3	GLOBO	Glo...	G100	211
1	2	1	GLOBO	Glo...	G10	446
1	2	2	GLOBO	Glo...	G10	298
1	3	1	GLOBO	Glo...	G25	557
1	3	2	GLOBO	Glo...	G10	363
1	4	1	GLOBO	Glo...	G10	2278

Día	Producto	Operario 1	Operario 2	Tiempo Est.	Time Operario 1 (horas)	Time Operario 2 (horas)	Time Total (horas)
SIMULACIÓN 1							
1	Globo 25	3	2	0,87	0,05	0,03	0,08
1	Globo 10	82	82	0,79	1,13	1,08	2,21
1	Globo 100	106	105	1	1,86	1,75	3,61
-	TIEMPO TOTAL PO...				3,04	2,86	5,9
-	EFICIENCIA DÍA 1 ...				41,00 %	39,00 %	40,00 %
2	Globo 10	372	372	0,79	5,15	4,88	10,03
-	TIEMPO TOTAL PO...				5,15	4,88	10,03
-	EFICIENCIA DÍA 2 ...				70,00 %	66,00 %	68,00 %
3	Globo 25	279	278	0,87	4,24	4,02	8,26
3	Globo 10	182	181	0,79	2,52	2,38	4,9
-	TIEMPO TOTAL PO...				6,76	6,4	13,16
-	EFICIENCIA DÍA 3 ...				91,00 %	86,00 %	88,00 %
4	Globo 10	1420	991	0,79	19,65	13,01	32,66
4	Fomix 6	156	78	0,84	2,37	1,1	3,47
-	TIEMPO TOTAL PO...				22,02	14,11	36,13
-	EFICIENCIA DÍA 4 ...				298,00 %	191,00 %	244,00 %
5	Globo 10	114	112	0,79	1,58	1,47	3,05
5	Globo 100	68	66	1	1,2	1,1	2,3
5	Globo 25	190	189	0,87	2,89	2,73	5,62
5	Filtro 12	104	82	2,06	3,73	2,81	6,54
-	TIEMPO TOTAL PO...				9,4	8,11	17,51
-	EFICIENCIA DÍA 5 ...				127,00 %	110,00 %	118,00 %
6	Globo 10	317	316	0,79	4,39	4,15	8,54
6	Globo 25	125	125	0,87	1,9	1,81	3,71

Operarios	Simulacion	Eficiencia
2	1	115,00 %
2	2	131,00 %
2	3	110,00 %
2	4	96,00 %
2	5	95,00 %
2	6	77,00 %

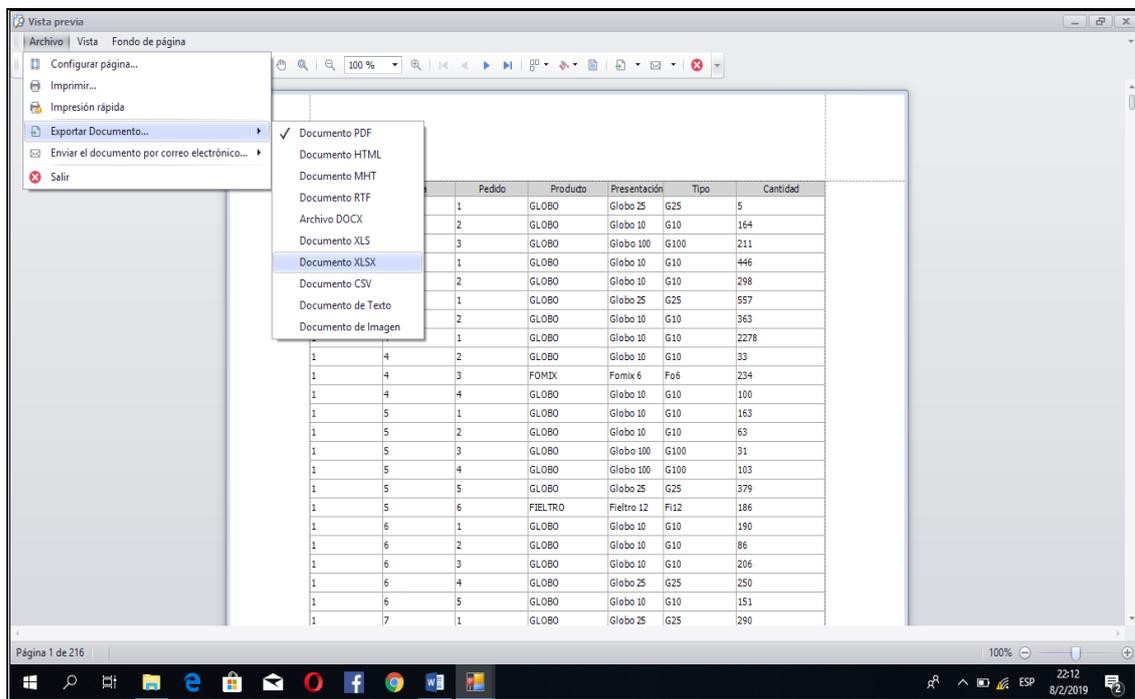
Día	Eficiencia
1	96,00 %
2	100,00 %
3	103,00 %
4	93,00 %

Windows taskbar: 22:11 8/2/2019

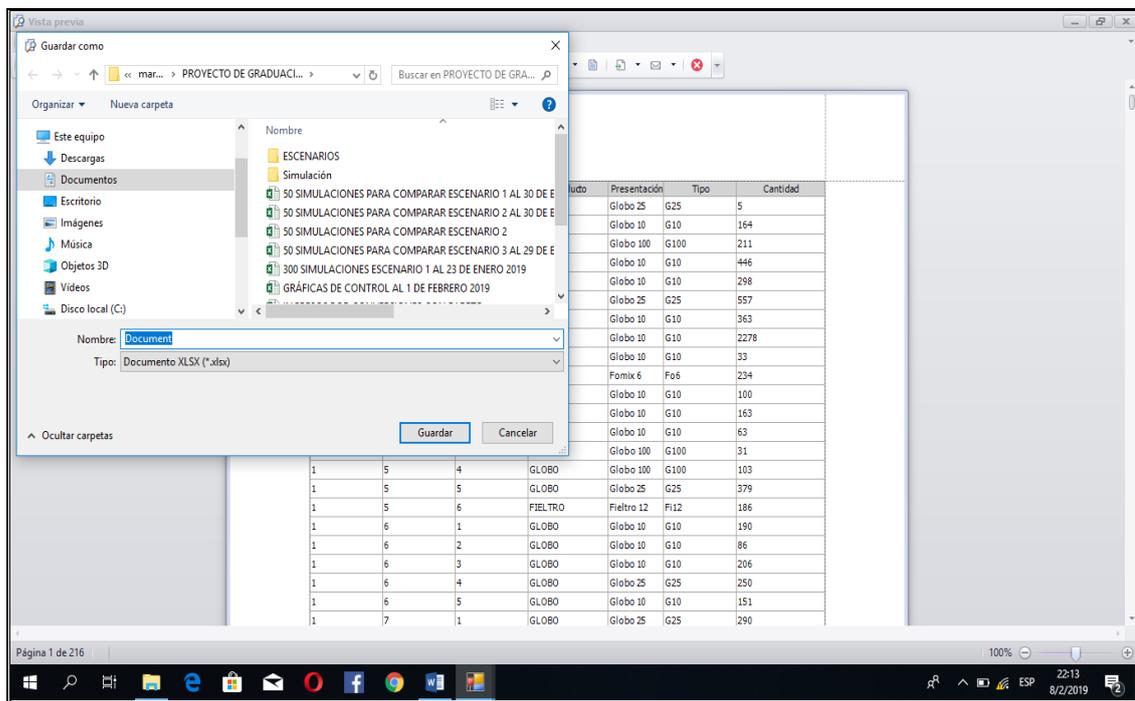
ANEXO 30. Pantalla cuatro del Simulador Optimizador.

