



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
LAVADORA Y TINTORERÍA DE JEANS “ECUATINTEX”**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, manufactura y producción

AUTOR: Dennis Alexander Miranda Jinde

TUTOR: Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

Ambato - Ecuador

marzo - 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: “PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LAVADORA Y TINTORERÍA DE JEANS ECUATINTEX”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Dennis Alexander Miranda Jinde, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2022.

Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LAVADORA Y TINTORERÍA DE JEANS ECUATINTEX”, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2022.



Dennis Alexander Miranda Jinde

C.C: 1804390266

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Miranda Jinde Dennis Miranda, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado “PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LAVADORA Y TINTORERÍA DE JEANS ECUATINTEX”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, marzo 2022.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Naranjo Israel, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mariño Christian, Mg

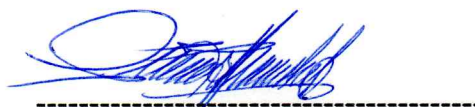
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2022.



Dennis Alexander Miranda Jinde

C.C 1804390266

AUTOR

DEDICATORÍA

A Dios, luz en las tinieblas, gracias por su infinito amor y misericordia, quien ilumina corazones cuando andan a oscuras, a Él por guiarme por el sendero correcto para poder materializar mis sueños y metas.

A mis padres Adán y Eva quienes con su amor, paciencia y esfuerzo han forjado en mis los valores para ser una persona de bien, gracias por hacer todo lo que estaba a su alcance y apoyarme a lo largo de mi formación académica.

A mis hermanas por su cariño y apoyo incondicional, quienes después de mis padres son las personas que más se preocupan por mí, gracias por estar siempre ahí y creer en mí, por sacarme una sonrisa aun cuando el mundo se me venía encima, mil gracias.

Finalmente, a todas mis amistades que logre a lo largo de mi vida universitaria por extender su mano en momentos difíciles, con quienes reímos y lloramos, ganamos y perdimos en el constante vivir.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a toda la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, a todas sus autoridades y en especial a mis profesores quienes tuve el gusto de tomar clases que con sus enseñanzas aportaron nuevos conocimientos para crecer día a día profesionalmente.

De igual manera expresar mi agradecimiento a la empresa Ecuatintex y en especial a la Ing. Helen Miranda y la Ing. Tania Miranda, por su experiencia en el campo y su colaboración en el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Christian Ortiz, Mg, por la paciencia otorgada hacia mi persona y ayudarme en la resolución de este proyecto.

A la Lic. Carmen Cisneros, que con sus sabiduría y consejos ayudo a incentivar a esforzarme mucho más, para lograr alcanzar este reto personal.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORÍA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
RESUMEN EJECUTIVO	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO I.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
1.1 Tema de investigación.....	23
1.2 Antecedentes investigativos	23
12.1 Contextualización del problema.....	23
1.2.2 Fundamentación legal	25
Fundamentos de ley a los que tiene derecho un trabajador.....	25
De las remuneraciones y sus garantías.....	25
De las remuneraciones adicionales	26
Horas extras.....	27
Trabajador eventual.....	28
1.2.2 Fundamentación teórica	29

Planeación de la capacidad.....	29
Definición de la capacidad de producción	29
Objetivo de la planeación de la capacidad	29
Tácticas para ajustar la capacidad a la demanda	30
Horizontes de tiempo en las decisiones de capacidad.....	31
Planeación agregada.....	31
Métodos para la planeación agregada	32
La planeación agregada aplicada a los servicios.....	34
Métodos de pronósticos de demanda	35
Componentes de los pronósticos de series de tiempo	36
Coeficiente de correlación.....	37
Métricas de validación de los pronósticos	37
Costos en la contratación de empleados.....	38
Otras definiciones importantes.....	39
1.3 Objetivos	46
13.1 Objetivo general	46
1.3.2 Objetivos específicos	47
CAPÍTULO II	48
METODOLOGÍA	48
2.1 Materiales.....	48
2.2 Métodos.....	49
2.2.1 Modalidad de investigación	49
Aplicada	50
2.2.2 Población y muestra	50
2.2.3 Recolección de la información.....	50

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	51
CAPÍTULO III.....	52
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
3.1 Análisis y discusión de resultados	52
Reseña histórica	52
Ubicación de la empresa	52
Datos generales de la empresa	53
Organización de la empresa	53
Producción de la empresa.....	54
Descripción del proceso de producción	54
Descripción de los diferentes servicios de lavado.....	61
Agrupación por familias de productos	62
Análisis ABC	62
Análisis del diagrama ABC.....	66
Resultados gráfica ABC de primer nivel	67
Descripción de los servicios de lavado en análisis.....	68
Levantamiento de procesos productivos de la empresa Ecuatintex	69
Diagrama de flujo de proceso de los lavados.....	79
Recursos utilizados en el área de producción de Ecuatintex.....	81
Cursogramas analíticos de los procesos	83
Estudio de tiempos	83
Descripción de las actividades	85
Toma de tiempos	86
Diagrama hombre-máquina procesos de lavado	89
Análisis de los diagramas hombre-máquina	100

Capacidad de producción	101
Pronóstico de los procesos de lavado.....	105
Obtención de pronósticos por medio de Predictor Crystal Ball 11.2.....	110
Resultados de pronósticos	113
Costos relevantes para el plan de producción	115
Costos asociados con cambios en el índice de producción	117
Costo del inventario agotado en el proceso de reserva, sucio y tinturado	119
PLANIFICACIÓN AGREGADA EN LA EMPRESA ECUATINTEX	120
Planeación agregada aplicada al sector de servicios de lavandería Ecuatintex	123
Plan Agregado de Producción 1: Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable	124
Plan de Producción 2: Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos.....	126
Plan de Producción 3: Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo.....	132
Plan de Producción 4: Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado	136
Resumen de planes agregados.....	140
Cálculo de la productividad del año 2022.....	142
Planeación de la capacidad a largo plazo	145
Método sistemático para las decisiones a largo plazo sobre capacidad	145
Estimación las necesidades de capacidad	145
Resumen de plan de capacidad para el 2022.....	151
CAPÍTULO IV	152
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	152
4.1 Conclusiones	152
4.2 Recomendaciones.....	153

BIBLIOGRAFÍA	155
ANEXOS	158
Anexo 1. Cursogramas analíticos de los procesos productivos de la empresa Ecuatintex.....	159
Anexo 2. Descripción de las actividades de los procesos productivos de la empresa Ecuatintex.....	173
Anexo 3. Estudio de tiempos de los procesos en estudio.....	179
Anexo 4. Cálculo de tiempo estándar y suplementos de los procesos en estudio.	187
Anexo 5. Suplementos por descanso OIT	192
Anexo 6. Hísticos de los servicios de lavado últimos cuatro años	193
Anexo 7. Resultados de todos los modelos de pronósticos con software Crystal Ball-Predictor para la serie Reserva.....	194
Anexo 8. Resultados de todos los modelos de pronósticos con software Crystal Ball-Predictor para la serie Tinturado.....	199
Anexo 9. Resultados de todos los modelos de pronósticos con software Crystal Ball-Predictor para la serie Sucio-Ston.....	204

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Símbolos del diagrama de flujo.	42
Tabla 2. Símbolos de cursograma analítico	42
Tabla 3. Valoración del ritmo de trabajo.	43
Tabla 4. Número recomendado de ciclos a observar General Electric.	44
Tabla 5. Recursos materiales empleados en el desarrollo del proyecto.	48
Tabla 6. Detalle de los trabajadores en la empresa	50
Tabla 5. Datos de la empresa	53
Tabla 8. Servicios de lavandería y tintorería que oferta la empresa	61
Tabla 9. Colores en tela APT	62
Tabla 10. Lista de lavados agrupados en familias.....	62
Tabla 11. Cantidades producidas en año 2019 por mes	63
Tabla 10. Ingresos por cada producto producido en el año 2019.....	64
Tabla 13. Sumatoria total de cada tipo de lavado	65
Tabla 14. Análisis ABC de los servicios de la empresa Ecuatintex.....	66
Tabla 15. Resumen del análisis ABC de primer nivel	66
Tabla 16. Descripción de los servicios estrella de la empresa Ecuatintex	68
Tabla 17. Matriz Informativa de lavado de Sucio	68
Tabla 18. Matriz Informativa de lavado de Reserva	69
Tabla 19. Matriz Informativa de lavado de Tinturado reactivo	69
Tabla 20.- Levantamiento del proceso de recepción.....	70
Tabla 21.- Levantamiento del proceso de manualidades	71
Tabla 22. Levantamiento de proceso de Sand-Blass.....	72
Tabla 23. Levantamiento del proceso de lavado Reserva	73
Tabla 24. Levantamiento del proceso de lavado Sucio	75

Tabla 25. Levantamiento de proceso de lavado tinturado.....	76
Tabla 26.- Levantamiento del proceso de centrifugado	77
Tabla 27. Levantamiento del proceso de secado.....	78
Tabla 28. Levantamiento de proceso de despacho	79
Tabla 29. Trabajadores por área.....	81
Tabla 30. Maquinaria en el área de producción	82
Tabla 31. Cursograma analítico de centrifugado	84
Tabla 32. Numero de observaciones a realizar	85
Tabla 33. Descripción de actividades para la recepción y clasificación	86
Tabla 34. Estudio de tiempos de recepción y clasificación.....	87
Tabla 35. Cálculo de suplementos de recepción y clasificación.....	88
Tabla 36. Resumen del estudio de tiempos	89
Tabla 37. Detalle de operarios y máquinas	89
Tabla 38. Agrupación de actividades lavado reserva.....	90
Tabla 39. Agrupación de actividades lavado neutralizado.....	91
Tabla 40. Agrupación de actividades lavado dirty	91
Tabla 41. Agrupación de actividades lavado tinturado	92
Tabla 42. Diagrama hombre-máquina lavado reserva	93
Tabla 43. Diagrama hombre-máquina proceso Dirty	95
Tabla 44. Diagrama hombre-máquina lavado tinturado.....	97
Tabla 45. Diagrama hombre-máquina de neutralizado.	99
Tabla 46. Diagrama hombre-máquina proceso centrifugado	100
Tabla 47. Tiempo de ciclo análisis hombre-máquina	101
Tabla 48. Tiempo de ciclo para las actividades	101
Tabla 83. Resultados de capacidad	102

Tabla 84. Capacidad según la actividad en estudio.....	102
Tabla 85. Tamaño de lote por proceso de lavado.....	103
Tabla 86. Tiempo de ciclo manualidades.....	104
Tabla 53. Resumen de tiempos de ciclos y capacidades de producción.	104
Tabla 54. Patrones identificados en las series principales	109
Tabla 55 . Comparación resultados pronostico reserva y tinturado	113
Tabla 56 . Comparación resultados pronostico serie sucio-ston	113
Tabla 57. Resumen mejor método.....	113
Tabla 58. Pronósticos 2022 de los servicios principales.....	115
Tabla 59. Roll de pago para un trabajador en tiempo normal al mes.....	116
Tabla 60. Costo de un trabajador eventual.....	117
Tabla 61. Estimación de costos relevantes para la planeación.....	118
Tabla 62. Costos por faltantes	120
Tabla 63. Resumen de pronósticos de los principales servicios de lavado.....	121
Tabla 64. Requerimientos de producción.....	121
Tabla 65. Calendario 2022 empresa Ecuatintex.....	122
Tabla 66. Días laborables mensuales	122
Tabla 67. Costos relevantes para la planeación.....	122
Tabla 68. Costos de materia prima.....	123
Tabla 69. Horas dedicadas a procesar los principales servicios de lavado	123
Tabla 70. Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable	125
Tabla 71. Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos	129
Tabla 72. Horas extras al día por trabajador.	131
Tabla 73. Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo	135

Tabla 74. Costos por faltantes	136
Tabla 75. Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado.	137
Tabla 109. Resultados planes agregados.....	140
Tabla 110. Tiempos estándar de máquina de lavado y tiempo del operario	146
Tabla 111. Tiempos estándar de máquina de secado y tiempo del operario.....	148
Tabla 112. Tiempos estándar de máquina de centrifuga y tiempo del operario	149
Tabla 113. Tiempos estándar de área de recepción y clasificación	150
Tabla 114. Tiempos estándar de área de sandblass	150
Tabla 115. Tiempo estándar manualidades	151
Tabla 116. Resumen capacidad 2022.....	151
Tabla 84. Cursograma analítico de recepción y clasificado.....	159
Tabla 85. Cursograma analítico de lavado reserva	160
Tabla 86. Cursograma analítico de lavado Dirty.....	162
Tabla 87. Cursograma analítico de lavado Tinturado	164
Tabla 88. Cursograma analítico de secado medio.....	166
Tabla 89. Cursograma analítico de proceso de neutralizado.....	167
Tabla 90. Cursograma secado final	169
Tabla 91. Cursograma analítico del proceso de Sandblass	170
Tabla 92. Cursograma analítico del proceso de manualidades	171
Tabla 93. Descripción de actividades para lavado reserva.....	173
Tabla 94. Descripción de actividades proceso lavado dirty	174
Tabla 95. Descripción de actividades proceso tinturado reactivo.....	175
Tabla 96. Descripción de actividades proceso de centrifugado	176
Tabla 97. Descripción de actividades proceso de secado medio.....	176
Tabla 98. Descripción de actividades de sandblass.....	176

Tabla 99. Descripción de actividades proceso de secado final	177
Tabla 100. Descripción de actividades proceso de neutralizado.....	177
Tabla 101. Descripción de actividades de manualidades	178
Tabla 102. Estudio de tiempos de proceso de lavado reserva	179
Tabla 103. Estudio de tiempos de proceso de lavado dirty.....	180
Tabla 104. Estudio de tiempos de proceso de lavado tinturado reactivo.....	181
Tabla 105. Estudio de tiempos de proceso de centrifugado	182
Tabla 106. Estudio de tiempos de proceso de secado medio	182
Tabla 107. Estudio de tiempos de proceso de neutralizado	183
Tabla 108. Estudio de tiempos de proceso secado final.....	184
Tabla 109. Estudio de tiempos proceso de sandblass	184
Tabla 110. Estudio de tiempos de proceso de manualidades	185
Tabla 111. Cálculo de suplementos de lavado reversa.	187
Tabla 112. Cálculo de suplementos de lavado dirty.	187
Tabla 113. Cálculo de suplementos de lavado tinturado reactivo.....	188
Tabla 114. Cálculo de suplementos de centrifugado	188
Tabla 115. Cálculo de suplementos de proceso secado medio	189
Tabla 116. Cálculo de suplementos de proceso de neutralizado.....	189
Tabla 117. Cálculo de suplementos de secado final	190
Tabla 118. Cálculo de suplementos de proceso de sandblass	190
Tabla 119. Cálculo de suplementos de proceso de manualidades	191
Tabla 120. Históricos de servicios principales de lavado	193
Tabla 121. Modelo Aditivo de Holt-Winters , “H-W AD”	194
Tabla 122. Modelo aditivo estacional de tendencia desecheda, “DES-AD-TD.....	195
Tabla 123. Modelo Multiplicativo de Holt-Winters, “H-W MULT”	196

Tabla 124. Modelo Multiplicativo estacional de tendencia desechada, “ <i>DES MULT TD</i> ”	197
Tabla 125. Modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “ <i>SARIMA</i> ”	198
Tabla 126. Modelo aditivo de Holt-Winters , “ <i>H-W AD</i> ”	199
Tabla 127. Modelo aditivo estacional de tendencia desechada, “ <i>DES-AD-TD</i> ”	200
Tabla 128. Modelo Multiplicativo de Holt-Winters, “ <i>H-W MULT</i> ”	201
Tabla 129. Multiplicativo estacional de tendencia desechada, “ <i>DES MULT TD</i> ” .	202
Tabla 130. Modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “ <i>SARIMA</i> ”	203
Tabla 131. Modelo SARIMA.....	204
Tabla 132. Modelo Multiplicativo estacional	205
Tabla 133. ModeloTendencia desechada no estacional	206

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento para planear la capacidad	30
Figura 2. Métodos para equilibrar la capacidad	31
Figura 3. Relación de un pan de capacidad	32
Figura 4. Pasos para un método grafico.....	33
Figura 5. Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado	35
Figura 6. Comportamiento correlación	37
Figura 7. Costos relacionados con la rotación de personal	39
Figura 8. Representación de un diagrama ABC.....	40
Figura 9. Ejemplo de diagrama de flujo de proceso	41
Figura 10. Etapas de un estudio de trabajo	43
Figura 11. Composición general del tiempo estándar	44
Figura 14. Diagrama Hombre – Máquina	45
Figura 13. Logotipo de la empresa Ecuatintex	52
Figura 14. Ubicación de la empresa Ecuatintex.....	53
Figura 14. Diagrama general del proceso productivo de lavado en la empresa	55
Figura 15. Recepción de materia prima	56
Figura 16. Clasificación y organización de prendas	56
Figura 17. Pesado de las prendas en kilogramos	57
Figura 18. Área de manualidad en prendas jeans.....	57
Figura 19. Área de lavandería de la empresa	58
Figura 20. Máquina centrifugadora.....	58
Figura 21. Área de SandBlas, pantalones procesados.....	59
Figura 22. Proceso de neutralizado.....	59
Figura 23. Prendas añadidas el Proceso Dirty.....	60

Figura 24. Área de secado.....	60
Figura 25. Bodega de productos terminados.....	60
Figura 26. Despacho de las prendas procesadas	61
Figura 27. Diagrama ABC en la empresa.	67
Figura 30. Gráfica en el tiempo de las ventas de los servicios de lavado.....	106
Figura 31. Correlogramas principales para los procesos de lavado	107
Figura 32. Correlogramas primeras diferencias	108
Figura 33. Resultado función detección auto – Crystal Ball serie reserva	108
Figura 34. Resultado función detección auto - Crystal Ball serie sucio	108
Figura 35. Resultado función detección auto - Crystal Ball serie tinturado.	109
Figura 36. Configuración para datos estacionales, serie reserva y tinturado	110
Figura 37. Configuración para datos no estacionales series sucio	110
Figura 38. Ingreso de evento a las series de tiempos	111
Figura 39. Ajuste automático e de valores atípicos	111
Figura 40. Selección de los modelos de pronósticos para series de tiempo estacionales	112
Figura 41. Selección de los modelos de pronósticos para series de tiempo sin tendencia	112
Figura 44. Pronósticos para año 2022 lavado reserva.....	114
Figura 45. Pronósticos para año 2022 lavado sucio.....	114
Figura 46. Pronósticos para año 2022 lavado tinturado.....	114
Figura 45. Suplementos por descanso OIT	192

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación propone una planeación de capacidad para la empresa de lavado y tinturado Ecuatintex, a través de la planeación agregada, metodología de gran importancia que permite evaluar y tomar decisiones en cuanto a los recursos empleados para afrontar la demanda.

Para conocer el estado actual de la empresa se identificó la actividad empresarial, estrategias e información documental, a la hora de administrar sus recursos de mano de obra, esto mediante la observación directa, entrevista a la gerencia y área contable, se evidenció que la empresa no cuenta ningún plan documental y se basan en juicios y criterios de los dueños.

En base a esta premisa se inició un análisis para conocer el proceso productivo, como complemento se realizó el estudio de tiempos y movimientos, de la misma manera se elaboraron diagramas hombre-máquina en el área de lavado, con el fin de tener los tiempos estándar, tiempos de ciclo y tiempos de procesamientos de los servicios de lavado. El análisis de series de tiempos arrojó resultados de pronósticos de los servicios de lavado en estudio para el año 2022 de forma mensual, por otro lado, se desarrollaron cálculos de costos más relevantes involucrados en la elaboración de la planeación.

Finalmente se elaboraron las propuestas de planeación de capacidad con planeación agregada con sus costos globales, dando como resultado un costo de \$276.198,53 para la planeación agregada con una fuerza de trabajo constante con tiempo extra al 50% y 100%, como propuesta más económica, finalmente se calculó el número máquinas necesarios a largo plazo para cumplir la demanda.

Palabra clave: Planeación de capacidad, Planeación agregada, Estudio de tiempos, Lavandería.

ABSTRACT

This research project proposes a Capacity planning for the Ecuatintex washing and dyeing company, through aggregate planning, an important methodology importance that allows evaluating and decisions making regarding resources to face the demand.

To recognize the current state of the company, the business activity, strategies and documentary information were identified, when managing its labor resources, this through direct observation, a management and accounting area interview, it was evidenced that the company It does not have any documentary plan and they are based more on judgments and owners' criteria.

Based on this premise, an analysis was started to know the production process, as a complement the study of times and movements was carried out, likewise man-machine diagrams were elaborated in the washing area, in order to have the standard times, cycle times and processing times of washing services. The time series analysis yielded month-by-month forecast results of the washing services under study for the year 2022, on the other hand, more relevant cost involved in the preparation of the planning were calculated.

Finally, the capacity planning proposal with aggregate planning is prepared, resulting in a cost of \$276,198.53 for aggregate planning with a constant workforce with overtime at 50% and 100%, as the most economical proposal, finally the number of machines needed in the long term to meet the demand was calculated

Keywords: Capacity planning, Aggregate planning, Study of times, Laundry.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“Planeación de la capacidad de producción en la empresa lavadora y tintorería de jeans Ecuatintex”

1.2 Antecedentes investigativos

12.1 Contextualización del problema

La planeación de la capacidad en cualquier empresa es un punto clave y estratégico que ayuda determinar su futuro y desarrollo a corto, mediano y largo plazo, es una herramienta práctica para la toma de decisiones que evita las repercusiones de no contar con suficiente capacidad de manufactura para una demanda específica [1]. A nivel mundial las fábricas tratan de optimizar sus procesos de producción, especialmente se enfocan en ser eficientes y gestionar de forma adecuada recursos como materias primas, mano de obra y energía, usada en su cadena de producción. Una deficiencia en sus planes estratégicos llena a los gerentes de incertidumbre y desconocimiento de la capacidad de su planta para cumplir con la demanda de mercado es por ello por lo que existen sobredimensionamientos o sub- dimensionamientos respecto a la capacidad [2] [3].

En el entorno nacional las empresas desconocen sobre la planeación de la capacidad y sus beneficios que dan a las industrias muchas de ellas inclusive no están al tanto de la capacidad de producción en un determinado tiempo [4]. Planear la capacidad de una planta es determinar el nivel general de la capacidad de los recursos de capital intensivo (tamaño de planta, la maquinaria y la fuerza de trabajo) que apoye mejor la estrategia competitiva de la compañía [5]. La planificación y control de la producción debe tener entonces un enfoque jerárquico que permita la coordinación entre los demás departamentos y que permita trabajo en conjunto con los demás niveles de organización y sus diferentes funciones [6], característica que se considera de

transcendental importancia para mejorar este proceso en las empresas ecuatorianas [7].

La industria de a la producción de prendas jeans en Tungurahua ha crecido en las últimas cinco décadas en la ciudad de Pelileo y representa alrededor del 37% de la producción nacional y crece entre el 2 y 3% anualmente, por otro lado, la forma de trabajo no ha cambiado y se sigue trabajando con métodos tradicionales. En su mayoría las empresas no se han tecnificado en relación con su maquinaria, equipo necesario, métodos de trabajo así mismo dejan a un lado la planificación y administración de operaciones sin saber que estas técnicas ayudan a largo plazo para mejorar su productividad y competitividad [8].

La empresa ECUATINTEX cuenta con áreas definidas para cada proceso de producción donde la producción se realiza en una jornada de 8 horas y en ocasiones se realizan trabajos en tiempo extra para aumentar la capacidad y cumplir con la demanda. En la actualidad la producción se basa en la disponibilidad de la máquina y a los perdidos de los clientes, sin tomar en cuenta los demás factores mano de obra, tiempo, recursos y planes estratégicos los cuales son necesarios para tener una mejor respuesta a la demanda y eliminar el exceso de capacidad a corto plazo además asegura rendimiento sobre la inversión que se espera para diferentes alternativas de producción.

Por otra parte, la empresa ECUATINTEX ha ganado popularidad en su campo industrial, sin embargo, la falta de planificación en su proceso productivo ha causado que se generen ciertos problemas potenciales dentro de su entorno que afectan directamente a sus niveles de productividad y dan una mala imagen de la empresa hacia los clientes; esto se debe a que en su sistema productivo existen tiempos improductivos y en muchas ocasiones se sobrecarga a los equipos y al personal por intentar cubrir la demanda de los clientes, pero esta producción apresurada solo da paso a que no se aprovechen bien los recursos de la empresa que dan lugar a desperdiciados, debido a la carencia de organización del personal al momento de realizar sus tareas y todo esto en conjunto se ve reflejado en la falta de puntualidad en la entrega de las prendas procesadas a sus propietarios ocasionando un malestar e insatisfacción a los clientes.

1.2.2 Fundamentación legal

Fundamentos de ley a los que tiene derecho un trabajador

Para este proyecto de investigación, se necesita conocer los derechos básicos que tienen un trabajador apoyado de la ley vigente en el Ecuador que se encuentra en el código del trabajo, codificación 17, 12 Registro Oficial Suplemento 167 de 16-dic-2005, última modificación: 26-sep-2012,

Art. 3.- Libertad de trabajo y contratación. - El trabajador es libre para dedicar su esfuerzo a la labor lícita que a bien tenga. Ninguna persona podrá ser obligada a realizar trabajos gratuitos, ni remunerados que no sean impuestos por la ley, salvo los casos de urgencia extraordinaria o de necesidad de inmediato auxilio. Fuera de esos casos, nadie estará obligado a trabajar sino mediante un contrato y la remuneración correspondiente

Art. 71.- Liquidación para pago de vacaciones. - La liquidación para el pago de vacaciones se hará en forma general y única, computando la veinticuatroava parte de lo percibido por el trabajador durante un año completo de trabajo, tomando en cuenta lo pagado al trabajador por horas ordinarias, suplementarias y extraordinarias de labor y toda otra retribución accesorio que haya tenido el carácter de normal en la empresa en el mismo período, como lo dispone el artículo 95 de este Código. Si el trabajador fuere separado o saliere del trabajo sin haber gozado de vacaciones, percibirá por tal concepto la parte proporcional al tiempo de servicios.

De los salarios, de los sueldos, de las utilidades y de las bonificaciones y remuneraciones adicionales

De las remuneraciones y sus garantías

Art. 80.- Salario y sueldo. - Salario es el estipendio que paga el empleador al obrero en virtud del contrato de trabajo; y sueldo, la remuneración que por igual concepto corresponde al empleado. El salario se paga por jornadas de labor y en tal caso se llama jornal; por unidades de obra o por tareas. El sueldo, por meses, sin suprimir los días no laborables.

Art. 81.- Estipulación de sueldos y salarios. - Los sueldos y salarios se estipularán libremente, pero en ningún caso podrán ser inferiores a los mínimos legales, de conformidad con lo prescrito en el artículo 117 de este Código. Se entiende por Salario Básico la retribución económica mínima que debe recibir una persona por su trabajo de parte de su empleador, el cual forma parte de la remuneración y no incluye aquellos ingresos en dinero, especie o en servicio, que perciba por razón de trabajos extraordinarios y suplementarios, comisiones, participación en beneficios, los fondos de reserva, el porcentaje legal de utilidades, los viáticos o subsidios ocasionales, las remuneraciones adicionales, ni ninguna otra retribución que tenga carácter normal o convencional y todos aquellos que determine la Ley.

El monto del salario básico será determinado por el Consejo Nacional de Salarios CONADES, o por el Ministerio de Relaciones Laborales en caso de no existir acuerdo en el referido Consejo.

La revisión anual del salario básico se realizará con carácter progresivo hasta alcanzar el salario digno de acuerdo con lo dispuesto en la Constitución de la República y en el presente Código.

De las remuneraciones adicionales

Art. 111.- Derecho a la decimatercera remuneración o bono navideño. - Los trabajadores tienen derecho a que sus empleadores les paguen, hasta el veinticuatro de diciembre de cada año, una remuneración equivalente a la doceava parte de las remuneraciones que hubieren percibido durante el año calendario.

La remuneración a que se refiere el inciso anterior se calculará de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 95 de este Código.

Art. 112.- Exclusión de la décima tercera remuneración. - El goce de la remuneración prevista en el artículo anterior no se considerará como parte de la remuneración anual para el efecto del pago de aportes al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, ni para la determinación del fondo de reserva y jubilación, ni para el pago de las indemnizaciones y vacaciones prescritas en este Código. Tampoco se tomará en cuenta para el cálculo del impuesto a la renta del trabajo.

Art. 113.- Derecho a la decimocuarta remuneración.- Los trabajadores percibirán, además, sin perjuicio de todas las remuneraciones a las que actualmente tienen derecho, una bonificación anual equivalente a una remuneración básica mínima unificada para los trabajadores en general y una remuneración básica mínima unificada de los trabajadores del servicio doméstico, respectivamente, vigentes a la fecha de pago, que será pagada hasta el 15 de marzo en las regiones de la Costa e Insular, y hasta el 15 de agosto en las regiones de la Sierra y Amazónica. Para el pago de esta bonificación se observará el régimen escolar adoptado en cada una de las circunscripciones territoriales.

Horas extras

Art. 55.- Remuneración por horas suplementarias y extraordinarias. - Por convenio escrito entre las partes, la jornada de trabajo podrá exceder del límite fijado en los artículos 47 y 49 de este Código, siempre que se proceda con autorización del inspector de trabajo y se observen las siguientes prescripciones:

1. Las horas suplementarias no podrán exceder de cuatro en un día, ni de doce en la semana;
2. Si tuvieren lugar durante el día o hasta las 24H00, el empleador pagará la remuneración correspondiente a cada una de las horas suplementarias con más un cincuenta por ciento de recargo. Si dichas horas estuvieren comprendidas entre las 24H00 y las 06H00, el trabajador tendrá derecho a un ciento por ciento de recargo. Para calcularlo se tomará como base la remuneración que corresponda a la hora de trabajo diurno; 16
3. En el trabajo a destajo se tomarán en cuenta para el recargo de la remuneración las unidades de obra ejecutadas durante las horas excedentes de las ocho obligatorias; en tal caso, se aumentará la remuneración correspondiente a cada unidad en un cincuenta por ciento o en un ciento por ciento, respectivamente, de acuerdo con la regla anterior. Para calcular este recargo, se tomará como base el valor de la unidad de la obra realizada durante el trabajo diurno; y,
4. El trabajo que se ejecutare el sábado o el domingo deberá ser pagado con el ciento

por ciento de recargo.

Trabajador eventual

Art. 17.- Contratos eventuales, ocasionales, de temporada. - Son contratos eventuales aquellos que se realizan para satisfacer exigencias circunstanciales del empleador, tales como reemplazo de personal que se encuentra ausente por vacaciones, licencia, enfermedad, maternidad y situaciones similares; en cuyo caso, en el contrato deberá puntualizarse las exigencias circunstanciales que motivan la contratación, el nombre o nombres de los reemplazados y el plazo de duración de la misma.

También se podrán celebrar contratos eventuales para atender una mayor demanda de producción o servicios en actividades habituales del empleador, en cuyo caso el contrato no podrá tener una duración mayor de ciento ochenta días continuos o discontinuos dentro de un lapso de trescientos sesenta y cinco días. Si la circunstancia o requerimiento de los servicios del trabajador se repite por más de dos períodos anuales, el contrato se convertirá en contrato de temporada.

El sueldo o salario que se pague en los contratos eventuales tendrá un incremento del 35% del valor hora del salario básico del sector al que corresponda el trabajador.

Son contratos ocasionales, aquellos cuyo objeto es la atención de necesidades emergentes o extraordinarias, no vinculadas con la actividad habitual del empleador, y cuya duración no excederá de treinta días en un año. El sueldo o salario que se pague en los contratos ocasionales tendrá un incremento del 35% del valor hora del salario básico del sector al que corresponda el trabajador.

Son contratos de temporada aquellos que en razón de la costumbre o de la contratación colectiva, se han venido celebrando entre una empresa o empleador y un trabajador o grupo de trabajadores, para que realicen trabajos cíclicos o periódicos, en razón de la naturaleza discontinua de sus labores, gozando estos contratos de estabilidad, entendida, como el derecho de los trabajadores a ser llamados a prestar sus servicios en cada temporada que se requieran. Se configurará el despido intempestivo si no lo fueren.

1.2.2 Fundamentación teórica

Planeación de la capacidad

La planeación de la capacidad permite determinar qué productos van a producirse, en que cantidades y cuando; para esto deben aprovechar los recursos de forma eficiente, con los que ya cuenta la empresa para poder realizar un plan adecuado, cumpliendo con las demandas del mercado y sobre todo que genere rentabilidad a la organización. La planeación contribuye a mejorar los procesos productivos y ayuda a corregir a deficiencias en el mismo [9].

Definición de la capacidad de producción

Se define como la tasa máxima de producción que una organización realiza en un cierto periodo. Planeación de la capacidad es la determinación de los requerimientos de capacidad futuros. Además, existen algunos otros conceptos que debemos tomar en cuenta:

- Capacidad efectiva: es la que se espera lograr de un sistema, considerando la mezcla de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad
- Capacidad de diseño: se refiere a la producción teórica máxima de un sistema en un periodo dado y bajo condiciones ideales de funcionamiento.
- La utilización: Es el porcentaje de hasta el cual se usa actualmente el equipo, y los demás recursos.

Objetivo de la planeación de la capacidad

Principalmente trata de asegurar altos niveles de utilización de las instalaciones y un rendimiento sobre la inversión excelente. Si la instalación está sobredimensionada, algunas áreas de producción estarán ociosas y se tendrá un costo fijo alto, por otro lado, si es demasiado pequeña, se tendrá demanda insatisfecha y se corre el riesgo de perder prestigio en los mercados [10].