Simulación	Día	Pedido	Producto	Presentación	Tipo	Cantidad
1	1	1	GLOBO	Globo 25	G25	5
1	1	2	GLOBO	Globo 10	G10	164
1	1	3	GLOBO	Globo 100	G100	211
1	2	1	GLOBO	Globo 10	G10	446
1	2	2	GLOBO	Globo 10	G10	298
1	3	1	GLOBO	Globo 25	G25	557
1	3	2	GLOBO	Globo 10	G10	363
1	4	1	GLOBO	Globo 10	G10	2278
1	4	2	GLOBO	Globo 10	G10	G10
1	4	3	FOMIX 6	Fo6	F66	234
1	4	4	GLOBO	Globo 10	G10	100
1	5	1	GLOBO	Globo 10	G10	163
1	5	2	GLOBO	Globo 10	G10	63
1	5	3	GLOBO	Globo 100	G100	31
1	5	4	GLOBO	Globo 100	G100	103
1	5	5	GLOBO	Globo 25	G25	379
1	5	6	FIELTRO	Filtro 12	F12	186
1	6	1	GLOBO	Globo 10	G10	190
1	6	2	GLOBO	Globo 10	G10	86
1	6	3	GLOBO	Globo 10	G10	206
1	6	4	GLOBO	Globo 25	G25	250
1	6	5	GLOBO	Globo 10	G10	151
1	7	1	GLOBO	Globo 25	G25	290

ANEXO 31. Pantalla cinco del Simulador Optimizador.



ANEXO 32. Pantalla seis del Simulador Optimizador.



ANEXO 33. Pantalla de la exportación de la simulación en Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Simulación	Día	Pedido	Producto	Presentación	Tipo	Cantidad																			
2	1	1	1	GLOBO	Globo 25	G25	5																			
3	1	1	2	GLOBO	Globo 10	G10	164																			
4	1	1	3	GLOBO	Globo 100	G100	211																			
5	1	2	1	GLOBO	Globo 10	G10	446																			
6	1	2	2	GLOBO	Globo 10	G10	298																			
7	1	3	1	GLOBO	Globo 25	G25	557																			
8	1	3	2	GLOBO	Globo 10	G10	363																			
9	1	4	1	GLOBO	Globo 10	G10	2278																			
10	1	4	2	GLOBO	Globo 10	G10	53																			
11	1	4	3	FOMIX	Fomix 6	Fo6	234																			
12	1	4	4	GLOBO	Globo 10	G10	100																			
13	1	5	1	GLOBO	Globo 10	G10	163																			
14	1	5	2	GLOBO	Globo 10	G10	63																			
15	1	5	3	GLOBO	Globo 100	G100	31																			
16	1	5	4	GLOBO	Globo 100	G100	103																			
17	1	5	5	GLOBO	Globo 25	G25	379																			
18	1	5	6	FIELTRO	Filtro 12	Fi12	186																			
19	1	6	1	GLOBO	Globo 10	G10	190																			
20	1	6	2	GLOBO	Globo 10	G10	86																			
21	1	6	3	GLOBO	Globo 10	G10	206																			
22	1	6	4	GLOBO	Globo 25	G25	250																			

ANEXO 34. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G6”.

CANT_PAQ_G6_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
2006	1
1200	2
1983	3
1200	4
1150	5
1990	6
1250	7
1409	8
1459	9
1200	10
2008	11
1240	12
1453	13
1378	14
1456	15
1267	16
3184	17
1560	18
1082	19
1478	20
1578	21
2000	22

ANEXO 35. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G6”.

CANT_PAQ_G6_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
2860	1
1450	2
1756	3
1345	4
1234	5
1356	6
1345	7
1456	8
1869	9
1768	10
1700	11
2481	12
1463	13
1456	14
1321	15
1208	16
1569	17
1567	18
1345	19
1235	20
1456	21
1367	22
1345	23
1235	24
1356	25
1467	26
1345	27
1980	28
1163	29
1678	30
3939	31
1000	32
1234	33
2101	34

ANEXO 36. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G6”.

CANT_PAQ_G6_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
1200	1
1350	2
1890	3
1419	4
1990	5
1250	6
1456	7
4070	8
1500	9
1489	10
1245	11
2300	12
1678	13
2119	14
1456	15
1678	16
1790	17
1123	18
1450	19

ANEXO 37. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G10”.

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
164	1
446	2
298	3
363	4
2278	5
33	6
100	7
163	8
63	9
190	10
86	11
206	12
151	13
34	14
190	15
273	16
98	17
14	18
308	19
1552	20
163	21
295	22
110	23
269	24
353	25
505	26
58	27
714	28
135	29
146	30
223	31
1102	32
159	33
451	34
92	35
379	36
602	37
146	38
296	39
62	40
35	41
1190	42
91	43
230	44
363	45

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
36	46
107	47
564	48
919	49
217	50
160	51
51	52
85	53
282	54
332	55
106	56
488	57
455	58
90	59
135	60
170	61
28	62
585	63
23	64
117	65
711	66
1094	67
145	68
144	69
167	70
665	71
319	72
73	73
645	74
553	75
1232	76
119	77
272	78
1432	79
20	80
58	81
92	82
35	83
46	84
493	85
70	86
468	87
481	88
394	89
130	90

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
287	91
139	92
1079	93
190	94
462	95
533	96
69	97
549	98
696	99
45	100
78	101
877	102
49	103
169	104
726	105
10	106
221	107
464	108
120	109
299	110
30	111
188	112
478	113
723	114
1004	115
327	116
705	117
15	118
4	119
57	120
131	121
451	122
256	123
745	124
342	125
342	126
385	127
270	128
227	129
187	130
49	131
441	132
22	133
331	134
99	135

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
192	136
3	137
101	138
930	139
801	140
279	141
83	142
26	143
314	144
298	145
1395	146
664	147
637	148
32	149
256	150
38	151
182	152
102	153
118	154
100	155
246	156
562	157
1	158
141	159
827	160
28	161
15	162
124	163
36	164
553	165
205	166
417	167
191	168
417	169
90	170
265	171
78	172
813	173
304	174
205	175
401	176
56	177
27	178
85	179
376	180

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
217	181
399	182
96	183
150	184
389	185
138	186
179	187
620	188
305	189
582	190
82	191
193	192
90	193
165	194
6	195
100	196
427	197
444	198
438	199
138	200
290	201
532	202
100	203
59	204
75	205
5	206
5	207
424	208
50	209
26	210
37	211
141	212
484	213
713	214
696	215
10	216
545	217
173	218
639	219
452	220
189	221
209	222
82	223
206	224
119	225

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
103	226
36	227
255	228
235	229
119	230
203	231
56	232
27	233
17	234
112	235
108	236
296	237
135	238
271	239
216	240
6	241
308	242
108	243
730	244
307	245
238	246
1074	247
127	248
10	249
442	250
929	251
385	252
1227	253
599	254
378	255
120	256
621	257
232	258
102	259

ANEXO 38. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G10”.

CANT_PAQ_G10_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
438	1
491	2
110	3
54	4
382	5
268	6
471	7
133	8
52	9
35	10
207	11
630	12
29	13
82	14
202	15
364	16
106	17
15	18
193	19
173	20
174	21
34	22
154	23
1029	24
361	25
52	26
223	27
40	28
5	29
34	30
64	31
60	32
155	33
25	34
449	35
163	36
361	37
1	38

ANEXO 39. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G10”.

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
914	1
275	2
908	3
54	4
347	5
159	6
197	7
854	8
469	9
42	10
135	11
71	12
803	13
10	14
200	15
988	16
49	17
9	18
349	19
50	20
639	21
961	22
191	23
384	24
420	25
887	26
63	27
101	28
77	29
943	30
56	31
99	32
694	33
181	34
151	35
123	36
130	37
371	38
25	39
491	40
861	41
177	42
229	43
691	44
916	45

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
51	46
64	47
243	48
59	49
157	50
267	51
337	52
107	53
239	54
6	55
19	56
353	57
71	58
17	59
405	60
265	61
1107	62
38	63
421	64
100	65
109	66
244	67
132	68
10	69
68	70
14	71
503	72
380	73
74	74
355	75
554	76
84	77
530	78
322	79
144	80
321	81
134	82
262	83
508	84
211	85
163	86
187	87
216	88
21	89
13	90

CANT_PAQ_G10_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
100	91
639	92
321	93
16	94
677	95
44	96
18	97
14	98
305	99
478	100
747	101
455	102
114	103
1030	104
42	105
68	106
175	107
216	108
160	109
515	110
404	111
414	112
357	113
421	114
1	115
522	116
108	117
1	118
189	119
150	120
149	121
340	122
684	123
5	124
52	125
90	126
390	127
1155	128
294	129
307	130
579	131
226	132
93	133
85	134
108	135

CANT_PAQ_G10_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
15	136
630	137
86	138
790	139
844	140
367	141
241	142
396	143
210	144
350	145
176	146
209	147
179	148
326	149
1007	150
274	151
644	152
113	153
102	154
118	155
100	156
246	157
562	158
1	159
141	160
827	161
28	162
15	163
36	164
553	165
205	166
417	167
191	168
417	169
90	170
265	171
78	172
813	173
304	174
205	175
401	176
56	177
27	178
85	179
376	180

CANT_PAQ_G10_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
217	181
399	182
96	183
150	184
389	185
138	186
179	187
620	188
305	189
582	190
82	191
193	192
90	193
165	194
31	195
747	196
39	197
338	198
500	199
139	200
354	201
83	202
176	203
339	204
380	205
463	206
202	207
165	208
1080	209
976	210
86	211
666	212
234	213
22	214
201	215
99	216
296	217
432	218
23	219
669	220
485	221
634	222
270	223
1582	224
163	225

CANT_PAQ_G10_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
85	226
125	227
670	228
405	229
1	230
942	231
274	232
146	233
591	234
92	235
243	236
376	237
945	238
163	239
1470	240
507	241
748	242
136	243
66	244
664	245
720	246
136	247
25	248
133	249
455	250
79	251
73	252
72	253
106	254
404	255
1102	256
17	257
845	258
9	259
153	260
71	261
396	262
69	263
46	264
309	265
54	266
1716	267
45	268
335	269
581	270

CANT_PAQ_G10_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
544	271
352	272
45	273
184	274
306	275
47	276
37	277
209	278
523	279

ANEXO 40. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G25”.