El plan de capacidad es una herramienta administrativa para la toma de decisiones las cuales involucran algunas de las siguientes alternativas:

- Diseño y localización de nuevas instalaciones, o cierre de instalaciones.
- Incremento/decremento de la capacidad de la instalación actual.
- Subcontratación de la producción
- Trabajos a tiempos extra
- Agregar turnos o equipos

A continuación, en la Figura 1, muestran el procedimiento para la elaboración de una planeación de capacidad

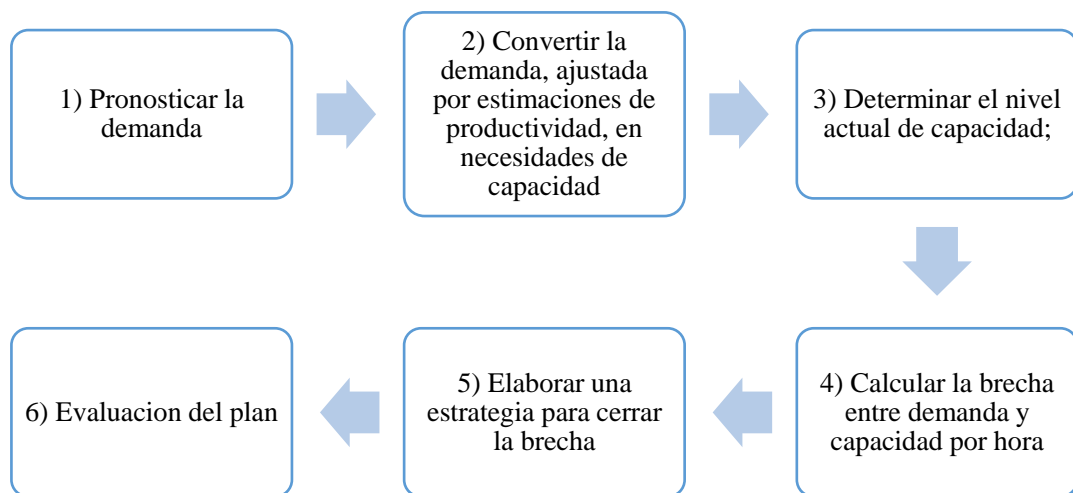


Figura 1. Procedimiento para planear la capacidad

Tácticas para ajustar la capacidad a la demanda

Existen diferentes tácticas para ajustar la capacidad a la demanda. Las alternativas de ajuste incluyen:

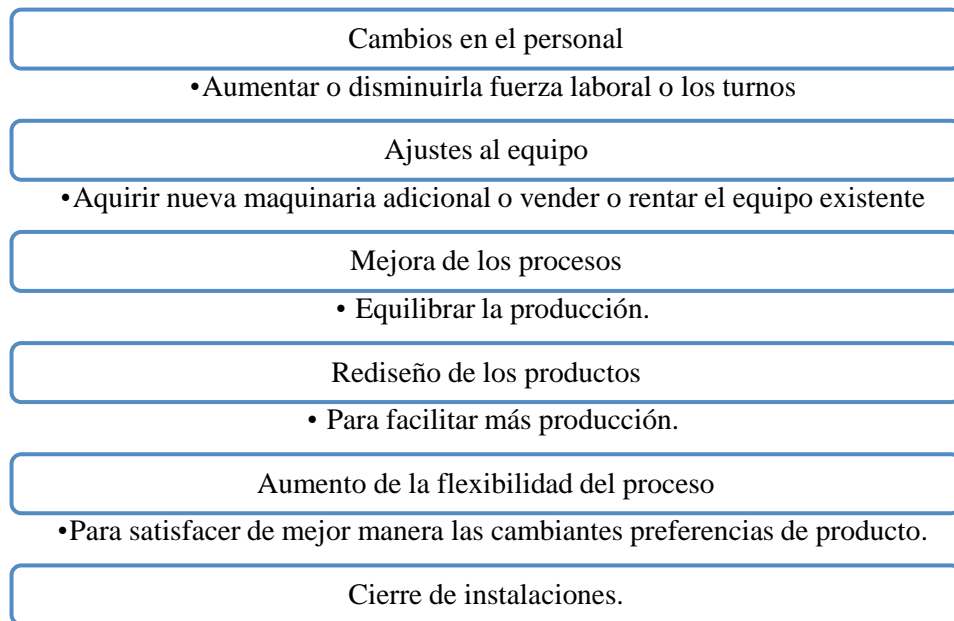


Figura 2. Métodos para equilibrar la capacidad [10].

Horizontes de tiempo en las decisiones de capacidad

Se pueden analizar en tres niveles o tres horizontes:

- **Largo plazo (más de un año):** se entiende como una decisión estratégica de capacidad tratada en el nivel directivo, en el cual se determina aumentar, mantener o reducir la capacidad disponible. La entrada es el pronóstico agregado a largo plazo y la capacidad real de la planta [10].
- **Mediano plazo (entre 3 y 18 meses):** se considera como un plazo intermedio, del cual se encarga la planeación agregada y en él se definen estrategias como subcontratar, agregar maquinaria y/o personal o turnos (en el caso de expansión), o de recortar en el caso de contracción.
- **Corto plazo (menos de 3 meses):** Debido a que, en periodos de tiempo cortos, se puede considerar la capacidad como fija, es sumamente difícil modificarla, por lo tanto, se realiza una programación en la cual se define como utilizar los recursos existentes en pro de satisfacer la demanda [10].

Planeación agregada

La planeación agregada ayuda a conocer la cantidad y cronología de la producción sobre un tiempo a mediano plazo, ajustando la tasa de producción, trabajadores,

inventarios y otras variables controlables. El plan resultante está expresado en términos agregados o globales, es decir, en familias de productos [11].

La planeación de producción es amplia y abarca a la planeación agregada, por lo que es importante comprender las interfases que hay entre el plan y los factores internos y externos. En la figura 3 se muestra que aparte de recibir información del departamento de ventas o marketing sobre el pronóstico de la demanda, también debe manejar datos monetarios, de la fuerza de trabajo, de la capacidad, y de la disponibilidad de materias primas, datos importantes para el desarrollo del plan agregado. El objetivo principal de la planeación agregada consiste en minimizar los costos de producción para el periodo considerado, determinando los niveles de producción, inventario, mano de obra, nivel de servicio, etc. [12].

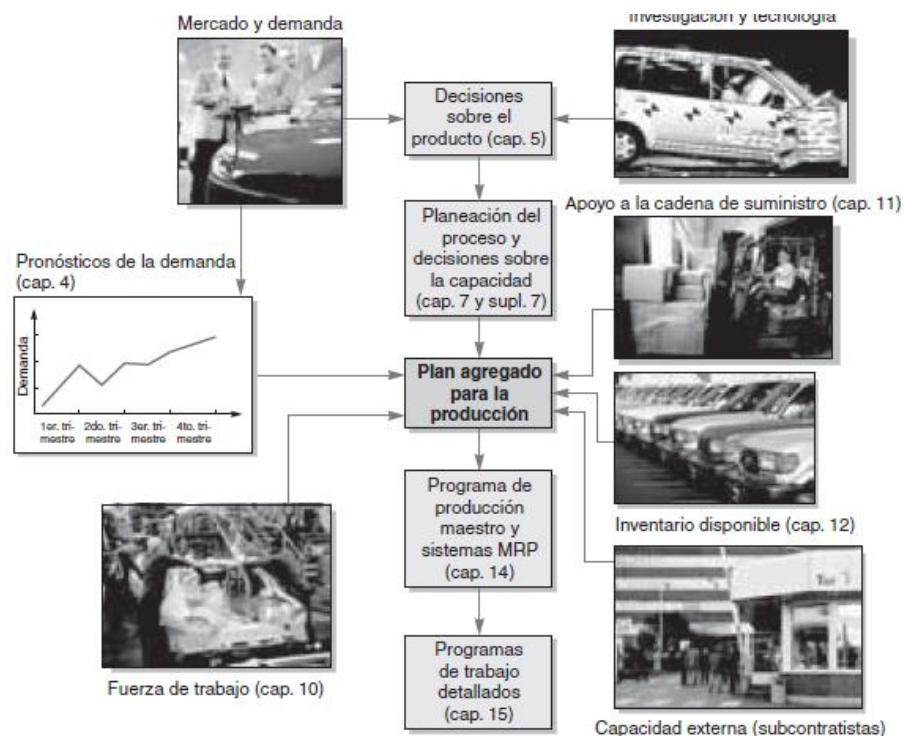


Figura 3. Relación de un plan de capacidad [10].

Métodos para la planeación agregada

En esta sección presentamos de forma general los métodos gráficos y los métodos matemáticos, existe un gran número de modelos de cada uno y dependiendo la naturaleza de la empresa en análisis se debe seleccionar el más adecuado u “óptimo”

que se ajuste a la demanda, la Figura 4 se dan los pasos para realizar un plan agregado [10].

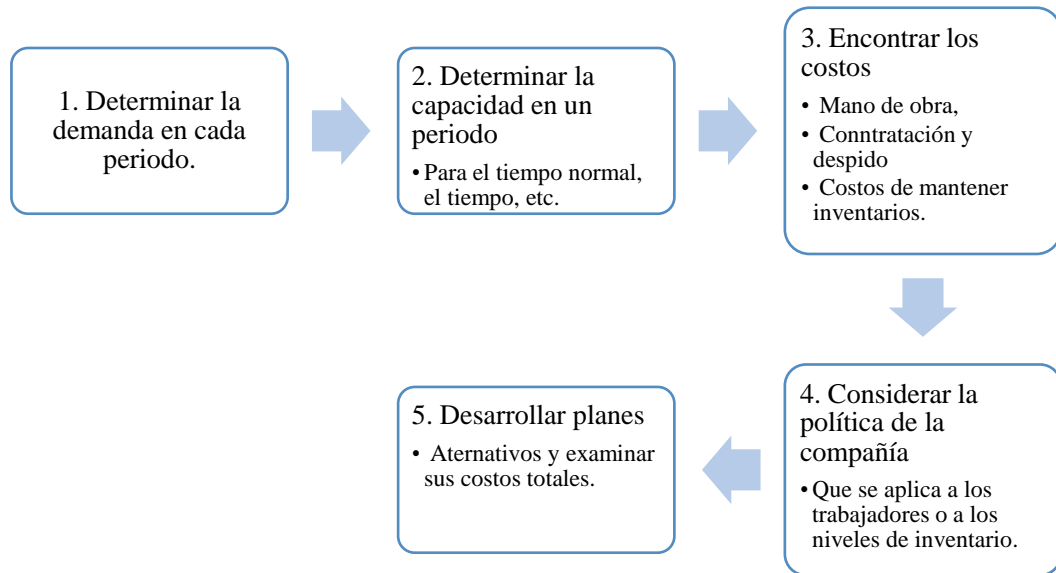


Figura 4. Pasos para un método gráfico

Métodos gráficos

Las técnicas gráficas son las más utilizadas, ya que resultan fáciles de entender, estos planes funcionan con pocas variables a la vez permiten comparar de forma gráfica la demanda proyectada contra la capacidad existente. Se trata de técnicas de prueba y error y por lo general no garantiza la planeación más óptima a comparación de modelos matemáticos, pero que requieren pocos cálculos que pueden ser realizados por personal de oficina, en el siguiente diagrama se da los pasos para crear un plan mediante este método [10].

Modelos de planeación tradicionales

En lo general se tiene los siguientes modelos:

- **Fuerza laboral variable:** se ajusta la fuerza laboral para aumentar la producción y así cumplir con la demanda, mediante contrataciones y despidos es necesario conocer los costos de los mismo y los salarios promedios [9].

- **Fuerza laboral constante con inventarios y faltantes:** número de empleados constante, la acumulación de inventarios incurre en costos por mantener inventarios y los faltantes así son los costos por unidades no producidas [9].
- **Fuerza laboral mínima con subcontratación:** se ajusta la fuerza laboral a la mínima demanda de los requerimientos de producción. La fuerza laboral no podrá cubrir todos los requerimientos, pero se cumplirá la fabricación mediante tercerización.
- **Fuerza laboral promedio con tiempo extra:** se maneja un número medio de operarios, por tanto, habrá períodos donde habrá variación de producción que la cantidad demandada, se ajusta con horas extras inventario y la acumulación de pedidos [9].

Enfoques matemáticos

En esta sección se describen brevemente los métodos matemáticos más usados en los últimos años.

- **Método de transporte de programación lineal:** A comparación de los modelos gráficos no es un enfoque de prueba y error, y el resultado final que produce es un plan óptimo para minimizar los costos.
- **Modelo de coeficientes administrativos:** Se basa en un modelo de decisiones formal en torno a la experiencia y el desempeño de un administrador. Este modelo supone que el desempeño pasado de la gerencia ha sido bastante bueno, por lo que puede usarse como base para tomar decisiones futuras [10].

La planeación agregada aplicada a los servicios

Algunas organizaciones de servicio realizan la planeación agregada en la misma forma y estrategias ya descritas anteriormente, pero dando un papel más activo a la administración de la demanda [10], se suelen formular estrategias mixtas de planeación agregada para los servicios y combinaciones entre ellas.

Las organizaciones de servicios usan la planeación agregada centrada en una situación que se debe hacer de acuerdo con una solicitud de servicio y no para generar

inventarios. Por lo cual, los productos terminados no están disponibles para responder a fluctuaciones de la demanda sino en los registros de trabajo pendientes que puedan aumentar o decrecer para utilizar la capacidad a los niveles deseados [13].

Métodos de pronósticos de demanda

El pronóstico es la ciencia de acontecimientos futuros que predicen. Puede implicar el tomar de datos históricos y proyectarla en el futuro con una cierta clase de modelo matemático. Existen varios modelos de pronósticos como: Regresión lineal, promedios simples, suavización exponencial, entre otros, a continuación, en la Figura 5 se muestra una guía de modelos de pronósticos según Chase:

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MONTO DE DATOS HISTÓRICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZONTE DE PRONÓSTICO
Promedio móvil simple	6 a 12 meses, a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto a mediano
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones; para la temporalidad, por lo menos 5 observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano

Figura 5. Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado [9].

Datos

Son el principal recurso para un estudio de pronósticos y deben ser válidos y su fuente confiable, para analizar los datos es necesario considerar los siguientes elementos: fuentes de datos, clasificación y criterios de evaluación [14].

Fuentes de datos: Pueden ser primarias y secundarias, las fuentes primarias son todos los métodos de recolección de datos originales y se encuentra comúnmente registrada en periodos de tiempo. Y las fuentes secundarias son datos ya publicados [14].

Clasificación de datos: Son los datos recolectados en un punto de tiempo determinado o datos de corte transversal (hora, día, semana, mes, trimestre) El segundo son las observaciones hechas a lo largo del tiempo o series de tiempo. También se

menciona otro tipo aquel donde la información es combinada; estos reúnen elementos de series de tiempo y transversales [15].

Criterios de evaluación: se pueden aplicar cuatro criterios para determinar si los datos serán útiles:

- Los datos deben ser confiables y precisos
- Los datos deben ser pertinentes
- Los datos deben ser consistentes
- Los datos deben ser periódicos

Además, se deben considerar en los datos si existen cambios inusuales que indican errores o un cambio real en el proceso

- **Valores atípicos:** Es un registro extrañamente grande o pequeño. Los valores atípicos pueden tener un efecto desproporcionado en los resultados estadísticos, y a los pronósticos.
- **Cambios repentinos** Es necesario buscar cambios repentinos en las tendencias, ya sea por un evento determinado.

El soporte de MiniTab recomienda la eliminación de los valores de datos que están asociados con eventos anormales.

Componentes de los pronósticos de series de tiempo

Son llamados patrones de las series de tiempo y, además una serie de tiempo puede contener cualquier combinación de estos patrones.

- **Patrón horizontal.** El patrón horizontal se basa en la media de las demandas, por tanto, es necesario estimar el promedio de la serie de datos a través del tiempo [16].
- **Patrón de tendencia.** Representa a su comportamiento o movimiento a largo plazo se ajusta la curva a una serie de tiempo representada por una ecuación, proporcionan cierta indicación de la dirección general de la serie observada [14].

- **Patrón estacional**, es una serie afectada por factores estacionales o por épocas de año es específico, o bien días meses, así como semanales [9].
- **Patrón cíclico** Existe cuando los datos muestran aumentos y caídas cíclicas que no son de un periodo fijo.

Coefficiente de correlación.

Los datos históricos que se mide a lo largo del tiempo están correlacionados, y esta se mide a través de un coeficiente de autocorrelación. La autocorrelación es la correlación que existe entre una variable retrasada, uno o más periodos, consigo misma. Para la exploración de patrones de datos en series las gráficas de correlación llamadas correlogramas ayudan a analizar de forma gráfica estos patrones los valores de correlación para cada patrón se muestran en la Figura 6.

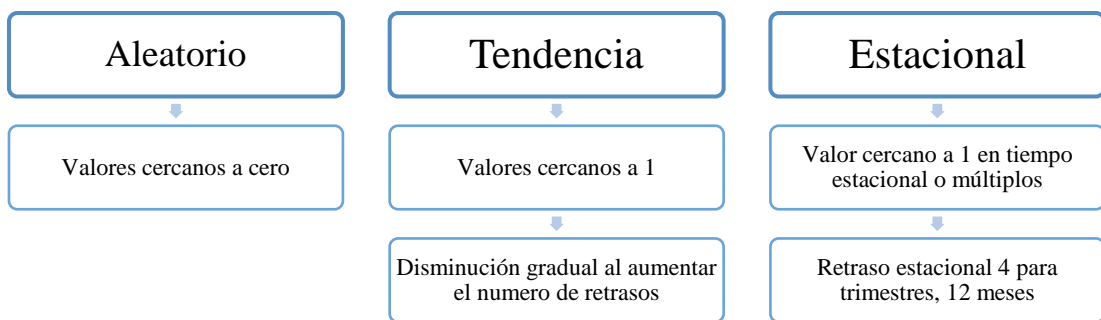


Figura 6. Comportamiento correlación [14].

Métricas de validación de los pronósticos

Una métrica para evaluar o validar modelos de pronósticos es mediante los valores residuales los cuales son la diferencia entre la demanda real y su valor pronosticado

1. Desviación Media Absoluta (MAD): Este indicador de variabilidad es importante ya que permite medir el error de pronóstico en las mismas unidades de la serie original.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \quad (1)$$

2. Error Medio Cuadrado (MSD): Mide el error cuadrado promedio de nuestras

predicciones. Cuanto mayor sea este valor, el modelo es deficiente, sería cero para un modelo perfecto, pero para casos prácticos lo más cercano a cero.

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (2)$$

3. El porcentaje de error medio absoluto (MAPE): Indica que tan grandes son los errores de pronóstico comparados con los valores reales de la serie. También se puede utilizar el MAPE para comparar la precisión de esta u otra técnica sobre dos series completamente diferentes.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}}{n} \quad (3)$$

Costos en la contratación de empleados

Las variaciones en la demanda conllevan necesidades de realizar cambios en la mano de obra en las empresas, además de la mano de obra directa, las políticas también tienen una afectación en los costos. Muchos costos afectan el plan de producción [17]. En cuanto a mano de obra tenemos los siguientes:

Costos en la gestión de la fuerza de trabajo: según en la organización existen costos de rotación de los trabajadores que están relacionados con la separación de un trabajador. Al despedir trabajadores se incurre en costos directos de separación y costos similares a la pérdida de buena voluntad. Una compañía que despide trabajadores con frecuencia encuentra difícil contratarlos. También, afirma que estos están divididos en 3 categorías como se muestran en la Figura 7.

- Costo de separación de empleado que se va: costo de salario y prestaciones para la persona que gestiona el proceso de contratación y despido
- Costo de reemplazo: costo de las funciones administrativas para el reemplazo, es decir de todas las actividades del proceso de contratación.
- Costo de capacitación para el nuevo empleado: se refiere al costo del material de capacitación, honorarios del instructor externo o sueldo si es interno.

También, el sueldo y prestaciones del empleado durante el tiempo de capacitación [18].

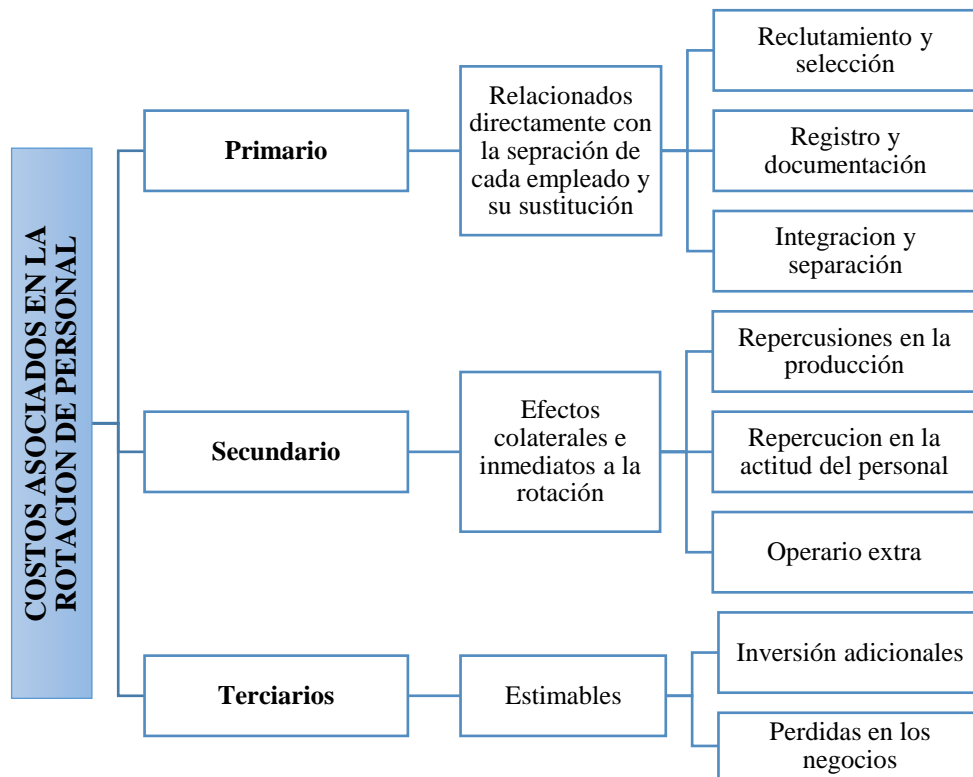


Figura 7. Costos relacionados con la rotación de personal [18].

En la organización los costos de contratación son inherentes al proceso. Según el área de gestión humana este proceso se subcontrata, es decir que el costo es el precio por cada trabajador cobrado por la empresa proveedora de personal. Así,

$$C_{CO} = CU_{CO} \times T_{CO} \quad (4)$$

Donde:

C_{CO} : Costo total para contratación de trabajadores

CU_{CO} : Costo unitario por contratación de un trabajador

T_{CO} : Número de trabajadores contratados

Otras definiciones importantes

Diagrama de Pareto: Llamado también distribución ABC, es un método para dividir el inventario disponible en tres clases con base en el volumen anual en dinero. Mediante el

principio de Pareto el cual dice: que hay “pocos artículos cruciales y muchos triviales, consiste en un diagrama de barras de las frecuencias acumulados ordenados de mayor a menor en la Figura 8 se muestra un ejemplo del diagrama ABC.

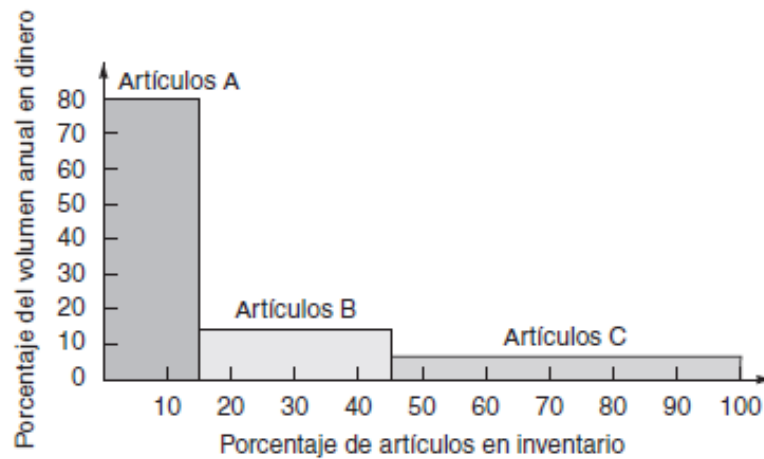


Figura 8. Representación de un diagrama ABC

- **Artículos tipo A.-** Son los productos más importantes, suelen ser que representan mayores ingresos
- **Artículos tipo B.-** Son aquellos productos de importancia secundaria.
- **Artículos tipo C.-** Este tipo de productos carecen de importancia y cuesta más hacerlos, versus el beneficio que traen

Levantamiento y descripción de los procesos

Esta es una técnica que comienza en la identificación y descripción de las actividades que conforman un proceso para lograr una representación lo más exacta posible de la realidad, permite familiarice con el proceso y el entorno de trabajo ya que obliga al investigador estar de forma presencial en la empresa en estudio [19].

La ficha de levantamiento contiene área descriptiva y de un área gráfica, que son complementarias y que deberán contener al menos la siguiente información:

- **Recursos o input:** son los recursos materiales o intangibles, que son necesarios para que el proceso genere una salida.

- **Protagonistas o actores:** Es el personal que ejecuta las actividades o tareas del proceso, pueden ser una o un grupo.
- **Salida:** Conocido también como “output”, es el resultado y la razón de ser de todo proceso.
- **Destinatario:** Puede ser interno o externo y son persona o área de trabajo que recibe la salida del proceso.
- **Indicadores:** permiten dar seguimiento y apoyo a los objetivos propuestos. En la descripción del proceso no tienen una mayor relevancia, pero si es necesario incluirlos en el levantamiento.
- **Actividades:** es la sucesión de actividades ordenadas cronológicamente que deben realizar los protagonistas o actores del proceso

Diagrama de flujo

También conocido como flujograma, es una herramienta utilizada para representar gráfica de la secuencia de las actividades en un proceso. Permite visualizar, el comienzo del proceso, tareas, los puntos de decisión y el final de este., que permite la descripción más intuitiva y analítica. Así mismo permite saber flujo de la información, los materiales, en la Figura 9 se muestra un ejemplo del diagrama de flujo [20].

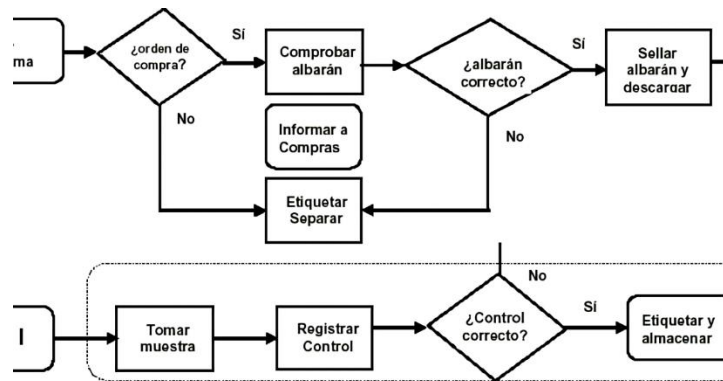









Figura 9. Ejemplo de diagrama de flujo de proceso [21]

Para el desarrollo de un diagrama de flujo se usan símbolos normalizados que se detallan en la Tabla 1.






Tabla 1. Símbolos del diagrama de flujo [22].

Símbolo	Nombre	Descripción
	Inicio/Final	Representa el inicio y final del proceso
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Dirección del flujo	Indica el orden en que se ejecutan de las operaciones
	Decisión	Permite analizar una situación, en base a dos valores, verdadero o falso
	Documento	Representa cualquier documento que aporte información al proceso
	Conector Externo	Representa el enlace en hojas diferentes de un proceso
	Conector Interno	Indica una entrada o salida de una parte del diagrama de flujo a otra, en la misma página.

Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama que muestra un proceso más detallado de la trayectoria de operaciones, materiales o equipos, resulta de gran utilidad cuando se requiere tener mayor detalle visual de las actividades que se llevan a cabo en un proceso, en la Tabla 2 se detalla la simbología usada:

Tabla 2. Símbolos de cursograma analítico [23].

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Indica las principales actividades del proceso, son actividades agregan valor a las piezas de entrada.
	Inspección	Indica una inspección de calidad y/o la verificación de la cantidad
	Transporte	Representa el movimiento de trabajadores, materiales y equipos de un lugar a otro
	Espera	Indica demora en el desarrollo de tareas.
	Almacenamiento	Es la acción de almacenar un objeto bajo vigilancia en un almacén bajo una documentación respectiva

Estudio de tiempos

Es una herramienta que permite determinar tiempos y ritmos de trabajo necesarios de una tarea para un trabajo en específico, que tiene como producto establecer los tiempos estándar que tienen un trabajador calificado.

Para desarrollar un estudio de trabajo este cuenta con las etapas que se muestran en la Figura 10.

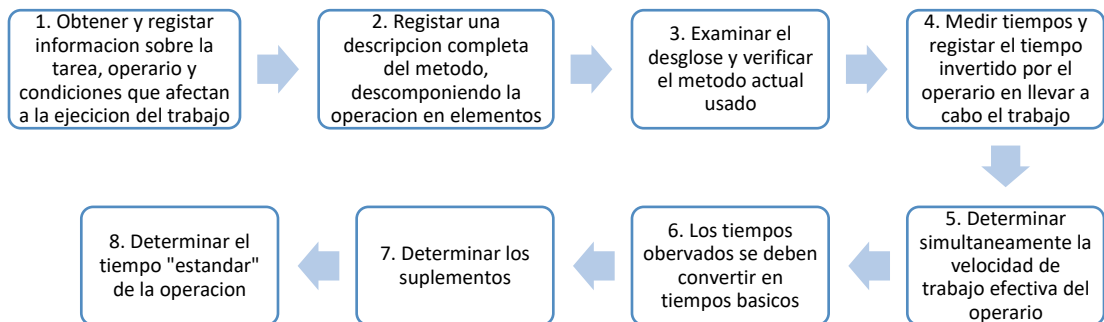


Figura 10. Etapas de un estudio de trabajo

Para el estudio de tiempo se debe conocer los siguientes términos:

- **Tiempo estándar:** es el tiempo considerado como global de la operación y está dado como la suma entre el tiempo normal y los suplementos dados.

$$Ts = TN * (1 + Suplementos) \quad (5)$$

- **Factor de desempeño:** es el rendimiento de los trabajadores calificados al realizar una actividad sin forzarse y desarrollando su trabajo naturalmente, como promedio de la jornada o turno, siempre que se respeten el método de trabajo estandarizado y que se los haya motivado para aplicarse en la Tabla 3 se dan las escalas.

Tabla 3. Valoración del ritmo de trabajo.

Escala	Descripción de desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observa

Tabla 3. Valoración del ritmo de trabajo (Continuación).

Escala	Descripción de desempeño
100	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de los del obrero calificado medio
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación de “virtuoso”, solo alcanza por unos pocos trabajadores sobresalientes.

- **Suplementos:** Es el tiempo otorgado a un trabajador con el propósito de igualar los retrasos, las demoras e incidentes que se presentan en la ejecución del trabajo. Los suplementos para concederse en el estudio de tiempos son: necesidades básicas, descanso o fatiga y por retrasos especiales.

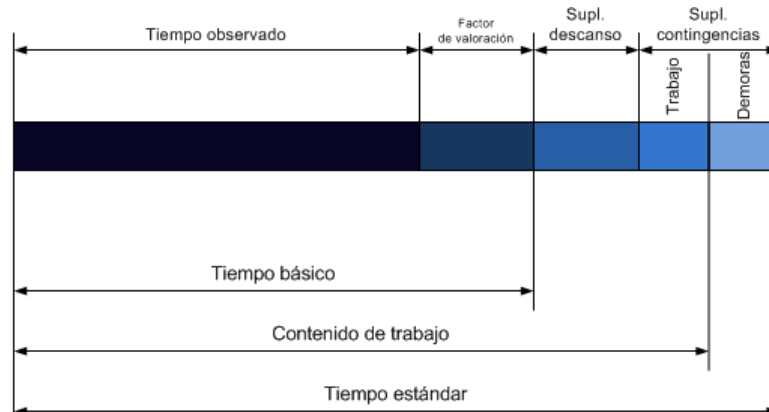


Figura 11. Composición general del tiempo estándar [24]

Método de General Electric

La tabla de General Electric mostrada en la Tabla 4, permite definir un número de muestras u observaciones a realizar mediante un tiempo de duración de la actividad ya definida [25].

Tabla 4. Número recomendado de ciclos a observar General Electric.

Tiempo de ciclo en minutos	Numero de ciclos recomendados
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40

Tabla 4. Número recomendado de ciclos a observar General Electric (Continuación).

Tiempo de ciclo en minutos	Numero de ciclos recomendados
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 – en adelante	3

Diagrama hombre-máquina

Es una representación gráfica de las actividades que el operario realiza en conjunto en la máquina de forma simultánea y cronológicamente. También es una modalidad del diagrama de actividades múltiples. Está compuesto de dos columnas y una escala de tiempo en donde se representa las actividades que lleva el operario y en la otra columna la de la máquina [26].

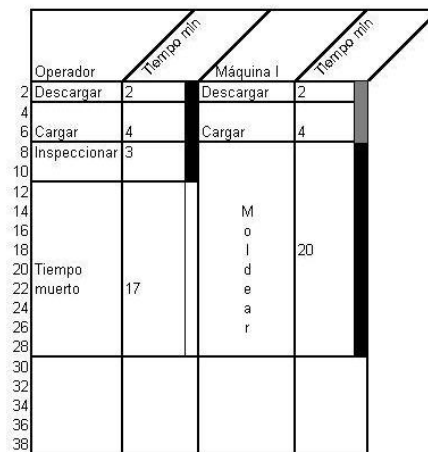


Figura 12. Diagrama Hombre – Máquina [26].

Trabajador

Con frecuencia se utiliza el término mano de obra para hacer referencia a los trabajadores, sin embargo, este hacer referencia al esfuerzo físico y mental necesario para la producción y comercialización de los productos o servicios de la empresa [27].

Tiempo de ciclo.

Es el que transcurre entre el inicio y el fin de un trabajo, se reconoce el tiempo de ciclo real que para en un proceso repetitivo es el tiempo promedio que transcurre entre el final de unidades sucesivas [9].