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
512	1
44	2
363	3
174	4
95	5
152	6
408	7
271	8
155	9
139	10
273	11
1035	12
332	13
363	14
7	15
685	16
19	17
226	18
544	19
93	20
187	21
162	22
65	23
103	24
548	25
58	26
6	27
71	28
289	29
320	30
205	31
739	32
302	33
33	34
646	35
528	36
64	37
9	38
44	39
686	40
358	41
192	42
230	43
593	44
60	45

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
144	46
714	47
515	48
297	49
121	50
29	51
4	52
165	53
385	54
248	55
399	56
255	57
578	58
195	59
148	60
416	61
445	62
122	63
124	64
635	65
107	66
276	67
75	68
26	69
350	70
133	71
264	72
408	73
91	74
1166	75
145	76
252	77
189	78
70	79
494	80
339	81
534	82
227	83
129	84
65	85
954	86
81	87
160	88
3	89
76	90

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
342	91
48	92
140	93
51	94
159	95
268	96
370	97
324	98
637	99
325	100
217	101
4	102
241	103
34	104
87	105
19	106
488	107
561	108
313	109
119	110
118	111
126	112
1003	113
583	114
169	115
81	116
240	117
644	118
449	119
174	120
301	121
761	122
272	123
165	124
1	125
291	126
31	127
528	128
455	129
266	130
60	131
401	132
4	133
431	134
61	135

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
321	136
469	137
195	138
165	139
179	140
807	141
70	142
202	143
149	144
269	145
66	146
105	147
706	148
1624	149
113	150
316	151
330	152
342	153
236	154
243	155
396	156
156	157
183	158
118	159
1173	160
330	161
655	162
9	163
299	164
752	165
152	166
38	167
86	168
623	169
711	170
222	171
129	172
29	173
182	174
1118	175
312	176
272	177
479	178
415	179
555	180

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
24	181
69	182
39	183
555	184
370	185
227	186
43	187
266	188
173	189
68	190
202	191
190	192
1159	193
42	194
156	195
42	196
204	197
130	198
462	199
180	200
129	201
60	202
51	203
245	204
153	205
35	206
379	207
192	208
173	209
72	210
166	211
362	212
47	213
175	214
61	215
19	216
769	217
32	218
1481	219
3	220
753	221
156	222
307	223
291	224
53	225

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
365	226
20	227
374	228
1185	229
1127	230
378	231
19	232
803	233
307	234
114	235
62	236
120	237
382	238
167	239
104	240
384	241
57	242
182	243
315	244
686	245
838	246
180	247
523	248
136	249
850	250
388	251
93	252
231	253
416	254
122	255
1275	256
260	257
213	258
202	259
18	260
67	261
35	262
445	263
718	264
424	265
148	266
69	267
215	268
612	269
332	270

CANT_PAQ_G25_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
468	271
244	272
282	273
166	274
420	275
148	276
209	277
84	278
1216	279
15	280
79	281
101	282
226	283
82	284
159	285
283	286
248	287
45	288
424	289
23	290
28	291
487	292
222	293
179	294
210	295
461	296
764	297
475	298
12	299

ANEXO 41. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G25”.

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
19	1
18	2
334	3
285	4
1252	5
316	6
784	7
54	8
572	9
251	10
194	11
60	12
841	13
137	14
410	15
249	16
215	17
145	18
440	19
72	20
381	21
79	22
150	23
104	24
184	25
120	26
292	27
25	28
418	29
1456	30
119	31
232	32
278	33
623	34
128	35
967	36
528	37
338	38
378	39
350	40
406	41
141	42
142	43
226	44
258	45

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
457	46
106	47
315	48
26	49
157	50
1271	51
33	52
161	53
10	54
388	55
429	56
98	57
233	58
22	59
315	60
802	61
1317	62
415	63
785	64
825	65
134	66
282	67
197	68
299	69
57	70
112	71
72	72
91	73
169	74
133	75
305	76
556	77
24	78
67	79
65	80
41	81
36	82
482	83
486	84
482	85
155	86
301	87
23	88
195	89
121	90

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
324	91
93	92
868	93
26	94
104	95
16	96
158	97
547	98
25	99
9	100
155	101
170	102
109	103
365	104
1423	105
847	106
130	107
52	108
64	109
207	110
82	111
27	112
428	113
962	114
1039	115
339	116
567	117
21	118
275	119
22	120
327	121
222	122
343	123
43	124
558	125
980	126
284	127
718	128
347	129
313	130
99	131
158	132
160	133
1418	134
946	135

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
462	136
379	137
428	138
304	139
451	140
95	141
186	142
3	143
58	144
299	145
311	146
878	147
366	148
390	149
32	150
79	151
174	152
29	153
1039	154
289	155
945	156
419	157
29	158
535	159
26	160
337	161
54	162
181	163
671	164
653	165
13	166
450	167
561	168
157	169
165	170
369	171
99	172
26	173
340	174
321	175
348	176
45	177
231	178
1171	179
367	180

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
276	181
401	182
773	183
602	184
309	185
143	186
452	187
104	188
94	189
156	190
121	191
203	192
130	193
398	194
54	195
1159	196
122	197
99	198
142	199
1876	200
120	201
202	202
96	203
441	204
201	205
200	206
1243	207
307	208
163	209
204	210
143	211
609	212
91	213
523	214
354	215
17	216
91	217
1173	218
27	219
693	220
277	221
591	222
163	223
191	224
241	225

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
413	226
321	227
569	228
26	229
625	230
66	231
139	232
152	233
452	234
993	235
64	236
392	237
1743	238
400	239
84	240
2	241
576	242
221	243
68	244
800	245
39	246
982	247
192	248
21	249
119	250
59	251
56	252
426	253
942	254
435	255
474	256
84	257
65	258
483	259
102	260
519	261
192	262
308	263
489	264
1562	265
30	266
88	267
426	268
10	269
138	270

CANT_PAQ_G25_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
39	271
218	272
74	273
33	274
467	275
178	276
61	277
441	278
303	279
94	280
82	281
801	282
1173	283
129	284
873	285
333	286
359	287
192	288
29	289
232	290
276	291
365	292
208	293
526	294
31	295
91	296
1509	297
105	298
528	299

ANEXO 42. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G25”.