Atendiendo a lo anterior el tiempo de ciclo (TC) requerido se calcula de la siguiente manera

$$TC_{Requerido} = \frac{\textit{Tiempo de produccion disponible}}{\textit{Demanda diaria de unidades}} \quad (6)$$

Tiempo de procesamiento

El tiempo de procesamiento es el que transcurre mientras se trabaja en una unidad y el tiempo que transcurre mientras espera en una fila en una línea de ensamble es el tiempo de ciclo por la cantidad total de estaciones [9].

La tasa de producción

Es la cantidad de unidades a producir en un periodo determinado, las líneas de ensamble requieren que esta se alinee con la demanda, por tanto, su cálculo se realiza a través de la división de las unidades requeridas respecto al tiempo disponible del periodo.

Inventarios

El inventario es conocido como un conjunto de bienes en stock destinados a realizar una operación, ya sea de compra, alquiler, venta, uso o transformación y de esta manera asegurar el servicio a los clientes internos y externos

1.3 Objetivos

13.1 Objetivo general

Planear la capacidad de producción en la empresa lavadora y tintorería de Jeans “Ecuatintex”

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual de la empresa detallando sus recursos e instalaciones determinando su intervención directa o indirecta en el proceso productivo.
- Desarrollar un estudio de tiempos en el proceso productivo.
- Planear una propuesta de planeación de la capacidad y planeación agregada.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los recursos y materiales usados en la investigación se detallan en la Tabla

Tabla 5. Recursos materiales empleados en el desarrollo del proyecto.

Nombre	Imagen	Descripción
Computador		Usada para la elaboración del informe final, procesamiento de información y ejecución de software
Microsoft Excel		Software utilizado el procesamiento de datos como los pronósticos del año 2020.
Microsoft Word		Programa informático de editor de texto usado para elaborar fichas de recolección de información, diagramas, etc.
Oracle – Crystal Ball		Extensión de Excel para pronosticar la demanda
Cronometro		Equipo necesario para obtener tiempos en la medición de trabajo, procesos, actividades.

Tabla 5. Recursos materiales empleados en el desarrollo del proyecto (Continuación)

Nombre	Imagen	Descripción
Cámara fotográfica		Equipo usado para evidenciar el proceso de tinturado, la maquinaria usada en el área de producción.
Flexómetro		Usado para tomar las medidas entre áreas de trabajo, máquinas y recorridos de trabajador

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de investigación

Para el desarrollo de la problemática planteada es necesario de las siguientes modalidades de investigación:

Campo

Este tipo de estudio tiene como fuente la investigación en lugares abiertos donde los investigadores deben observar hechos y palpar la problemática de manera frontal, el proyecto tiene como finalidad la búsqueda de información acerca de aspectos que conforman a la empresa, como razón social, clasificación de la empresa, procesos productivos, y otros.

Documental

Por la búsqueda de información de diversas fuentes como libros, revistas, registros, dado que la mayoría de los datos se obtienen de la observación directa estas deben estar fundamentadas en el apartado de marco teórico.

Aplicada

Este tipo de investigación tiene como base la aplicación de conocimientos y avances tecnológicos e investigativos, los cuales son aplicados en este proyecto al utilizar herramientas como curso gramas, diagramas de Pareto y herramientas de la administración de operaciones

2.2.2 Población y muestra

El total de la población en la empresa Ecuatintex es actualmente de 20 (veinte) personas, como el total de la población es menor a las 100 personas, la población será la muestra, a continuación, muestra el detalle de la población:

Tabla 6. Detalle de los trabajadores en la empresa

Cargo	Cantidad
Administrativos	4
Técnicos de producción	1
Recepcionista	1
Operario de maquinas	5
Operarios de manualidades	6
Mecánicos	1
Chofers	1
Total	19

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se considerará como población a todos los trabajadores del proceso productivo según el tipo de proceso de lavado en análisis, actualmente la empresa cuenta con 14 trabajadores repartidos en las áreas de lavado, secado, centrifugado y Sand-Blass.

2.2.3 Recolección de la información

El procedimiento para obtener datos e información relevante para la investigación constaron de los siguientes pasos:

1. Establecer los objetivos: Se procede a enfocar que datos son los necesarios que den valor a la investigación y ayuden a aclarar la situación actual de la empresa.
2. Desarrollar métodos y procedimientos: Para ello se hace uso de las siguientes herramientas:

- **Recolección de datos en campo:** Por medio de vistas a la empresa para verificar las instalaciones y las áreas de producción.
- **Observación cualitativa:** En donde se toman notas del comportamiento del proceso productivo de la empresa especialmente en los trabajadores y el estado de las maquinas.
- **Documentación:** Por medio de los datos históricos de ventas de sus productos de la empresa “ECUATINTEX” además los registros de inventarios existentes en stock y demás recursos.
- **Fuentes bibliográficas:** De estudios hechos con anterioridad con el tema relacionado.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Por medio de herramientas informáticas como Excel, para analizar los datos numéricos como cantidad producida en años anterior. Así mismo los valores cuantitativos de pronósticos y errores son analizados en programas como Crystal Ball, que es una herramienta dedicada para modelos de pronósticos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

Reseña histórica

Luis Miranda y Adán Miranda actualmente propietarios de la empresa, decidieron fundar Ecuatintex en el año de 1999 que se dedica hasta la actualidad al lavado y tintorería de Jeans. Fundaron la empresa con un préstamo y comenzando con maquinaria rudimentaria, instalaciones inadecuadas y escaso personal. Iniciaron la prestación de sus servicios en las calles Seymour y Tortuga en la ciudad de Ambato. Pero debido a la gran demanda que la empresa generaba en el año 2007 compraron maquinaria apropiada, capacitaron a sus empleados y sus instalaciones se trasladaron a Huachi Totoras donde funciona hasta la actualidad. Cada día la empresa se esfuerza por crear una cultura de mejora continua con responsabilidad social y ambiental brindando un servicio de calidad a sus clientes.



Figura 13. Logotipo de la empresa Ecuatintex

Ubicación de la empresa

La empresa Ecuatintex está ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en la parroquia Huachi Totoras, barrio el Mirador camino de Santa Rosa vía el Empalme.

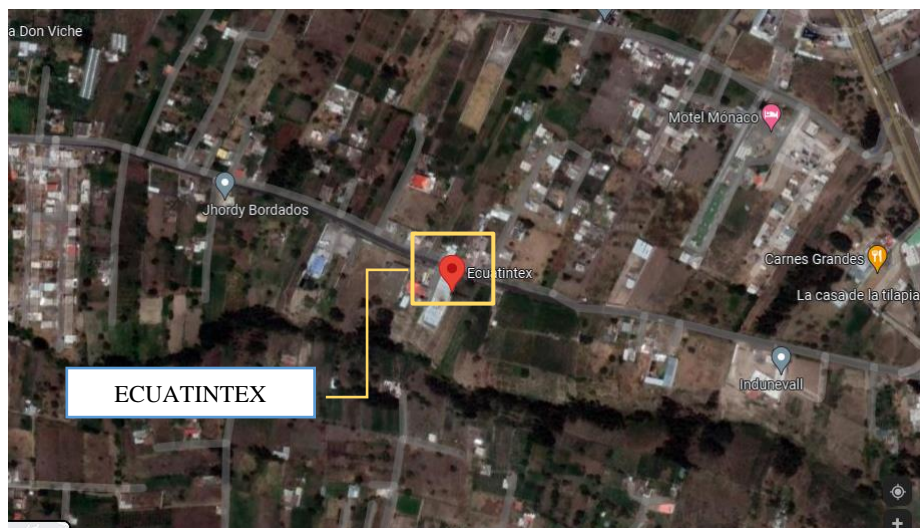


Figura 14. Ubicación de la empresa Ecuatintex

Datos generales de la empresa

Tabla 7. Datos de la empresa

Nombre Comercial	Ecuatintex
Gerente-Propietario	Luis Alberto Miranda Masabanda
Actividad Económica	Actividades de lavado y planchado de prendas de vestir
Provincia	Tungurahua
Ciudad	Ambato
Parroquia	Huachi Totoras
Teléfono	032 488 084
Celular	099 5866 627
Correo Electrónico	ecuatintex@hotmail.com

Organización de la empresa

- **Gerente:** Sr. Luis Miranda
- **Personal administrativo:** 2
- **Empleadores:** 2 (dueños de la empresa)
- **Trabajadores:** 20

Misión: Ecuatintex empresa ambateña dedicada a los servicios de lavandería y tintorería de Jeans ofrece gran variedad de procesos de lavado con confort y calidad en cada uno de sus procesos para satisfacer sus necesidades, destacándose además por

su dedicación a la constante formación, capacitación y desarrollo de sus colaboradores, respeto integral al medio ambiente y compromiso con el desarrollo del país

Visión: Trascender, en 5 años, a ser una de las principales empresas de lavandería y tintorería de Jeans del país mejorando cada día la calidad en nuestros servicios, que tiene características de calidad, diseño, confort, presentación y otros aspectos que nos permite competir sin ningún inconveniente y capacitando constantemente al personal e innovando nuestra tecnología

Producción de la empresa

En la empresa Ecuatintex, se trabaja en una jornada de 8 horas y normalmente recurren a trabajar en tiempo extra cuando la demanda es alta. La producción siempre depende del número de pedidos que tenga la empresa como la disponibilidad del número de máquinas para su uso. La demanda para el lavado y tinturado se estima que mensualmente se recibe 42000 prendas aproximadamente. Estas prendas normalmente pueden ser de tela jeans gabardina, índigo y tela APT, así mismo pueden ser prendas de vestir para niños, hombres o mujeres.

Descripción del proceso de producción

Ecuatintex es una empresa que cuenta con una distribución de planta por proceso por lo cual cuenta con cinco áreas específicas para su proceso productivo las cuales son; recepción, lavado, secado, manualidades y sand-blass.

Dependiendo el tipo de lavado o manualidad que se le dará a la prenda los lotes pueden o no pasar por las áreas de manualidades o sambas. A continuación, en la Figura 14, se describen las operaciones de cada área, así mismo se presenta el flujograma que muestra las relaciones en cada proceso de forma general para los servicios de lavado.

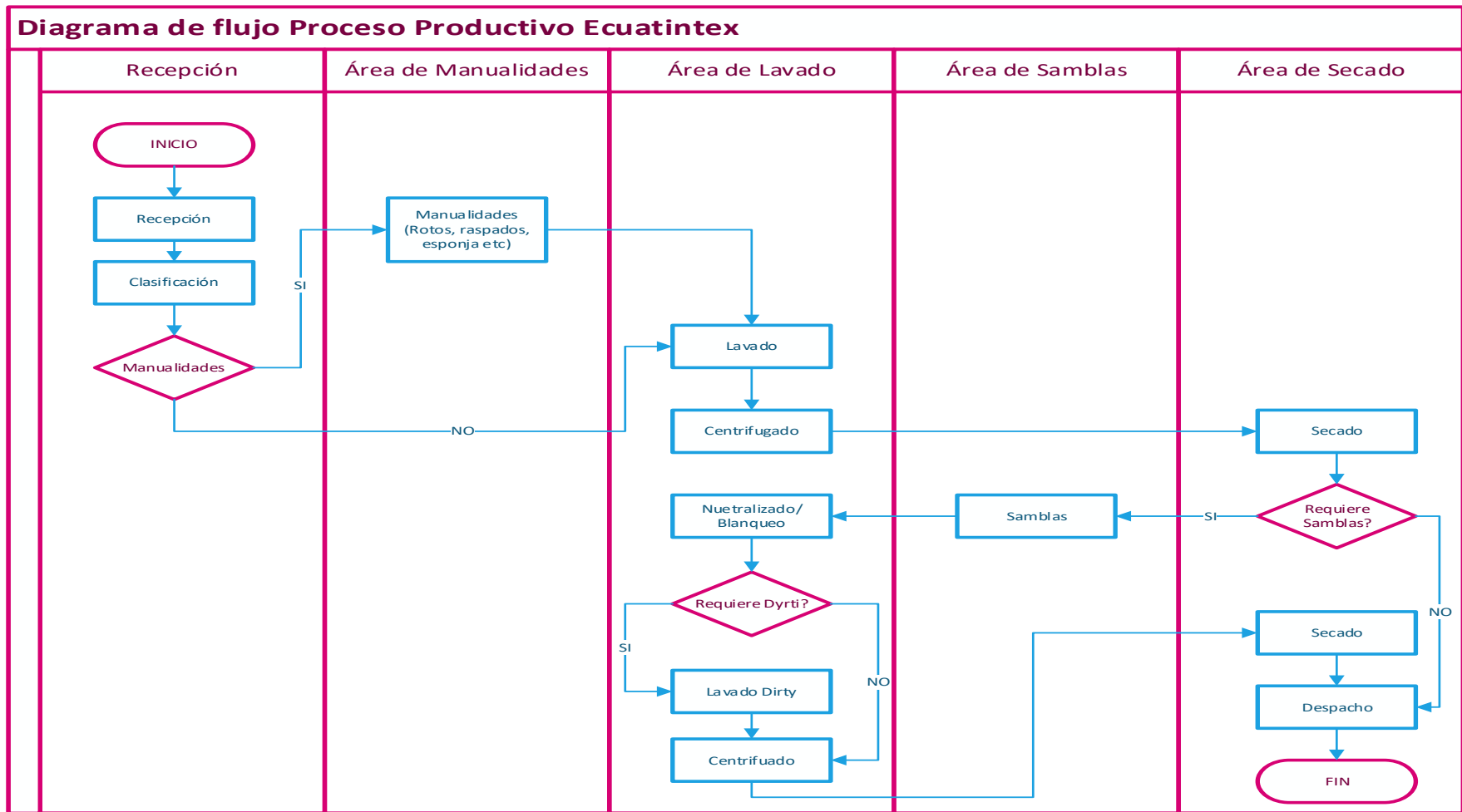


Figura 15. Diagrama general del proceso productivo de lavado en la empresa

Recepción y clasificación

Para este proceso se consideran la cantidad de prendas a ser procesadas para un servicio de lavado que provienen de los clientes. Aquí se reciben los jeans para ser procesados de tal manera que se defina el proceso de lavado o manualidad que se va a realizar en cada una de las prendas, es decir: Ston, Sucio, tinturado directo, reserva entre otros. Además, se define el tiempo o plazo de entrega de las prendas procesadas, así como el costo del servicio prestado por la empresa.



Figura 16. Recepción de materia prima

Así mismo se agrupan las prendas de vestir en lotes según el tipo de servicio de lavado o modelo de manualidad que se vaya a realizar o según el color que se le va a dotar a los jeans. De igual manera se clasifica y organiza a los jeans por su talla, puesto que en los procesos subsecuentes como el lavado y tinturado es de suma importancia considerar el peso de estas prendas para la formulación química.



Figura 17. Clasificación y organización de prendas

Finamente cada lote que se procesara es pesado en kilogramos para que el encargado de la formulación química realice la concentración de químicos y tintes necesarios para tinturar.



Figura 18. Pesado de las prendas en kilogramos

Procesos de manualidades

En esta fase se realizan las diversas modificaciones de las prendas de vestir, considerando cada una de las especificaciones detalladas por los clientes, dichas modificaciones hacen referencia al diseño o presentación de los jeans; pudiendo ser una o más manualidades por prenda por lo general son; rotos, desgastes con motor, flechas, arrugas entro otros.



Figura 19. Área de manualidad en prendas jeans

Lavado

En este proceso productivo todos los lotes clasificados y organizadas anteriormente o bien los lotes que ha sido procesados en el área de manualidades son depositados en

las lavadoras, para adjuntarles ciertos químicos que dan color a los jeans, existen variedad de colores y tonos para diferentes tipos de telas como son tinturados, Ston, reactivo, entre otros.



Figura 20. Área de lavandería de la empresa

Proceso de Centrifugado

Una vez finalizado el enjuagado final de cualquier tipo de lavado, todas las prendas son depositadas en una máquina denominada centrifugadora, con el propósito de exprimir o eliminar cierto porcentaje de agua presente en las prendas de vestir.



Figura 21. Máquina centrifugadora

Proceso de Sand-Blass

Es un proceso donde se aplica una capa de permanganato con un soplete de aire comprimido en ciertas partes de las prendas de vestir, el resultado en la prenda final es un tono más claro en la sección donde se aplicó en químico después de un lavado posterior.



Figura 22. Área de SandBlas, pantalones procesados

Proceso de neutralizado o blanqueado

Se realiza este tipo de proceso solo a las prendas que han pasado por el área de sand-blass, dentro de este proceso se añaden químicos que ayudan a cambiar de tono el color del permanganato, de la tela de las prendas jeans, lo cual se logra con la ayuda de metabisulfito o cloro.



Figura 23. Proceso de neutralizado.

Proceso de lavado Dirty

Es un proceso de lavado adicional que se lo puede agregar a ciertos servicios de lavado y telas, más adelante se detalla los procesos compatibles con este tipo de proceso. Consiste en dar un tono más oscuro a las prendas con Sandbass, ya que un SandBlas normal es un tono blanco, el Dirty se puede dar tonos como azul, café, grises, etc.



Figura 24. Prendas añadidas el Proceso Dirty

Proceso de Secado

Esta área se dedica a realizar el secado de las prendas de cada lote eliminando la humedad existente en cada una de ellas al 100%, pueden ser dos tipos de secado; secado medio y secado final depende del servicio de lavado en las prendas.



Figura 25. Área de secado

Para el secado final una vez finalizado el operario clasifica y ordena las prendas de acuerdo con la marca de cada cliente y lo traslada al área de productos terminados para su posterior entrega.



Figura 26. Bodega de productos terminados

Despacho y entrega

La entrega puede ser por cuenta propia de los clientes o por parte de la lavandería ya que cuenta con dos furgones para entrega a domicilio.



Figura 27. Despacho de las prendas procesadas

Descripción de los diferentes servicios de lavado

La empresa ofrece los servicios detallados en la tabla 8.

Tabla 8. Servicios de lavandería y tintorería que oferta la empresa

SERVICIO DE LAVADO
Sucio - Sucio Especial
Sucio Plomo Jeans
Stone -Super Stone
Prelavado
Tint Jeans Colores
Tint Colores Directos
Tint Colores Reactivos
Tint Negro
Envejecido - Industrial
Proceso Reserva
Disperso

Cabe señalar que solo para los procesos como tinturados directos y colores reactivos no se realizan manualidades ni sandblas esto se debe al tipo de tela que se usa.

Para el lavado tipo tinturado reactivos y directos existe una gran variedad de colores, se trata de un proceso para telas tipo APT, la tabla 9 se enlista los colores que ofrece la empresa.

Tabla 9. Colores en tela APT

Colores Directos	Aceituna, amarillo beige, blanco, celeste, celeste bebe, chicle, coral, fuxia camel, ladrillo mostaza palo de rosa, plomo claro rosado tabaco, taxo cocoa
Colores Reactivos	Azul eléctrico, azul, marino, quemado, rojo, turquesa, verde, limón, vino, plomo rojizo, plomo oscuro, verde brasil, naranja café

Agrupación por familias de productos

Existe una gran variedad de colores que se pueden dar a las prendas y depende del químico que se va a usar y la concentración de este en parte por millón (ppm) por cada litro de agua en el proceso de lavado, todo dependiendo de las necesidades y requerimientos de cliente.

La agrupación se basa a juicio y experiencia del técnico encargado de la formulación química así mismo del área de contabilidad, se tiene procesos de lavado que tenga mismas características y actividades tanto de la parte operaria como de la máquina, se procese a clasificar por grupos a los diferentes lavados que ofrece la empresa de forma general, en la tabla 10 se muestra el resumen.

Tabla 10. Lista de lavados agrupados en familias

PROCESOS DE LAVADO GENERAL	
1	INDUSTRIAL
2	NEGRO
3	PRELAVADO
4	RESERVA
5	STON-SUCIO
6	SULFUROSO
7	TINTURADO

Análisis ABC

Se determina los productos con mayor demanda, por lo que se analiza el registro de ventas del año 2019, mediante el desarrollo de un análisis ABC, así también el diagrama de Pareto. En la Tabla 11 se muestra las cantidades mensuales de cada proceso de lavado.

Tabla 11. Cantidades producidas en año 2019 por mes

	INDUSTRIAL	NEGRO	PRELAVADO	RESERVA	SULFUROSO	TINTURADO	SUCIO-STON
Enero	702	2.589	148	5.876		5.961	14.491
Febrero	1.517	1.919	1.120	9.132		10.682	25.231
Marzo	1.859	2.782	713	7.205		4.318	23.401
Abril	1.698	3.265	105	7.482	299	4.047	24.908
Mayo	1.179	2.913	339	7.129		5.946	24.558
Junio	3.838	2.559	1.581	9.617	358	8.105	27.091
Julio	2.838	2.916	2.285	9.436		7.294	29.973
Agosto	1.771	3.488	588	13.136		7.892	26.133
Septiembre	1.801	2.643	1.166	13.469		4.954	24.979
Octubre	1.523	1.620	194	11.184		5.228	25.802
Noviembre	3.140	2.279	2.398	15.862		12.176	25.693
Diciembre	5.673	4.513	358	19.431		12.028	47.145

Para el análisis ABC no se toma en cuenta la cantidad de servicios anuales sino las ventas totales de cada familia, ya que representa utilidad para la empresa. En la siguiente tabla se muestran los valores monetarios en año 2019 de cada tipo de lavado prestado a los clientes

Tabla 12. Ingresos por cada producto producido en el año 2019

Mes	INDUSTRIAL	NEGRO	PRELAVADO	RESERVA	SULFUROSO	TINTURADO	SUCIO-STON
Enero	\$599,06	\$2.742,15	\$214,85	\$5.312,61		\$ 5.198,88	\$ 7.013,23
Febrero	\$861,74	\$2.553,95	\$2.903,55	\$9.949,43		\$ 9.197,29	\$ 12.395,41
Marzo	\$2.285,20	\$2.069,16	\$334,86	\$3.021,62		\$ 3.971,78	\$ 8.660,40
Abril	\$1.667,72	\$2.931,77	\$441,60	\$4.391,74	\$ 30,30	\$ 2.990,46	\$ 10.037,17
Mayo	\$1.289,00	\$2.365,68	\$247,12	\$4.120,36		\$ 4.438,49	\$ 8.634,34
Junio	\$2.163,99	\$2.499,16	\$1.004,65	\$3.691,41	\$ 75,42	\$ 5.535,77	\$ 12.026,77
Julio	\$1.872,50	\$3.830,02	\$953,60	\$4.600,93		\$ 4.606,65	\$ 12.008,95
Agosto	\$3.583,54	\$2.439,03	\$594,00	\$4.464,14		\$ 4.606,65	\$ 12.846,77
Septiembre	\$1.582,00	\$2.141,54	\$743,72	\$5.541,84		\$ 3.497,51	\$ 12.141,43
Octubre	\$1.825,07	\$1.090,73	\$215,25	\$4.068,99		\$ 1.498,30	\$ 12.998,81
Noviembre	\$2.607,99	\$2.496,43	\$1.244,45	\$7.540,65		\$ 9.024,59	\$ 14.812,83
Diciembre	\$5.140,70	\$4.008,68	\$325,00	\$8.465,44		\$ 8.480,78	\$ 24.273,01

A continuación, la producción mensual de cada tipo de lavado la llevamos cantidades totales al año mediante formula 7;

$$Demanda\ total_{Industrial} = \sum_{i=1}^n Di \quad (7)$$

Donde

- *D*: Demanda
- *i*: periodo de mes

***Demanda total*_{Industrial}**

$$= \$702 + \$1.517 + \$1.859 + \$1.698 + \$1.179 + \$3.838 + \$2.838 \\ + \$1.771 + \$1.801 + \$1.523 + \$3.140 + \$5.673 = \$ 27539$$

Realizamos la misma operación para contabilizar el total de las ventas anuales para cada tipo de lavado y a continuación, con el valor monetario de ventas se ordena de manera descendente de mayor a menor como se muestra en la Tabla 13 para determinar el porcentaje de participación de cada familia en base a las ventas totales anuales.

Tabla 13. Sumatoria total de cada tipo de lavado

TIPO DE LAVADO	CANTIDAD	VENTAS
SUCIO-STON	319405	\$146.261,96
RESERVA	128959	\$65.169,16
TINTURADO	88632	\$62.789,67
NEGRO	33485	\$31.168,31
INDUSTRIAL	27539	\$25.478,51
PRELAVADO	10995	\$9.222,65
SULFUROSO	657	\$105,72
TOTAL	609672	\$340.195,98

Mediante la fórmula 8 se calcula el porcentaje de participación, se aplica para cada familia, solo se presenta la del primer servicio de lavado, ya que el proceso de cálculo es el mismo:

$$\% \text{ de participación} = \frac{\text{Ventas de cada servicio}}{\text{Cantidad total de ventas}} \quad (8)$$

$$\% \text{ de participación} = \frac{\$ 146.261,96}{\$340.195,98} \quad (9)$$

$$\% \text{ de participación} = 42,99\% \quad (10)$$

A continuación, se calcula el porcentaje acumulado para lo cual se emplea la siguiente ecuación 11:

$$\% \text{ de participación acumulado} = \% \text{ de participación}_{i-1} + \% \text{ de participación}_i \quad (11)$$

$$\% \text{ de participación acumulado} = 0\% + 42,99\% \quad (12)$$

$$\% \text{ de participación acumulado} = 42,99\% \quad (13)$$

En la Tabla 14, se indica el análisis ABC de los servicios de lavado de la empresa con los respectivos resultados obtenidos de los cálculos empleando las ecuaciones anteriores.

Tabla 14. Análisis ABC de los servicios de la empresa Ecuatintex

Servicio lavado	Ventas	% Participación	% Acumulado	Clasificación
SUCIO-STON	\$146.261,96	42,99%	42,99%	A
RESERVA	\$65.169,16	19,16%	62,15%	A
TINTURADO	\$62.789,67	18,46%	80,61%	A
NEGRO	\$31.168,31	9,16%	89,77%	B
INDUSTRIAL	\$25.478,51	7,49%	97,26%	C
PRELAVADO	\$9.222,65	2,71%	99,97%	C
SULFUROSO	\$105,72	0,03%	100,00%	C
TOTAL	\$340.195,98			

Finalmente, se procede a la clasificación de las familias de servicios acorde los porcentajes de participación indicados en la Tabla 15.

Tabla 15. Resumen del análisis ABC de primer nivel

Participación estimada	Clasificación de n	n	Participación n	Ventas	Participación Ventas
0 % - 80 %	A	3	43%	\$274.220,79	81%
81 % - 95 %	B	1	14%	\$31.168,31	9%
96 % - 100 %	C	3	43%	\$34.806,88	10%
	TOTAL	7	100%	\$340.195,98	100%

Análisis del diagrama ABC

El diagrama ABC de los servicios de lavado se muestran en la Figura 27.

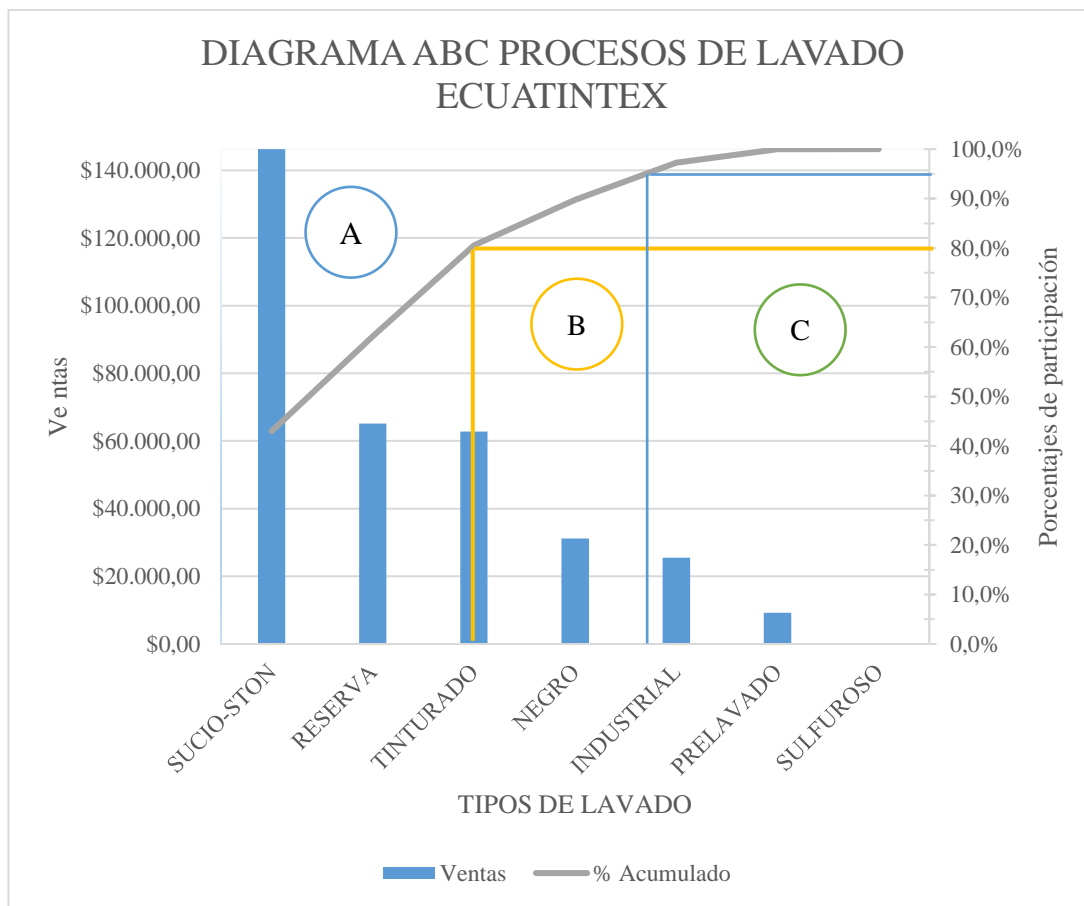


Figura 28. Diagrama ABC en la empresa.

Los valores económicos de las ventas de los productos clase A son de \$274.220,79 y esto conlleva a una participación del 81% de las ventas de la empresa, es decir 8 veces la participación de los productos B. Desde otro punto de vista los productos B representan un valor de \$31.168,31 que es un 9% del porcentaje de las ventas de Ecuatintex. Finalmente, los productos que se encuentran dentro de la clasificación C tienen un valor de \$34.806,88 que representan un porcentaje del 10% de las ventas de la empresa anualmente.

Resultados gráfica ABC de primer nivel

Los valores numéricos de las ventas que la empresa generó durante el año fiscal 2019 se pueden reflejar que los servicios de clase A son el lavado Sucio-Ston, Reserva y Tinturados mismo que son usados para el análisis en el proyecto investigativo

Descripción de los servicios de lavado en análisis



Los productos estrella en análisis corresponde a 3 tipos diferentes de lavados que se describen en la Tabla 16.

Tabla 16. Descripción de los servicios estrella de la empresa Ecuatintex

ITEM	CÓDIGO GENERAL	NOMBRE	Medida
1	LSUC01	Sucio -Ston	Unidad
2	LPRS01	Reserva	Unidad
3	LTRC01	Tinturados	Unidad


Los diferentes productos corresponden a un conjunto de tipos de lavado de prendas que van desde el ingreso de las prendas sin procesar, hasta culminar todo el proceso, basados en los resultados obtenidos del ABC realizado anteriormente, se muestra a continuación una breve descripción de los servicios de lavado en estudio en la Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 17. Matriz Informativa de lavado de Sucio

	TIPO DE LAVADO	Sucio-ston	Presentación
	TELAS	INDIGO	
	CODIGO	LSUC01	
Colores/tonos	Nombre comercial	Descripción	
Azul Industrial, Azul cielo Turquesa, Café Verde, Pardo, Canel, Gris Lila Uva	SUCIO/STON	Diferentes tonos de azul, desde claros a más oscuros.	


Este servicio de lavado sucio-ston, además agrega decoraciones en la tela realizado en el área de manualidades, también se realiza el sandblass y se le agrega una fina capa de permanganato para luego ser lavado con un proceso llamado dirty.

Tabla 18. Matriz Informativa de lavado de Reserva

	TIPO DE LAVADO	Dirty	Presentación
		TELAS	INDIGO
	CODIGO	LPRS01	
Colores/tonos	Nombre comercial	Descripción	
Trapos 1	RESERVA O	Efecto tipo	
Trapos 2	TRAPEADOS	nube en la prenda jean, colores	

El servicio de lavado reserva es uno de los servicios más laboriosos que presenta la empresa y requiere de dos lavados, y muchos procesos en cadena especialmente en el área de lavado, más adelante se detalla con profundidad de las áreas necesarias para cumplir todo el proceso.