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
500	1
98	2
1368	3
5	4
107	5
126	6
27	7
152	8
179	9
6	10
562	11
30	12
444	13
167	14
1835	15
63	16
178	17
305	18
30	19
173	20
218	21
21	22
359	23
745	24
576	25
225	26
62	27
50	28
266	29
135	30
37	31
119	32
167	33
100	34
221	35
243	36
486	37
5	38
173	39
68	40
455	41
359	42
117	43
10	44
316	45

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
68	46
466	47
185	48
450	49
564	50
301	51
181	52
616	53
366	54
181	55
1314	56
418	57
239	58
162	59
145	60
176	61
479	62
118	63
531	64
117	65
299	66
19	67
469	68
14	69
63	70
25	71
216	72
127	73
179	74
338	75
615	76
172	77
434	78
23	79
220	80
103	81
108	82
56	83
74	84
269	85
346	86
483	87
637	88
922	89
748	90

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
419	91
201	92
108	93
230	94
76	95
662	96
149	97
79	98
203	99
56	100
316	101
255	102
343	103
130	104
52	105
64	106
207	107
82	108
27	109
428	110
962	111
1039	112
339	113
567	114
21	115
275	116
22	117
327	118
222	119
343	120
43	121
558	122
980	123
284	124
718	125
347	126
313	127
99	128
158	129
160	130
1187	131
517	132
101	133
317	134
204	135

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
233	136
203	137
23	138
373	139
649	140
292	141
356	142
13	143
387	144
46	145
375	146
7	147
36	148
28	149
110	150
343	151
871	152
262	153
473	154
369	155
176	156
90	157
134	158
88	159
23	160
202	161
144	162
282	163
410	164
761	165
571	166
402	167
215	168
254	169
34	170
785	171
705	172
38	173
316	174
474	175
265	176
444	177
41	178
316	179
245	180

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
666	181
52	182
352	183
1038	184
892	185
270	186
710	187
116	188
71	189
1148	190
366	191
383	192
96	193
68	194
550	195
2495	196
412	197
400	198
751	199
379	200
320	201
868	202
482	203
4	204
136	205
1070	206
701	207
970	208
598	209
529	210
1021	211
691	212
255	213
132	214
1197	215
188	216
549	217
26	218
321	219
569	220
26	221
625	222
66	223
139	224
152	225

CANT_PAQ_G25_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
452	226
993	227
64	228
392	229
1743	230
400	231
84	232
2	233
576	234
221	235
68	236
800	237
39	238
982	239
192	240
21	241
119	242
59	243
56	244
426	245
256	246
11	247
379	248
492	249
61	250
913	251
332	252
1294	253
56	254
120	255
225	256
14	257
881	258
533	259
310	260
609	261
101	262
104	263
1251	264
9	265
232	266
592	267
104	268
675	269
96	270

CANT_PAQ_G25_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
458	271
76	272
34	273
72	274
400	275
29	276
590	277
552	278
937	279
638	280
204	281
143	282
407	283
10	284
334	285
279	286
30	287
73	288
107	289
233	290
127	291
100	292
414	293
1314	294
65	295
235	296
193	297
243	298
24	299

ANEXO 43. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G100”.

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
7	136
61	137
108	138
78	139
498	140
298	141
11	142
290	143
485	144
26	145
153	146
196	147
8	148
16	149
411	150
64	151
92	152
324	153
86	154
1	155
82	156
97	157
108	158
73	159
55	160
27	161
204	162
41	163
317	164
182	165
2	166
7	167
195	168
52	169
49	170
172	171
190	172
119	173
473	174
139	175
63	176
374	177
92	178
42	179
279	180

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
24	181
134	182
75	183
66	184
184	185
22	186
13	187
45	188
648	189
36	190
32	191
106	192
81	193
106	194
9	195
5	196
25	197
78	198
74	199
135	200
43	201
28	202
55	203
59	204
58	205
62	206
438	207
167	208
114	209
38	210
6	211
105	212
61	213
69	214
66	215
51	216
250	217
294	218
1	219
339	220
129	221
122	222
326	223
79	224
68	225

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
188	226
241	227
38	228
43	229
104	230
192	231
5	232
9	233
104	234
1	235
14	236
44	237
391	238
200	239
6	240
258	241
75	242
27	243
17	244
1	245
147	246
133	247
149	248
355	249
129	250
175	251
96	252
26	253
14	254
127	255
327	256
273	257
105	258
43	259
94	260
101	261
18	262
73	263
37	264
35	265
138	266
155	267
202	268
65	269
67	270

CANT_PAQ_G100 _SIMUL_ESC1	# PEDIDO
11	271
435	272
39	273
75	274
165	275
36	276
374	277
128	278
73	279
30	280
127	281
86	282
131	283
24	284
297	285
279	286
137	287
267	288
63	289
6	290
237	291
6	292
365	293
289	294
229	295
114	296
412	297
77	298
32	299

ANEXO 44. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G100”.

CANT_PAQ_G100_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
5	1
185	2
10	3
50	4
141	5
43	6
40	7
310	8
33	9
197	10
4	11
191	12
54	13
82	14
147	15
125	16
64	17
30	18
52	19
7	20
187	21
75	22
204	23
87	24
21	25
392	26
115	27
65	28
32	29
22	30
149	31
116	32
107	33
65	34
142	35
465	36
106	37
153	38
40	39
136	40
80	41
46	42
14	43
47	44
10	45

CANT_PAQ_G100_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
364	46
19	47
227	48
1	49
115	50
64	51
137	52
192	53
101	54
29	55
148	56
113	57
105	58
167	59
109	60
356	61
155	62
118	63
159	64
172	65
7	66
373	67
458	68
22	69
192	70
60	71
233	72
193	73
24	74
194	75
132	76
261	77
527	78
75	79
241	80
231	81
141	82
113	83
173	84
22	85
76	86
78	87
7	88
151	89
98	90

CANT_PAQ_G100_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
134	91
20	92
30	93
80	94
6	95
122	96
70	97
40	98
170	99
212	100
88	101
264	102
126	103
321	104
59	105
235	106
605	107
74	108
11	109
13	110
172	111
59	112
123	113
12	114
49	115
65	116
38	117
104	118
45	119
54	120
348	121
111	122
84	123
197	124
2	125
209	126
66	127
98	128
9	129
162	130
277	131
85	132
1	133
87	134
270	135

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
148	136
159	137
15	138
93	139
37	140
483	141
283	142
452	143
61	144
51	145
19	146
122	147
293	148
74	149
70	150
413	151
453	152
586	153
227	154
173	155
67	156
19	157
74	158
15	159
105	160
14	161
145	162
81	163
339	164
112	165
46	166
97	167
232	168
147	169
41	170
346	171
160	172
308	173
245	174
63	175
27	176
61	177
157	178
79	179
28	180

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
21	181
578	182
20	183
65	184
120	185
15	186
140	187
85	188
417	189
128	190
315	191
91	192
224	193
150	194
46	195
19	196
126	197
217	198
15	199
210	200
9	201
27	202
351	203
258	204
85	205
195	206
209	207
42	208
57	209
129	210
3	211
264	212
57	213
165	214
162	215
26	216
211	217
434	218
98	219
64	220
1	221
217	222
18	223
39	224
109	225

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
70	226
33	227
105	228
374	229
133	230
178	231
241	232
91	233
128	234
192	235
30	236
17	237
13	238
258	239
87	240
456	241
66	242
40	243
171	244
1	245
61	246
43	247
10	248
21	249
61	250
182	251
138	252
86	253
42	254
52	255
162	256
66	257
123	258
28	259
286	260
41	261
26	262
70	263
617	264
294	265
51	266
215	267
18	268
40	269
355	270

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
165	271
17	272
63	273
41	274
7	275
330	276
27	277
15	278
23	279
53	280
323	281
219	282
89	283
145	284
69	285
92	286
146	287
85	288
22	289
33	290
36	291
97	292
245	293
20	294
197	295
11	296
35	297
15	298
50	299

ANEXO 45. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G100”.

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
39	1
49	2
32	3
67	4
213	5
88	6
16	7
7	8
188	9
78	10
112	11
27	12
401	13
61	14
6	15
38	16
279	17
102	18
6	19
193	20
11	21
151	22
274	23
93	24
29	25
189	26
138	27
13	28
33	29
231	30
104	31
2	32
173	33
51	34
4	35
4	36
125	37
33	38
131	39
79	40
128	41
255	42
306	43
100	44
21	45

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
30	46
31	47
10	48
0	49
12	50
423	51
74	52
437	53
121	54
130	55
47	56
303	57
251	58
265	59
280	60
383	61
312	62
25	63
92	64
114	65
29	66
109	67
164	68
13	69
77	70
103	71
8	72
27	73
250	74
174	75
136	76
27	77
29	78
161	79
84	80
83	81
46	82
336	83
270	84
33	85
1	86
165	87
92	88
828	89
177	90

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
124	91
25	92
389	93
17	94
67	95
803	96
54	97
49	98
81	99
173	100
35	101
46	102
50	103
17	104
101	105
108	106
130	107
39	108
65	109
13	110
30	111
38	112
184	113
156	114
309	115
104	116
84	117
359	118
529	119
57	120
128	121
131	122
252	123
2	124
182	125
379	126
328	127
3	128
114	129
383	130
52	131
7	132
51	133
125	134
171	135

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
90	136
64	137
1	138
398	139
52	140
9	141
420	142
85	143
3	144
48	145
245	146
434	147
19	148
77	149
72	150
121	151
32	152
493	153
29	154
38	155
6	156
607	157
317	158
55	159
434	160
284	161
33	162
76	163
158	164
66	165
68	166
149	167
185	168
115	169
9	170
348	171
67	172
79	173
8	174
75	175
410	176
234	177
43	178
55	179
434	180

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
150	181
56	182
246	183
137	184
104	185
37	186
317	187
183	188
61	189
29	190
53	191
108	192
75	193
4	194
449	195
179	196
159	197
329	198
286	199
8	200
624	201
70	202
107	203
224	204
8	205
219	206
295	207
9	208
42	209
54	210
27	211
50	212
139	213
188	214
328	215
34	216
259	217
66	218
101	219
56	220
111	221
18	222
37	223
330	224
226	225

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
126	226
117	227
93	228
11	229
145	230
125	231
30	232
86	233
31	234
156	235
6	236
104	237
11	238
36	239
111	240
35	241
100	242
15	243
18	244
66	245
174	246
201	247
17	248
1	249
7	250
68	251
18	252
12	253
473	254
12	255
150	256
6	257
682	258
97	259
165	260
178	261
208	262
256	263
170	264
69	265
277	266
290	267
134	268
72	269
58	270

CANT_PAQ_G100_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
85	271
18	272
236	273
114	274
164	275
37	276
172	277
22	278
246	279
341	280
24	281
276	282
74	283
200	284
45	285
32	286
256	287
46	288
51	289
92	290
58	291
31	292
223	293
12	294
241	295
129	296
60	297
80	298
37	299

ANEXO 46. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “G40”.

CANT_PAQ_G40_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
15	1
26	2
16	3
5	4
5	5
4	6
18	7
13	8
12	9
100	10
5	11
24	12
20	13
26	14
22	15
82	16
24	17
13	18
3	19
33	20
49	21
6	22
8	23
94	24
32	25
3	26
33	27
34	28
129	29
1	30
12	31
113	32
4	33
44	34
10	35
0	36
62	37
68	38
68	39
40	40
22	41
107	42
11	43
22	44
38	45

CANT_PAQ_G40_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
33	46
29	47
1	48
43	49
11	50
8	51
72	52
35	53
19	54
28	55
21	56
19	57
6	58
39	59
19	60
19	61
35	62
32	63
13	64
106	65
31	66
17	67
54	68
7	69
55	70
45	71
79	72
55	73
23	74
32	75
32	76
66	77
41	78
47	79
35	80
5	81
5	82
13	83
15	84
91	85
100	86
9	87
100	88
8	89
29	90

CANT_PAQ_G40_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
26	91
17	92
13	93
54	94
31	95
23	96
33	97
20	98
83	99
29	100
10	101
87	102
7	103
0	104
40	105
6	106
14	107
3	108
79	109
52	110
51	111
34	112
2	113
3	114
44	115
0	116
11	117
8	118
3	119
35	120
27	121
42	122
13	123
92	124
15	125
45	126
9	127
31	128
4	129
36	130
83	131
2	132
60	133
70	134
6	135

CANT_PAQ_G40_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
7	136
24	137
5	138
9	139
8	140
13	141
42	142
20	143
15	144
32	145
13	146
28	147
99	148
30	149
16	150
16	151
15	152

ANEXO 47. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “G40”.

CANT_PAQ_G40_ SIMUL_ESC2	# PEDIDO
24	1
138	2
3	3
5	4
18	5
46	6
5	7
24	8
64	9
1	10
43	11
36	12
3	13
10	14
13	15
49	16
14	17
32	18
116	19

ANEXO 48. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “G40”.

CANT_PAQ_G40_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
3	1
33	2
10	3
66	4
45	5
22	6
2	7
98	8
6	9
3	10
50	11
44	12
11	13
9	14
21	15
26	16
18	17
125	18
35	19
5	20
28	21
22	22
43	23
5	24
11	25
27	26
10	27
54	28
7	29
2	30
26	31
4	32
65	33
27	34
24	35
19	36
0	37
23	38
27	39
20	40
17	41
2	42
32	43
47	44

CANT_PAQ_G40_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
4	45
13	46
53	47
19	48
147	49
93	50
52	51
8	52
4	53
33	54
38	55
48	56
90	57
9	58
4	59
106	60
30	61
15	62
2	63
72	64
109	65
51	66
26	67
1	68
14	69
1	70
47	71
8	72
62	73
16	74
57	75
28	76
65	77
19	78
18	79
70	80
21	81
27	82
48	83
16	84
48	85
24	86
55	87
1	88

CANT_PAQ_G40_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
60	89
25	90
5	91
23	92
4	93
20	94
144	95
59	96
23	97
9	98
28	99
24	100
15	101
54	102
96	103
10	104
8	105
17	106
44	107
3	108
13	109
2	110
41	111
123	112
33	113
66	114
49	115
38	116
102	117
10	118
13	119
6	120
50	121
7	122
7	123
43	124
13	125
23	126
63	127
3	128
31	129
4	130
4	131
2	132

CANT_PAQ_G40_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
23	133
35	134
18	135
45	136
7	137
3	138
6	139
25	140
21	141
16	142
165	143
163	144
71	145
56	146
31	147

ANEXO 49. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fo10”.

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
96	1
248	2
1829	3
282	4
132	5
23	6
649	7
19	8
360	9
16	10
258	11
324	12
831	13
463	14
998	15
299	16
299	17
120	18
294	19
810	20
596	21
19	22
823	23
1157	24
33	25
402	26
256	27
501	28
325	29
1147	30
96	31
1214	32
85	33
698	34
226	35
511	36
438	37
1815	38
311	39
521	40
37	41
445	42
516	43
251	44
329	45

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
65	46
408	47
981	48
230	49
421	50
1121	51
81	52
137	53
191	54
45	55
286	56
213	57
307	58
170	59
350	60
566	61
116	62
106	63
387	64
108	65
1588	66
2	67
612	68
712	69
374	70
79	71
183	72
901	73
216	74
105	75
275	76
2310	77
68	78
144	79
112	80
484	81
65	82
249	83
348	84
258	85
592	86
316	87
101	88
937	89
156	90

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
264	91
941	92
203	93
171	94
176	95
594	96
363	97
831	98
442	99
92	100
1534	101
55	102
420	103
450	104
40	105
429	106
139	107
273	108
13	109
37	110
472	111
248	112
45	113
158	114
627	115
65	116
1117	117
26	118
530	119
116	120
134	121
92	122
23	123
166	124
154	125
619	126
144	127
939	128
622	129
831	130
600	131
345	132
240	133
805	134
273	135

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
640	136
637	137
146	138
516	139
557	140
156	141
7	142
912	143
67	144
503	145
602	146
322	147
37	148
89	149
285	150
91	151
696	152
741	153
119	154
609	155
964	156
525	157
231	158
92	159
255	160
45	161
1024	162
482	163
20	164
123	165
619	166
252	167
292	168
145	169
603	170
1513	171
447	172
969	173
56	174
801	175
486	176
208	177
487	178
373	179
436	180

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
392	181
845	182
992	183
62	184
52	185
137	186
1100	187
388	188
532	189
343	190
256	191
391	192
81	193
1631	194
809	195
239	196
15	197
129	198
481	199
102	200
435	201
357	202
348	203
279	204
110	205
602	206
827	207
187	208
92	209
626	210
402	211
64	212
37	213
32	214
508	215
232	216
186	217
184	218
588	219
92	220
390	221
179	222
5	223
466	224
253	225

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
82	226
317	227
10	228
42	229
1303	230
167	231
235	232
221	233
819	234
89	235
368	236
501	237
434	238
244	239
79	240
986	241
111	242
46	243
271	244
274	245
745	246
370	247
181	248
39	249
1502	250
5	251
530	252
32	253
63	254
115	255
233	256
200	257
496	258
78	259
263	260
18	261
1279	262
335	263
145	264
16	265
741	266
325	267
86	268
429	269
311	270

CANT_PAQ_Fo10_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
389	271
892	272
273	273
385	274
84	275
298	276
11	277
115	278
126	279
1880	280
267	281
320	282
495	283
159	284
940	285
1098	286
461	287
926	288
564	289
697	290
173	291
517	292
358	293
658	294
103	295
64	296
477	297
487	298
159	299

ANEXO 50. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fo10”.