Tabla 19. Matriz Informativa de lavado de Tinturado reactivo

	TIPO DE LAVADO	Dirty	Presentación
		TELAS	APT
	CODIGO	LPRS01	
Colores/tonos	Nombre comercial	Descripción	
Azul Industrial, Azul cielo, Turquesa, Café, Verde, Pardo, Canel Gris	RESERVA	Colores reactivos, especial para gabardinas y sin ningún efecto de color.	
Lila Uva			

Levantamiento de procesos productivos de la empresa Ecuatintex

Para el levantamiento de procesos se observa el proceso en campo, para recopilar la información actual de los procesos de la empresa Ecuatintex desde la recepción de materia prima hasta el despacho de las prendas, donde se identifica las actividades más relevantes junto con las entradas y observaciones necesarias, para completar un correcto levantamiento de procesos

Tabla 20.- Levantamiento del proceso de recepción


	LEVANTAMIENTO DE PROCESO RECEPCIÓN Y CLASIFICACIÓN		Página: 1 de 1
			Código: P-RMP1
	Proceso	Recepción de materia prima	
	Subproceso	Recepción y clasificación	
Area: Recepción	Responsable	Recepcionista	
Objetivo	Ingresar las prendas (jeans) para realizar diferentes tipos de servicios según la orden del cliente en lotes		
Entradas	Prendas Jeans, APT		
Salidas	Jeans con el servicio definido		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Cliente		
Cliente	Proceso de Clasificación		
Indicadores	Prendas ingresadas al sistema		
PROCESO			
	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Recibir prendas		
2	Trasladar las prendas al área de recepción	Ubicar adecuadamente las prendas en rumas	
3	Contabilizar las prendas	Verificar la calidad y cantidad de prendas	
4	Realizar la orden de recepción	Verificar la calidad y cantidad de prendas	
5	Organizar las prendas de acuerdo con el tipo de manualidades o tipo color	Agrupar en rumas las prendas con variabilidad de tallas	
6	Registrar los presos en la orden de producción		
7	Traslado y manejo de los lotes		
Nota: Los lotes quedan en espera hasta ser procesados por las otras áreas			

Tabla 21.- Levantamiento del proceso de manualidades



	LEVANTAMIENTO DE PROCESO MANUALIDADES		Página: 1 de 1
			Código: P-MD01
	Proceso	Manualidades	
Subproceso	Recepción y clasificación		
Area: Recepción	Responsable	Recepcionista	
Objetivo	Realizar decoraciones a las prendas de cada lote		
Entradas	Lotes con prendas llanas		
Salidas	Lotes de prendas con decoraciones		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Recepción y Clasificación		
Cliente	Lavado		
Indicadores			
PROCESO			
	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Recibir prendas de área de recepción		
2	Revisar las manualidades que se realizar en el lote	Datos en la orden de producción	
3	Elaboración de manualidades en cada lote		
4	Ordenar las prendas y contabilizar		
5	Trasladar al siguiente proceso		

Tabla 22. Levantamiento de proceso de Sand-Blass

	LEVANTAMIENTO DE PROCESO SANDBLAS		Página: 1 de 1
			Código: P-MSAN
	Proceso	Manualidad	
	Subproceso	Sandblass Desgaste	
Area: Lavanderia	Responsable	Sandblastero	
Objetivo	Brindar a la prenda un efecto de focalizado o degradado en ciertas secciones de la prenda		
Entradas	Jeans, agua, soluciones de permanganato metabisulfito. Detergente		
Salidas	Jeans con efecto de focalizado o degradado		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Secado, Manualidades		
Cliente	Lavandería Proceso de Neutralizado		
Indicadores			
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Preparar las prendas para realiza el sandblass	Meter bolsillos, estirar pretinas, subir cierres	
2	Colocar de forma ordenada las prendas en el tablero de trabajo	Sujetar las prendas con pinzas en el tablero vertical	
3	Cargar la pistola con la solución de permanganato	La solución de permanganato va de acuerdo con la intensidad de la mancha	
4	Realizar el sandblass en las zonas requeridas	Realizar las manchas según donde pida el cliente	
5	Colocar en coche para el siguiente proceso		

Levantamiento del proceso: Lavado Reserva

Este tipo de lavado consiste en dar un tono de efecto nube a toda la prenda, con lleva múltiples tareas para llegar a ese efecto:

Tabla 23. Levantamiento del proceso de lavado Reserva



	LEVANTAMIENTO DE PROCESO LAVADO RESERVA		Página: 1 de 2
			Código: LPR01
	Proceso	Lavado	
	Subproceso	Lavado reserva	
Area: Lavanderia	Responsable	Maquinista	
Objetivo	Lavar las prendas de acuerdo con el efecto (nube), que desea el cliente		
Entradas	Prendas: Jeans, trapo Material Químico: Agua, blanqueador, suavizante, sacos permanganato, metabisulfito, sosa, secuestrante, estabilizador de peróxido, peróxido, brillo óptico, detergente, alfamilasa, ácido acético, enzima acida, dispersante, humectante		
Salidas	Jeans con efecto nube, trapos		
Recursos	Humanos, material y tecnológico		
Proveedor	Clasificación, área de manualidades		
Cliente	Centrifugado		
Indicadores	Prendas ingresadas al sistema		
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Cargar la máquina con las prendas Jeans y agua	Las cantidades de agua alfamilasa, ácido acético, enzima acida, dispersante, humectante, se añadirán de acuerdo con la orden de producción	
2	Encender la máquina para realizar el desengomando	Proceso de 10 min establecidos	
3	Realizar enjuague de reboce	Consiste en añadir más agua sin botar la que se usó para le desengomado	
4	Sacar las prendas en un coche de transporte		
5	Acomodar las prendas una sobre otra, dejándolas escurrir por un momento.	Verificar que no está doblada la ropa, los bolsillos deben estar por dentro, estirar las pretinas y subir las cremalleras.	
6	Prepara la mezcla para el trapeado	En la orden de producción constara la cantidad de agua, cloro, sosa y trapos	
7	Agarrar y sumergir los trapos en la mezcla	Los trapos deben estar totalmente mojados por la mezcla	
8	Colocar los trapos en la lavadora	Distribuir de manera uniforme en toda la máquina	

Tabla 23. Levantamiento del proceso de lavado Reserva (continuación)

	LEVANTAMIENTO DE PROCESO LAVADO RESERVA		Página: 1 de 2
			Código: LPR01
	Proceso	Lavado	
	Subproceso	Lavado reserva	
Area: Lavandería	Responsable	Maquinista	
9	Cubrir los trapos con sacos (Solo en máquinas de tambor horizontal)	Los sacos ayudan a no contaminar los primeros pantalones que se ubican en la lavadora	
10	Trasladar y ubicar las prendas en la lavadora	Si es en máquina de tambor vertical, las prendas son arrojadas con la máquina encendida	
11	Realizar el trapeado de prendas	El un lote de 45 prendas el tiempo de operación es de 15 min	
12	Neutralizar la mezcla de cloro y sosa	Usar metabisulfito de sodio	
13	Enjugar	Usar detergente	
14	Descargar la máquina	Separar prendas y trapos en coches diferentes-	
15	Colocar en un coche para el siguiente proceso	-	

Levantamiento de proceso: Lavado Sucio

Proceso que se lo realiza en el área de lavado, normalmente se lo realiza el Dirty directo, en cual es más rápido y requiere de menos recursos y adicional se lo agrega SandBlas, la Tabla 24 muestra las actividades necesarias.

Levantamiento de proceso: Lavado Tinturado

Proceso que realiza se el área de lavado es un proceso para telas especiales APT (apto para teñir), no requiere de otro proceso secundario ya que es considerado un color salido uniforme para toda la prenda, por lo tanto, una vez realizado las actividades que se detallan en la Tabla 25, pasan al centrifugado, secado y despacho.

Tabla 24. Levantamiento del proceso de lavado Sucio



	LEVANTAMIENTO DE PROCESO SUCIO		Página: 1 de 1
			Código: LS
	Proceso	Lavado	
	Subproceso	Matizado en telas Jeans	
Area: Lavanderia	Responsable	Maquinista	
Objetivo	Obtener prendas de varios colores en tela jeans según lo que requiere el cliente		
Entradas	Jeans, humectante, secuestrante, tintas directas, igualante, sal, fijador, suavizante, agua.		
Salidas	Prendas de diferentes matices		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Clasificación		
Cliente	Centrifugado		
Indicadores			
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Cargar la máquina con las prendas jeans y agua		
3	Realizar el desengome de las prendas,	Se añade alfamilasa, dispersante, ácido acético y la encima acida por 10 min en la máquina encendida	
4	Solicitar orden de producción en bodega		
6	Stoneado de la prenda,	Se una encima neutra por 20 min en la máquina encendida	
8	Humectado del lote	Uso de secuestrante e igualante. Dejar actuar por 5 min	
9	Teñido con tita disuelta		
10	Subir y controlar la temperatura a 60°C de agua	Se debe Añadir sal por 1	
13	Fijado de lote en proceso	Dejar actuar por 5 min	
14	Enjuague final		
15	Apagar la máquina y sacar las prendas		
16	Colocar las prendas en un coche para el siguiente proceso		


Tabla 25. Levantamiento de proceso de lavado tinturado

	LEVANTAMIENTO DE PROCESO TINTURADO REACTIVO		Página: 1 de 1
			Código: LTRC01
	Proceso	Lavado	
	Subproceso	Tinturado de Colores	
Area: Lavanderia	Responsable	Maquinista	
Objetivo	Obtener prendas de varios colores según lo que requiere el cliente		
Entradas	Prendas de tela APT, humectante, sosa, secuestrante, detergente, tintas reactivas, carbonatos, igualante, sal, fijador, ácido acético, suavizante, agua, Max Color		
Salidas	Prendas más brillantes		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Clasificación		
Cliente	Centrifugado		
Indicadores			
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Cargar a máquina con las prendas APT y agua		
2	Pre-blanqueo	Añadir la sosa, secuestrante y humectante. Las cantidades están en la orden de producción	
3	Subir y controlar la temperatura	Mantener una temperatura de 40°C, dejar actuar por 10 min	
5	Humectación de lote	Añadir el humectante, secuestrante e igualmente. Dejar actuar por 10 min	
6	Teñido de lote	Añadir la tinta disuelta	
7	Subir y controlar la temperatura a 60°C	Mantener una temperatura de 60 °C dejar actuar por 5 min y con sal	
8	Añadir sal	Dejar actuar unos 5min	
9	Añadir el carbonato disuelto, y luego la sosa	Dejar actuar por 30min	
10	Fijado	Dejar actuar por 5 min	
12	Proceso con Max	Dejar actuar por 5 min	
13	Añadir acético	Dejar actuar por 5 min	
14	Enjuague de las paradas	Según los ciclos necesarios en la orden	
15	Apagar la máquina y sacar las prendas		
16	Colocar las prendas en un coche para el siguiente proceso		

Levantamiento del proceso: Centrifugado

Proceso que se realiza en el área de lavado, y dependiendo del tipo de lavado los lotes centrifugados pueden dirigirse a diferentes procesos, para que la máquina centrifugadora realice el escurrido de los jeans se realizan las siguientes actividades, como se detallan en la Tabla 26.


Tabla 26.- Levantamiento del proceso de centrifugado

	LEVANTAMIENTO DE PROCESO CENTRIFUGADO		Página: 1 de 1
			Código: P-CTR
	Proceso	Centrifugado	
	Subproceso		
Area: Lavandería	Responsable	Maquinista	
Objetivo	Ecurrir el agua de las prendas para reducir el tiempo de secado.		
Entradas	Lotes de prendas mojados		
Salidas	Lotes semisecos		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Lavado		
Cliente	Secado		
Indicadores			
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Transportar las prendas a la máquina centrifuga	La máquina centrifuga puede abarcar 200 prendas con variabilidad de tallas	
2	Coger y acomodar las prendas en la máquina	Ubicar correctamente las prendas para que la máquina no se sacuda bruscamente	
4	Centrifugado	El tiempo predeterminado de operación de la máquina es de 16 min	
5	Apagar y detener la máquina	Esperar que la máquina este totalmente detenida	
6	Sacar y colocar las prendas en un coche de transporte	-	
7	Transportar las prendas al área de secado	Dejar ubicados los coches de acuerdo con el orden de salida	

Levantamiento del proceso: Secado

Para que las prendas queden totalmente secas se realizan las actividades que se describen en la Tabla 27.


Tabla 27. Levantamiento del proceso de secado

	LEVANTAMIENTO DE PROCESO SECADO		Página: 1 de 1
			Código: P-SEC
	Proceso	Centrifugado	
	Subproceso		
Area: Secado	Responsable	Maquinista	
Objetivo	Eliminar la humedad de las prendas en su totalidad		
Entradas	Lotes de prendas semisecos		
Salidas	Lotes totalmente secos		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Centrifugado		
Cliente	Secado		
Indicadores			
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Cargar la máquina con las prendas en la secadora	Observar que las prendas sean del mismo lote de servicio solicitado	
4	Secado de lotes de prendas	El tiempo predeterminado de operación de la máquina es de 1 h	
7	Descargar la máquina y ordenar las prendas	Ordenar por lotes de cada	
8	Trasladar al área de productos terminados	Ubicar en rumas los diferentes lotes	

Levantamiento del proceso: Despacho

Los productos terminados son despachados siguiendo las siguientes actividades mostradas en la tabla 28.

Tabla 28. Levantamiento de proceso de despacho

	LEVANTAMIENTO DE PROCESO DESPACHO		Página: 1 de 1
			Código: P-DES
	Proceso	Despacho	
Area: Bodega	Responsable	Maquinista	
Objetivo	Despachar las prendas para su posterior entrega		
Entradas	Lotes de prendas semisecos		
Salidas	Lotes totalmente secos		
Recursos	Humanos, material		
Proveedor	Secado		
Cliente	Secado		
Indicadores			
PROCESO			
N°	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	
1	Contabilizar prendas	Verificar la calidad del servicio y la cantidad de prendas	
2	Realizar la orden de entrega y cargar al sistema contable	Corroborar los servicios establecidos	
3	Verificar si el cliente necesita transporte	El cliente puede o no retirar las prendas	
4	Cargar prendas al vehículo	Distribuir adecuadamente las prendas	
5	Despachar las prendas	-	

El despacho y entrega se lo realiza de acuerdo con la disponibilidad del transporte propio de la empresa o del cliente, por lo general los tiempos de espera de este último son muy variables por lo que no se considera para análisis posteriores, pero se deja en constancia para estudios a fines.

Diagrama de flujo de proceso de los lavados

La empresa en estudio tiene una distribución por proceso ya que cuenta con áreas definidas para cada realizar el trabajo, lo cual le permite tener variedad de procesos de lavado, permitiendo así trabajar por lotes de producción pequeños, pero con variedad de colores de lavado. El flujo de proceso para los servicios de lavado más importantes se muestra en la Figura 28, donde cada lote pasa por las áreas que sean necesarias, para ello se muestra la relación que existen entre los procesos con sus correspondientes áreas por las cuales debe recorrer

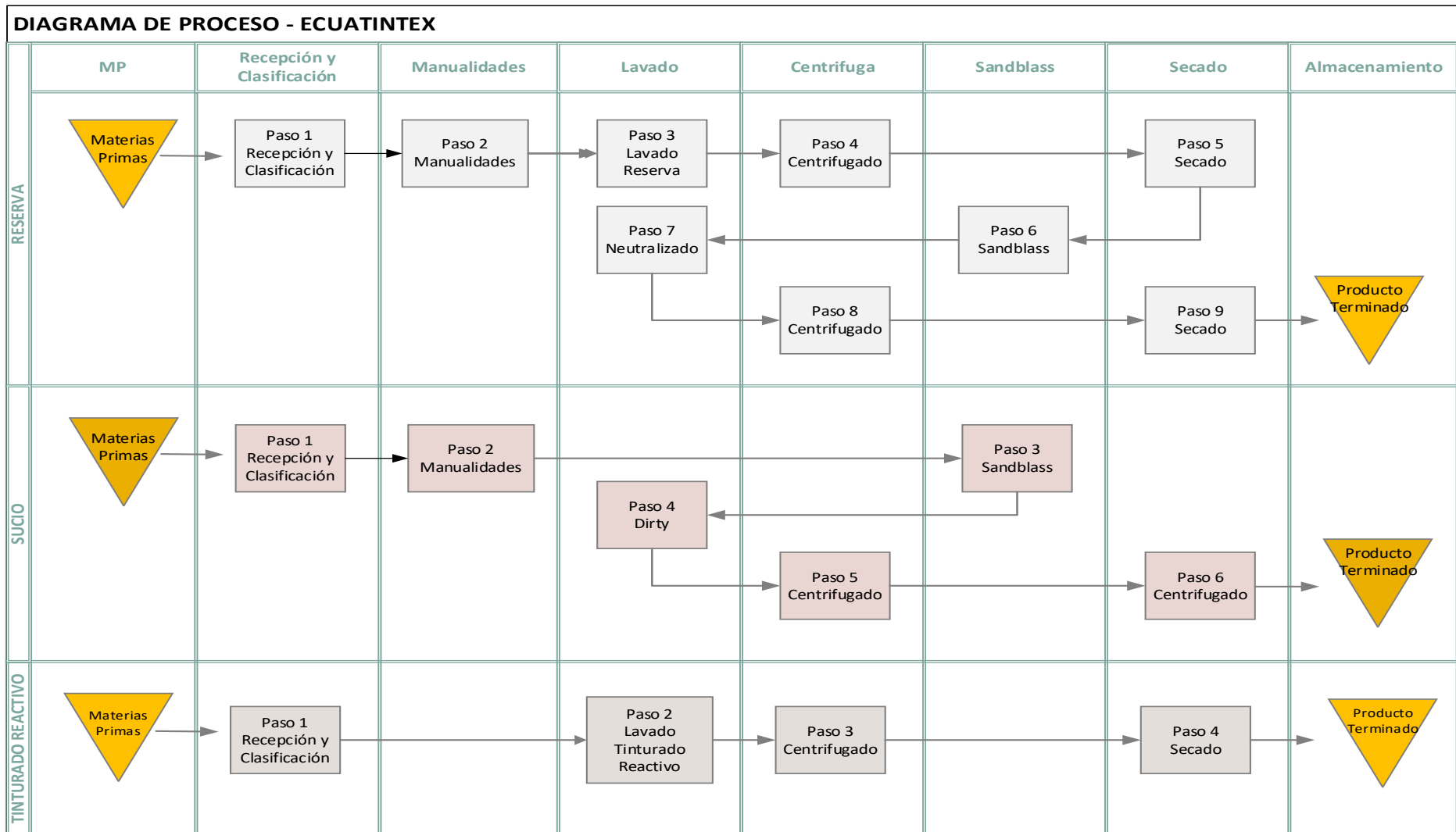


Figura 29. Diagrama de flujo de proceso para lavado reserva, sucio y tinturado reactivo

Recursos utilizados en el área de producción de Ecuatintex

Para realizar todo el proceso productivo interviene los siguientes recursos

Mano de obra: en el área de producción existen 3 operarios en el área de lavado y un operario en centrifugado, para el centrifugado por lo general está una persona a cargo, aunque los maquinistas de las lavadoras también las usan según sus requerimientos, para las demás áreas se detalla a continuación.