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
822	1
25	2
951	3
1304	4
74	5
25	6
3389	7
2006	8
649	9
57	10
510	11
250	12
258	13
10	14
217	15
86	16
158	17
294	18
810	19
938	20
145	21
104	22
598	23
33	24
551	25
461	26
633	27
325	28
697	29
450	30
96	31
110	32
16	33
87	34
1081	35
517	36
511	37
438	38
295	39
192	40
1064	41
835	42
152	43
516	44
257	45

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
759	46
718	47
69	48
65	49
408	50
1037	51
820	52
663	53
272	54
18	55
1751	56
306	57
278	58
170	59
75	60
477	61
126	62
220	63
73	64
502	65
122	66
1669	67
374	68

ANEXO 51. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fo10”.

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
96	1
586	2
526	3
107	4
114	5
1717	6
287	7
265	8
649	9
57	10
16	11
6	12
775	13
1319	14
1248	15
549	16
1093	17
189	18
93	19
16	20
251	21
369	22
134	23
301	24
256	25
501	26
325	27
697	28
450	29
96	30
110	31
381	32
632	33
102	34
295	35
192	36
1064	37
440	38
168	39
731	40
749	41
851	42
105	43
137	44
981	45

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
230	46
421	47
1121	48
820	49
663	50
272	51
319	52
962	53
1	54
286	55
18	56
1751	57
14	58
182	59
235	60
72	61
255	62
116	63
106	64
905	65
165	66
798	67
369	68
414	69
177	70
12	71
110	72
58	73
627	74
69	75
671	76
2310	77
68	78
144	79
23	80
626	81
161	82
273	83
111	84
42	85
458	86
592	87
316	88
340	89
609	90

CANT_PAQ_Fo10_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
189	91
734	92
454	93
173	94
219	95
186	96
113	97
171	98
176	99
594	100
363	101
831	102
801	103
97	104
802	105
1	106
366	107
172	108
992	109
151	110
77	111
269	112
40	113
429	114
125	115
1011	116
146	117
393	118
888	119
740	120
82	121
35	122
4	123
516	124
527	125
167	126
23	127
54	128
524	129
1237	130
51	131
1550	132
556	133
22	134
240	135

CANT_PAQ_Fo10_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
805	136
35	137
591	138
573	139
339	140
78	141
172	142
276	143
1149	144
156	145
7	146
8	147
50	148
14	149
8	150
655	151
228	152
4	153
28	154
191	155
2071	156
89	157
552	158
244	159

ANEXO 52. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fo6”.

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
234	1
405	2
138	3
185	4
440	5
253	6
100	7
801	8
1652	9
285	10
942	11
857	12
774	13
720	14
76	15
18	16
160	17
733	18
1192	19
494	20
28	21
190	22
746	23
114	24
848	25
467	26
874	27
2190	28
419	29
41	30
216	31
910	32
983	33
861	34
141	35
137	36
1237	37
181	38
354	39
1047	40
129	41
1188	42
28	43
526	44
424	45

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
44	46
110	47
1275	48
190	49
147	50
716	51
1861	52
34	53
41	54
365	55
560	56
3	57
296	58
143	59
5	60
1196	61
575	62
230	63
304	64
370	65
118	66
313	67
230	68
1516	69
1129	70
1675	71
134	72
831	73
1301	74
1076	75
192	76
164	77
1525	78
482	79
1345	80
36	81
1050	82
451	83
407	84
1130	85
272	86
1581	87
1593	88
36	89
1159	90

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
4	91
27	92
473	93
274	94
2	95
707	96
14	97
276	98
207	99
456	100
85	101
74	102
115	103
2199	104
322	105
33	106
131	107
108	108
76	109
642	110
89	111
202	112
7	113
33	114
1204	115
1	116
762	117
93	118
93	119
203	120
355	121
18	122
204	123
387	124
442	125
22	126
229	127
363	128
229	129
865	130
827	131
374	132
699	133
365	134
904	135

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
458	136
641	137
295	138
388	139
219	140
131	141
227	142
261	143
232	144
607	145
445	146
405	147
910	148
175	149
186	150
138	151
185	152
750	153
12	154
50	155
308	156
745	157
91	158
483	159
300	160
174	161
2170	162
605	163
1103	164
448	165
283	166
37	167
282	168
2214	169
463	170
3437	171
68	172
760	173
475	174
246	175
538	176
429	177
344	178
552	179
581	180

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
603	181
17	182
249	183
292	184
905	185
448	186
259	187
211	188
1063	189
104	190
12	191
155	192
371	193
785	194
356	195
588	196
1409	197
290	198
302	199
221	200
153	201
239	202
797	203
356	204
1346	205
607	206
198	207
1436	208
583	209
183	210
474	211
1555	212
490	213
1000	214
357	215
791	216
2102	217
388	218
418	219
90	220
159	221
461	222
1811	223
178	224

ANEXO 53. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fo6”.

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
1883	1
220	2
862	3
228	4
114	5
141	6
801	7
497	8
77	9
1099	10
245	11
153	12
314	13
942	14
623	15
146	16
2234	17
923	18
153	19
46	20
28	21
827	22
161	23
160	24
256	25

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
231	26
191	27
910	28
1567	29
403	30
310	31
254	32
442	33
252	34
141	35
137	36
10	37
2137	38
364	39
28	40
65	41
88	42
92	43
765	44
150	45
557	46
478	47
465	48

ANEXO 54. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fo6”.

CANT_PAQ_Fo6_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
313	1
186	2
204	3
1130	4
620	5
506	6
114	7
341	8
269	9
250	10
75	11
475	12
158	13
366	14
593	15
976	16
330	17
1209	18
779	19
180	20
1216	21
437	22
216	23
1607	24
264	25
8	26
60	27
530	28
455	29
285	30
1158	31
70	32
897	33
1675	34
980	35
509	36
38	37
63	38
767	39
78	40
91	41
192	42
296	43
688	44
566	45

CANT_PAQ_Fo6_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
72	46
1193	47
155	48
85	49
83	50
335	51
61	52
254	53
373	54
113	55
298	56
641	57
155	58
32	59
203	60
159	61
43	62
259	63
557	64
1048	65
99	66
404	67
222	68
124	69
307	70
30	71
188	72
999	73
433	74
183	75
524	76
36	77
408	78
65	79
52	80
446	81
106	82
217	83
540	84
67	85
679	86
451	87
74	88
658	89
48	90

CANT_PAQ_Fo6_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
79	91
209	92
359	93
402	94
238	95
52	96
283	97
263	98
249	99
3	100
883	101
133	102
968	103
820	104
266	105
275	106
39	107
624	108
39	109
143	110
153	111
157	112
525	113
723	114
498	115
296	116
917	117
1163	118
798	119
274	120
434	121
361	122
121	123
501	124
21	125
409	126
1446	127
280	128
239	129
156	130
1302	131
34	132
262	133
209	134
833	135

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
698	136
186	137
136	138
1353	139
44	140
176	141
1377	142
423	143
595	144
579	145
376	146
339	147
819	148
207	149
197	150
173	151
785	152
371	153
157	154
268	155
230	156
820	157
64	158
857	159
14	160
637	161
570	162
194	163
778	164
457	165
698	166
1319	167
551	168
86	169
550	170
821	171
651	172
348	173
51	174
516	175
476	176
311	177
206	178
263	179
335	180

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
772	181
171	182
427	183
33	184
393	185
79	186
469	187
115	188
1521	189
1045	190
485	191
271	192
830	193
54	194
298	195
1070	196
630	197
252	198
1722	199
1333	200
697	201
377	202
448	203
87	204
1	205
76	206
509	207
200	208
926	209
57	210
107	211
714	212
701	213
587	214
2928	215
109	216
373	217
323	218
234	219
361	220
157	221
680	222
80	223
1239	224
171	225

CANT_PAQ_Fo6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
498	226
701	227
416	228

ANEXO 55. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Si12”.

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
70	1
23	2
54	3
55	4
21	5
64	6
17	7
33	8
48	9
9	10
23	11
84	12
113	13
21	14
0	15
35	16
0	17
114	18
134	19
29	20
203	21
89	22
19	23
3	24
223	25
154	26
187	27
0	28
25	29
8	30
76	31
4	32
87	33
39	34
8	35
43	36
48	37
181	38
101	39
19	40
125	41
71	42
23	43
22	44
55	45

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
101	46
15	47
15	48
109	49
136	50
84	51
73	52
27	53
2	54
106	55
34	56
89	57
34	58
154	59
21	60
2	61
91	62
11	63
19	64
10	65
78	66
232	67
63	68
145	69
98	70
22	71
15	72
125	73
169	74
195	75
18	76
48	77
73	78
55	79
4	80
64	81
171	82
56	83
12	84
82	85
26	86
198	87
16	88
3	89
73	90

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
46	91
185	92
11	93
45	94
104	95
167	96
2	97
3	98
9	99
51	100
36	101
16	102
51	103
8	104
25	105
39	106
99	107
6	108
120	109
154	110
85	111
85	112
36	113
164	114
9	115
88	116
75	117
2	118
24	119
52	120
35	121
79	122
84	123
19	124
11	125
81	126
52	127
96	128
71	129
220	130
199	131
87	132
62	133
214	134
25	135

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
37	136
14	137
63	138
126	139
33	140
122	141
95	142
146	143
103	144
147	145
28	146
19	147
13	148
2	149
105	150
290	151
85	152
87	153
131	154
19	155
20	156
11	157
69	158
171	159
73	160
141	161
162	162
86	163
75	164
31	165
118	166
112	167
27	168
27	169
16	170
4	171
5	172
10	173
16	174
89	175
47	176
45	177
5	178
67	179
23	180

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
7	181
27	182
23	183
58	184
117	185
106	186
59	187
6	188
124	189
95	190
51	191
113	192
2	193
12	194
9	195
7	196
69	197
28	198
133	199
1	200
87	201
101	202
13	203
397	204
51	205
165	206
87	207
3	208
137	209
81	210
51	211
130	212
220	213
3	214
119	215
51	216
184	217
69	218
48	219
99	220
49	221
127	222
12	223
9	224
123	225

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
16	226
31	227
44	228
19	229
77	230
37	231
80	232
151	233
119	234
18	235
34	236
132	237
79	238
38	239
24	240
152	241
43	242
26	243
107	244
70	245
5	246
16	247
22	248
117	249
228	250
57	251
6	252
30	253
8	254
7	255
92	256
70	257
118	258
3	259
28	260
6	261
161	262
13	263
11	264
63	265
2	266
54	267
141	268
68	269
128	270

CANT_PAQ_Si12_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
295	271
62	272
96	273
31	274
22	275
83	276
67	277
136	278
24	279
33	280
159	281
15	282
32	283
46	284
88	285
55	286
28	287
70	288
46	289
82	290
11	291
6	292
257	293
27	294
21	295
58	296
6	297
136	298
320	299

ANEXO 56. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Si12”.

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
35	1
32	2
22	3
40	4
57	5
41	6
21	7
53	8
46	9
76	10
41	11
85	12
39	13
171	14
87	15
131	16
175	17
31	18
146	19
14	20
28	21
25	22
95	23
138	24
113	25
16	26
107	27
15	28
10	29
16	30
85	31
41	32
12	33
232	34
147	35
1	36
8	37
15	38
14	39
30	40
207	41
63	42
10	43
81	44
76	45

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
67	46
4	47
53	48
173	49
32	50
95	51
137	52
11	53
6	54
46	55
24	56
91	57
34	58
77	59
54	60
43	61
89	62
98	63
170	64
32	65
13	66
55	67
7	68
17	69
16	70
125	71
14	72
99	73
15	74
263	75
138	76
26	77
212	78
24	79
47	80
37	81
89	82
26	83
107	84
145	85
29	86
181	87
19	88
15	89
31	90

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
10	91
327	92
6	93
5	94
35	95
58	96
79	97
58	98
11	99
25	100
53	101
22	102
11	103
87	104
8	105
44	106
42	107
50	108
52	109
80	110
10	111
124	112
120	113
238	114
16	115
111	116
38	117
14	118
75	119
183	120
125	121
157	122
90	123
66	124
48	125
12	126
10	127
163	128
50	129
10	130
11	131
227	132
25	133
136	134
136	135

CANT_PAQ_Si12_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
34	136
6	137
3	138
181	139
17	140
294	141
123	142
60	143
14	144
48	145
69	146
65	147
56	148
128	149
65	150
43	151
33	152
33	153
38	154
3	155
3	156
204	157
50	158
234	159
11	160
73	161
69	162
6	163
51	164
7	165
205	166
5	167
31	168
30	169
16	170
7	171

ANEXO 57. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Si12”.

CANT_PAQ_Si12_ SIMUL_ESC3	# PEDIDO
35	1
32	2
22	3
40	4
57	5
41	6
21	7
53	8
46	9
76	10
41	11
85	12
39	13
171	14
87	15
131	16
175	17
31	18
146	19
14	20
28	21
25	22
95	23
138	24
113	25
16	26
107	27
15	28
10	29
16	30
85	31
41	32
12	33
232	34
147	35
1	36
8	37
15	38
14	39
30	40
207	41

ANEXO 58. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Si6”.

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
58	1
80	2
5	3
14	4
97	5
50	6
65	7
58	8
95	9
3	10
286	11
6	12
251	13
7	14
25	15
77	16
3	17
56	18
69	19
12	20
48	21
2	22
47	23
160	24
77	25
4	26
11	27
86	28
18	29
5	30
44	31
36	32
28	33
63	34
98	35
85	36
23	37
24	38
9	39
6	40
6	41
1	42
12	43
28	44
5	45

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
59	46
56	47
16	48
52	49
44	50
3	51
36	52
54	53
8	54
46	55
100	56
54	57
60	58
45	59
187	60
15	61
125	62
57	63
71	64
29	65
39	66
101	67
7	68
40	69
9	70
3	71
50	72
57	73
38	74
37	75
85	76
66	77
7	78
134	79
297	80
45	81
134	82
5	83
8	84
7	85
8	86
49	87
6	88
69	89
12	90

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
54	91
166	92
3	93
4	94
2	95
26	96
27	97
20	98
125	99
15	100
139	101
30	102
29	103
37	104
86	105
133	106
93	107
33	108
22	109
24	110
148	111
76	112
42	113
74	114
87	115
47	116
128	117
48	118
8	119
51	120
61	121
44	122
49	123
22	124
13	125
29	126
122	127
5	128
31	129
117	130
146	131
29	132
60	133
17	134
16	135

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
20	136
8	137
25	138
24	139
34	140
3	141
6	142
78	143
12	144
22	145
32	146
1	147
108	148
70	149
115	150
6	151
90	152
17	153
3	154
60	155
43	156
7	157
116	158
92	159
12	160
21	161
3	162
5	163
25	164
19	165
4	166
289	167
62	168
57	169
9	170
100	171
67	172
21	173
27	174
70	175
45	176
44	177
12	178
31	179
68	180

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
104	181
144	182
8	183
14	184
156	185
27	186
67	187
38	188
77	189
227	190
71	191
38	192
72	193
68	194
72	195
22	196
49	197
17	198
39	199
8	200
1	201
30	202
2	203
65	204
123	205
11	206
9	207
44	208
90	209
160	210
12	211
56	212
38	213
73	214
20	215
20	216
100	217
104	218
6	219
63	220
94	221
62	222
62	223
117	224
33	225

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
79	226
160	227
16	228
296	229
26	230
92	231
24	232
20	233
72	234
55	235
25	236
32	237
38	238
4	239
32	240
29	241
78	242
13	243
25	244
45	245
53	246

ANEXO 59. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Si6”.

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
21	1
33	2
50	3
53	4
25	5
66	6
3	7
130	8
17	9
27	10
1	11
16	12
123	13
7	14
9	15
31	16
18	17
21	18
76	19
30	20
55	21
1	22
9	23
47	24
26	25
57	26
10	27
44	28
66	29
32	30
10	31
55	32
84	33
25	34

ANEXO 60. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Si6”.

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
46	1
126	2
8	3
43	4
35	5
76	6
39	7
15	8
86	9
61	10
176	11
26	12
37	13
1	14
26	15
82	16
47	17
27	18
78	19
23	20
108	21
13	22
108	23
58	24
119	25
51	26
83	27
124	28
1	29
156	30
239	31
12	32
11	33
21	34
30	35
126	36
8	37
14	38
32	39
36	40
59	41
38	42
5	43
66	44
147	45

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
52	46
11	47
47	48
69	49
63	50
209	51
17	52
15	53
182	54
19	55
111	56
10	57
35	58
60	59
82	60
234	61
35	62
5	63
54	64
61	65
15	66
67	67
1	68
18	69
33	70
18	71
14	72
41	73
56	74
15	75
55	76
26	77
9	78
43	79
39	80
124	81
25	82
8	83
182	84
66	85
76	86
116	87
61	88
353	89
3	90

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
22	91
36	92
81	93
68	94
12	95
17	96
19	97
197	98
2	99
15	100
34	101
57	102
8	103
24	104
48	105
101	106
173	107
2	108
46	109
15	110
63	111
22	112
20	113
2	114
102	115
20	116
159	117
69	118
2	119
86	120
3	121
49	122
16	123
27	124
13	125
34	126
4	127
61	128
50	129
28	130
15	131
29	132
21	133
11	134
95	135

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
44	136
8	137
21	138
8	139
85	140
77	141
38	142
6	143
110	144
79	145
15	146
17	147
112	148
5	149
76	150
38	151
59	152
30	153
48	154
37	155
87	156
80	157
69	158
4	159
151	160
22	161
63	162
48	163
33	164
5	165
22	166
27	167
73	168
39	169
88	170
95	171
11	172
31	173
11	174
56	175
56	176
88	177
4	178
103	179
45	180

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
11	181
1	182
2	183
18	184
22	185
26	186
24	187
41	188
19	189
31	190
45	191
27	192
14	193
2	194
14	195
17	196
4	197
58	198
116	199
29	200
200	201
41	202
47	203
42	204
104	205
76	206
9	207
13	208
28	209
10	210
145	211
18	212
2	213
28	214
5	215
68	216
8	217
84	218
44	219
37	220
50	221
78	222
21	223
34	224
1	225

CANT_PAQ_Si6_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
26	226
32	227
16	228
88	229
35	230
32	231
135	232
35	233
7	234
85	235
138	236
48	237
33	238
14	239
195	240
85	241
4	242
8	243

ANEXO 61. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fi12”.

CANT_PAQ_Fi12_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
186	1
80	2
138	3
26	4
310	5
13	6
71	7
69	8
165	9
7	10
127	11
300	12
27	13
16	14
190	15
125	16
56	17
61	18
15	19
255	20
70	21
26	22
27	23
145	24
42	25
11	26
62	27
137	28
20	29
99	30
38	31
50	32
208	33
22	34
36	35
24	36
180	37
82	38

ANEXO 62. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fi12”.

CANT_PAQ_Fi12_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
36	1
282	2
69	3
228	4
165	5
7	6
127	7
65	8
188	9
84	10
40	11
147	12
57	13
54	14
40	15
125	16
56	17
301	18
26	19
27	20
72	21
145	22
42	23
2	24
73	25
70	26
2	27

CANT_PAQ_Fi12_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
208	28
63	29
61	30
19	31
41	32
7	33
105	34
45	35
1	36
33	37
13	38
25	39
5	40
24	41
180	42
2	43
15	44
66	45
98	46
35	47
21	48
59	49
53	50
61	51
24	52
33	53
77	54
309	55

ANEXO 63. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fi12”.

CANT_PAQ_Fi12 _SIMUL_ESC3	# PEDIDO
39	1
28	2
55	3
67	4
35	5
42	6
65	7
188	8
79	9
221	10
207	11
49	12
190	13
125	14
56	15
92	16
13	17
20	18
29	19
20	20
147	21
3	22
46	23
21	24
19	25
80	26
58	27
61	28
42	29
2	30
373	31
81	32
20	33
130	34
167	35
34	36
47	37
170	38

ANEXO 64. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 1 producto “Fi50”.

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
70	1
8	2
41	3
1	4
17	5
3	6
56	7
11	8
21	9
65	10
4	11
6	12
25	13
31	14
96	15
7	16
4	17
72	18
1	19
265	20
3	21
2	22
40	23
62	24
30	25
44	26
20	27
43	28
13	29
45	30
31	31
66	32
1	33
28	34
26	35
3	36
14	37
9	38
24	39
3	40
20	41
5	42
9	43
58	44
21	45

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
23	46
5	47
11	48
2	49
101	50
2	51
49	52
10	53
8	54
77	55
61	56
53	57
57	58
103	59
69	60
80	61
24	62
49	63
4	64
43	65
7	66
25	67
48	68
38	69
1	70
36	71
2	72
224	73
98	74
10	75
107	76
44	77
29	78
68	79
47	80
111	81
2	82
61	83
4	84
11	85
61	86
44	87
1	88
17	89
5	90

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC1	# PEDIDO
17	91
124	92
31	93
74	94
16	95
13	96
9	97
7	98
9	99
16	100
3	101
90	102
48	103
55	104
19	105
52	106
10	107
27	108
1	109
9	110
31	111
51	112
10	113
58	114
27	115
87	116
1	117
32	118
49	119
30	120
17	121
9	122
7	123
20	124
48	125
61	126
9	127
1	128
6	129
2	130
18	131
11	132
13	133
21	134
9	135

CANT_PAQ_Fi50_ SIMUL_ESC1	# PEDIDO
15	136
29	137
40	138
221	139
89	140
3	141
27	142
43	143
9	144
36	145
41	146
83	147
83	148
7	149
19	150
34	151
4	152
14	153
22	154
33	155
17	156
72	157
103	158
81	159
17	160
27	161
2	162
22	163
36	164
3	165
39	166

ANEXO 65. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 2 producto “Fi50”.

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
37	1
160	2
18	3
7	4
11	5
12	6
53	7
5	8
26	9
20	10
11	11
52	12
134	13
4	14
34	15
2	16
50	17
15	18
89	19
3	20
75	21
36	22
188	23
23	24
2	25
38	26
25	27
24	28
4	29
54	30
17	31
24	32
0	33
61	34
44	35
17	36
41	37
43	38
78	39
30	40
20	41
10	42
4	43
36	44
11	45

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
24	46
28	47
27	48
80	49
24	50
16	51
20	52
15	53
73	54
29	55
12	56
31	57
15	58
2	59
56	60
18	61
32	62
5	63
61	64
55	65
15	66
29	67
69	68
6	69
22	70
6	71
103	72
33	73
40	74
31	75
46	76
4	77
110	78
87	79
36	80
8	81
9	82
45	83
12	84
29	85
46	86
45	87
12	88
8	89
3	90

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
5	91
74	92
5	93
73	94
8	95
42	96
3	97
26	98
35	99
84	100
16	101
58	102
16	103
32	104
7	105
2	106
46	107
7	108
95	109
25	110
243	111
15	112
35	113
12	114
69	115
18	116
2	117
14	118
22	119
67	120
66	121
18	122
80	123
5	124
9	125
80	126
138	127
22	128
46	129
14	130
8	131
2	132
5	133
37	134
71	135

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC2	# PEDIDO
1	136
27	137
2	138
51	139
84	140
3	141
2	142
30	143
70	144
30	145
19	146
28	147
27	148
120	149
13	150
56	151
134	152
29	153
50	154
11	155
16	156
4	157
9	158
2	159
2	160
38	161
31	162
53	163
5	164
49	165
1	166
37	167
2	168
44	169
50	170
1	171
12	172
33	173
85	174
120	175
60	176
14	177
101	178
26	179
16	180

ANEXO 66. Datos obtenidos de la simulación para la variable Cantidad de paquetes a reempacar del escenario 3 producto “Fi50”.

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
73	1
1	2
12	3
1	4
9	5
53	6
35	7
74	8
2	9
54	10
17	11
6	12
11	13
9	14
8	15
9	16
29	17
18	18
3	19
1	20
97	21
27	22
13	23
23	24
143	25
50	26
113	27
53	28
1	29
39	30
55	31
108	32
24	33
29	34
3	35
106	36
87	37
206	38
13	39
4	40
37	41
6	42
44	43
67	44
1	45

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
53	46
32	47
69	48
11	49
78	50
47	51
27	52
20	53
24	54
46	55
24	56
12	57
36	58
4	59
46	60
73	61
18	62
11	63
41	64
31	65
56	66
61	67
5	68
63	69
4	70
80	71
98	72
7	73
48	74
16	75
36	76
73	77
1	78
10	79
61	80
1	81
12	82
178	83
11	84
12	85
5	86
39	87
7	88
54	89
79	90

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
1	91
5	92
8	93
17	94
15	95
2	96
1	97
57	98
14	99
8	100
38	101
4	102
9	103
100	104
39	105
27	106
46	107
34	108
46	109
3	110
18	111
11	112
4	113
24	114
3	115
69	116
14	117
13	118
8	119
3	120
23	121
55	122
3	123
36	124
3	125
31	126
39	127
18	128
99	129
24	130
51	131
42	132
41	133
11	134
13	135

CANT_PAQ_Fi50_SIMUL_ESC3	# PEDIDO
13	136
27	137
70	138
7	139
34	140
59	141
66	142
50	143
20	144
1	145
83	146
52	147
11	148
0	149
7	150
31	151
38	152
47	153
19	154
104	155
1	156
164	157
32	158
107	159
17	160
14	161
9	162
2	163
97	164
1	165
12	166
12	167
11	168
65	169
44	170
28	171
15	172
18	173