Tabla 29. Trabajadores por área

Etapa/Área	Tipo de distribución	Posición	Tipo de mano de Obra	Número de trabajadores
Recepción	Por Proceso	Dinámica	Bodeguero Despachador	1
Lavado	Por Proceso	Dinámica	Maquinista Lavadero	3
Centrifugado	Por Proceso	Dinámica	Maquinista Lavadero- Auxiliar	1
Secado	Por proceso	Dinámica	Maquinista Secador	1
Sandblass	Por proceso	Dinámica	Sandblastero-Auxiliar	2
Manualidades	Por proceso	Dinámica	Operario de máquina	6
			TOTAL	14

Insumos: se usa compuestos químicos para el lavado, tinturado y otros aditamentos para el teñido, cuyas composiciones son realizadas por el técnico encargado, los costos para cada producto se detallan en el análisis de costos relevantes, datos proporcionados de área de contabilidad

Tiempo: La jornada de trabajo actual es de 8 horas en un solo turno, aunque si la demanda aumenta recurren a trabajar en tiempo extra, por lo general solo los trabajadores de las áreas que tengan mayor carga de trabajo trabajan horas extras. En temporadas de mayor producción como son los últimos meses del año recurren a contratar a más personal o bien trabajar en tiempo extra.

Maquinaria: en el área de producción se utiliza maquinaria tipo industrial, en la Tabla 30 se puede observar el detalle de las capacidades y las funciones que cada máquina

Tabla 30. Maquinaria en el área de producción

N.º	Área	Máquina	Función	Designación	Cap. Max [Kg]
1	lavandería	Lavadora Vertical 1	Lavado y tinturado	LV1	40
2		Lavadora Vertical 2		LV2	40
3		Lavadora Vertical 3		LV3	40
4		Lavadora horizontal doble 1		LHD1	120
5		Lavadora horizontal doble 2		LHD2	120
6		Lavadora horizontal doble 3		LHD3	120
7		Lavadora horizontal 1		LH1	50
8		Lavadora horizontal 2		LH2	50
9		Lavadora horizontal 3		LH3	40
10		Lavadora horizontal 4		LH4	20
11		Lavadora horizontal 5		LH5	15
12		Centrifuga 1	Escurrido lotes	C1	80
13		Centrifuga 2	Escurrido trapos y muestras	C2	20
14	Secado	Secadora 1	Secado	S1	50
15		Secadora 2		S2	50
16		Secadora 3		S3	50
17		Secadora 4		S4	50
18		Secadora 5		S5	50
19		Secadora 6		S6	40
20		Secadora 7		S7	40

Cursogramas analíticos de los procesos

Con los cursogramas analíticos se puede obtener una visión clara e ilustrativa de las cinco actividades fundamentales además se incluye información adicional, tal como el tiempo necesario y la distancia recorrida, la elaboración de los diagramas se basada en el método actual de trabajo de los procesos productivo para los servicios de lavado de reserva, sucio-ston y tinturados, centrifugado, secado, manualidades y sandblass. En la Tabla 31 se muestra como ejemplo el cursograma analítico del proceso de centrifugado, los demás cursogramas de los procesos se encuentran en el Anexo 1.

Estudio de tiempos

Una parte fundamental para el desarrollo de la planeación de la capacidad es conocer el estándar de tiempo permisible para la ejecución las activades de cada proceso, mismo que corresponde al método de trabajo actual establecido y revisado por los técnicos de producción y el investigador.


Selección de trabajador

Con el apoyo del técnico encargado, quien conoce a los trabajadores respecto a su desempeño y sus habilidades para realizar ciertas actividades, se selecciona a los trabajadores con mayor conocimiento, experiencia y aptitudes necesarias para que los datos para el estudio sean los más adecuados.

Valoración del ritmo de trabajo

En la empresa Ecuatintex la gran mayoría de los operarios tienen conocimientos y experiencia laboral en brindar sus servicios de manera satisfactoria, tiene una elevada experiencia en el servicio de lavado y tinturado de jeans con un correcto desempeño, por lo que se el valor asignado a la valorización de ritmo de trabajo de operario seleccionado es del 100 % para realizar el estudio de tiempos completo de cada proceso.

Tabla 31. Cursograma analítico de centrifugado

		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 005			Hoja: 1 de 1			
			Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Lotes lavados	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Centrifugado		x		Operación	●	2				
Actividad	Centrifugado				Transporte	⇒	2				
Área	Centrifugado				Inspección	■	0				
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	1				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	17/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	In. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		11,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		42,80				
Identificación de actividades		Cant. Lotes	Distancia m	Tiempo min	v.A	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN					●	⇒	■	D	▲	
1	Trasladar lotes a la máquina	3		1,00							
2	Cargar los lotes de prendas ala centrifuga	3		10,30							
3	Centrifugar	3		15,00							
4	Descargar la centrifuga	3		13,00						En un coche de transporte	
5	Llevar al área de secado	3	11,00	2,00							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	23,30	■	0,00	▲	0,00	D	15,00	⇒	4,50

Condiciones de trabajo

Por la naturaleza del trabajo que desempeñan los operarios frecuentan estar de pie durante la ejecución de las actividades. El área de lavado y secado cuenta con buena iluminación y la ventilación, por otro lado, se genera ruido constante por el funcionamiento de las máquinas de lavado, secado y la caldera, lo que también genera un pequeño aumento de temperatura en el ambiente, pero sin generar algún factor de riesgo para los trabajadores.

Número de observaciones

En la Tabla. 32 se muestran los tiempos observados en los procesos en análisis, para determinar el número de observaciones se toma en cuenta la tabla de la General Electric presentado en la Tabla 4, en el apartado de fundamentación teórica.


Tabla 32. Numero de observaciones a realizar

N°	Proceso	Área	Tiempo Observado (min)	Número de observaciones
01	Recepción y Clasificado	Recepción	13,86	8
02	Lavado Reserva	Lavado	117,80	3
03	Lavado Dirty	Lavado	126,60	3
04	Lavado Tinturado	Lavado	112,60	3
05	Centrifugado	Centrifugado	42,80	3
06	Secado Medio	Secado	46,60	3
07	Neutralizado	Lavado	48,30	3
08	Secado	Secado Final	62,70	3
09	Sandblass	Sand-Blass	34,41	5
10	Manualidades lijado y bigotes	Manualidades	1,50	20

Descripción de las actividades

En la Tabla 33 se da como ejemplo las actividades de los procesos en análisis, con su respectivo código asignado para facilitar el estudio de tiempos, las tablas de los demás procesos en estudio se encuentran en el Anexo 2.

Tabla 33. Descripción de actividades para la recepción y clasificación

		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 001	Estudio N° 01
Proceso	Recepción y clasificación		
Área	Recepción		
N°	LETRA	ACTIVIDAD	
1	C1	Trasladar las prendas	
2	C2	Contabilizar las prendas	
3	C3	Organizar las prendas	
4	C5	Trasladar los lotes a la balanza	
5	C6	Pesar los lotes	
6	C7	Realizar la orden de producción	
7	C8	Arrumar lotes que tengan proceso similar	

Toma de tiempos

Mediante la toma de tiempos para cada proceso a se determina el tiempo de ciclo real de cada una de las actividades con lo cual se tiene un promedio, buscando el tiempo de ciclo de todo el proceso. En la tabla 34 se da a conocer el estudio de tiempos de recepción y clasificación el cual tiene un tiempo de ciclo de 13,20 minutos, para los demás procesos se encuentran en la sección del Anexo 3, en donde da a conocer el tiempo normal de cada proceso.

Cálculo de tiempo estándar y suplementos.

Una vez obtenido el tiempo normal se procede a calcular el tiempo estándar, mediante el uso de los suplementos necesarios para cada proceso, en la Tabla 35, a manera de ejemplo se tiene el cálculo para el proceso de recepción y clasificación en donde se obtuvo una valoración de 14 puntos para los suplementos y un tiempo estándar de 15,048 minutos, para los demás cálculos las tablas se encuentran en el Anexo 4.

Tabla 34. Estudio de tiempos de recepción y clasificación


ESTUDIO DE TIEMPOS														
Producto	Lavado													
Proceso	Recepción													
Área	Recepción de materia													
Máquina	NA													
Operario	Recepcionista													
Analista	Dennis Miranda													
Cronometro	Vuelta a cero													
Unidad tiempo	Minutos										Estudio N°	1		
											Hoja N°	1 de 1		
											Fecha Inicio	25/11/2021		
											Fecha fin	30/11/2021		
											Transcurrido	1 semana		
N°	Actividad Código	Ciclos (min)								Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	TP	V (%)	TB	
1	C1	1,32	1,27	1,28	1,29	1,28	1,27	1,30	1,28	10,29	1,29	100,00	1,29	
2	C2	2,33	2,45	2,35	2,36	2,38	2,44	2,33	2,43	19,07	2,38	100,00	2,38	
3	C3	2,41	2,67	2,44	2,41	2,36	2,45	2,43	2,39	19,56	2,45	100,00	2,45	
4	C5	2,80	2,63	2,71	2,64	2,68	2,68	2,64	2,74	21,52	2,69	100,00	2,69	
5	C6	0,57	0,68	0,51	0,48	0,48	0,50	0,49	0,48	4,19	0,52	100,00	0,52	
6	C7	3,11	2,60	2,30	2,38	2,40	2,42	2,32	2,37	19,90	2,49	100,00	2,49	
7	C8	1,32	1,47	1,35	1,38	1,38	1,42	1,33	1,42	11,07	1,38	100,00	1,38	
										Tiempo básico de ciclo			13,20	
										T.A.M (C1, C2, C3,C4,C5,C6,C7)			13,20	
Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina														

Tabla 35. Cálculo de suplementos de recepción y clasificación.

SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Recepción y Clasificación			
Actividad: Lavado			
Genero del operario: Hombre		Estudio N°	1
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	0	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Concentración intensa	0	
	F. Ruido	0	
	G. Tensión mental	1	
	H. Monotonía	0	
	I. Tedio	2	
Total		14	
TB (Tiempo básico de ciclo)		13,20	
T.A.M		13,20	
T.M		0,00	
Tiempo estándar	$T.A.M+(T.A.M*S)+T.M$		15,048

Para el estudio de tiempos en el área de manualidades se procedió a trabajar con unidades en segundos ya que en esta área se trabaja por cada prenda, además al tener un tiempo de ciclo pequeño se procedió a tomar 20 muestras, según como indica la tabla de General Electric, descrito en el apartado de fundamentación teórica, en la Tabla 110 de la sección anexo 3, en la sección de anexos se muestra los tiempos cronometrados de cada actividad y sus respectivos cálculos para obtener el tiempo básico, posteriormente se calcula el tiempo estándar con la asignación de los suplementos como se muestra en la Tabla 119 en Anexos 4.

Análisis e interpretación de los resultados de estudio de tiempos

Se presenta en la Tabla 36 los resultados obtenidos del estudio de tiempo para cada actividad que intervienen en los productos en análisis de la empresa

Tabla 36. Resumen del estudio de tiempos

Estudio N°	Proceso	Área	Tiempo Básico TB	Tiempo estándar TS
01	Recepción y Clasificado	Recepción	68,79	15,04 min/lote
02	Lavado Reserva	Lavado	127,51	138,17 min/lote
03	Lavado Dirty	Lavado	116,15	123,48 min/lote
04	Lavado Tinturado	Lavado	120,70	129,87 min/lote
05	Centrifugado	Centrifugado	44,09	48,00 min/lote
06	Secado Medio	Secado	45,40	43,98 min/lote
07	Neutralizado	Lavado	52,46	56,701 min/lote
08	Secado	Secado Final	67,61	70,41 min/lote
09	Sandblass	Sand-Blass	36,01	42,84 min/lote
10	Manualidades lijado y bigotes	Manualidades	1,53	1,73 min/unidad

Diagrama hombre-máquina procesos de lavado

Se realiza el diagrama hombre-máquina en el área de lavado, para calcular el tiempo de ciclo de acuerdo con el número de máquinas que existen en el área.

Tabla 37. Detalle de operarios y maquinas

Proceso de lavado	N. trabajadores	Máquinas a cargo	Máquina
Lavado Reserva	2	3	Lavadora Vertical
Lavado Dirty	1	4	Lavador horizontal
Lavado Tinturado	1	4	Lavador horizontal

Los 3 trabajadores están a cargo de las 11 máquinas, para el proceso de lavado reserva este se realiza con ayuda del maquinista centrifugador quien brinda apoyo en las tareas de preparación de material, además este tipo de proceso solo se lo realiza en las lavadoras verticales ya que en la carga de trapos se debe realizar con la compuerta abierta. Para los demás tipos de lavados se asignan el resto de las máquinas, como se muestra en la Tabla 37 las maquinas a cargo por los operarios.

Agrupación de actividades procesos de lavado

Debido la gran cantidad de actividades que existen en los procesos de lavado en estudio, se procede a agruparlas como menciona la metodología de Camilo Janania Abraham en el libro de Manual de tiempos y movimientos.

Teniendo en cuenta los siguientes parámetros

- **Preparación:** Para actividades donde solo interviene el operario, que incluye preparación de material, transporte entre otras
- **Carga:** Para actividades donde el operario y la máquina actúan simultáneamente como son tareas de carga, ingreso de químicos entre otros
- **Descarga:** La descarga de las prendas
- **Las actividades de proceso:** corresponden al tiempo solo de la máquina

Tabla 38. Agrupación de actividades lavado reserva

Actividad Código	Descripción	Asignación	TB
LR1	Trasladar las prendas hacia la máquina lavadora	Preparación LR-1	6,34
LR2	Solicitar Químicos en bodega		
LR3	Cerrar la puerta de máquina y llenar con agua		
LR4	Cargar la máquina con las prendas	Cargar 1	1,96
LR5	Encender la máquina		
LR6	Agregar químicos para realizar el desengomado		
LR7	Desengomado o descruce	Descrude	10,66
LR8	Abrir la compuerta para vaciar agua de la máquina	Descarga 1	3,30
LR9	Enjuagar	Enjuague 1	5,39
LR10	Apagar la máquina		
LR11	Retirar las prendas de la máquina	Descargar 2	6,50
LR12	Acomodar las prendas	Preparación 2	44,82
LR13	Preparar cloro agua y trapos		
LR14	Trasladar los trapos con cloro hacia la máquina donde se procesará		
LR15	Colocar los trapos en la máquina	Cargar 2	5,04
LR16	Colocar los pantalones encima de los trapos		
LR17	Encender máquina		
LR18	Trapeado de prendas	Trapeado	15,62
LR19	Cerrar compuerta de desfogue y llenar de agua	Carga 3	2,74
LR20	Enjuagar	Neutralizado	17,85
LR21	Dejar ingresar igual a la máquina		
LR22	Neutralizar		
LR23	Inspeccionar el proceso y las prendas	Inspección 1	0,24
LR24	Enjuagar	Enjuague 2	7,05
LR25	Abrir la compuerta para vaciar agua de la máquina y descargar		

Tabla 39. Agrupación de actividades lavado neutralizado

Actividad Código	Descripción	Asignación	TB
LN01	Cargar la máquina con las prendas	Cargar 1	4,99
LN02	Dejar ingresar igual a la máquina		
LN03	Encender máquina		
LN04	Neutralizar	Neutralizado y Enjuague	17,17
LN05	Enjuagar		
LN06	Dejar ingresar igual a la máquina	Cargar 2	3,03

Tabla 40. Agrupación de actividades lavado dirty

Actividad Código	Descripción	Asignación	TB
LD1	Trasladar las prendas hacia la máquina lavadora	Preparación	3,03
LD2	Solicitar químicos en la bodega		
LD3	Cargar la máquina con las prendas	Cargar 1	5,36
LD4	Cerrar la puerta de máquina y llenar con agua		
LD5	Encender la máquina		
LD6	Añadir químicos, alquililasa, dispersante, ácido acético y la encima acida		
LD7	Proceso de desengome o descrude	Desengome	24,16
LD8	Descargar agua de la máquina		
LD9	Enjuagar		
LD10	Cargar agua a la máquina	Carga 2	2,54
LD11	Añadir químicos para Ston		
LD12	Proceso de Stoneado	Ston y Enjuague	15,25
LD13	Enjuagar		
LD14	Cargar de agua la máquina	Carga 3	8,16
LD15	Añadir Humectante, secuestrante e igualante		
LD16	Añadir la tinta disuelta		
LD17	Subir la temperatura a 60°C		
LD18	Proceso de Dirty	Dirty	33,38
LD19	Añadir Sal		
LD20	Dejar que acute la sal		
LD21	Descargar agua de la máquina	Carga 4	4,90
LD22	Cargar agua a la máquina		
LD23	Proceso de fijado de tinte	Fijado y Enjuague	13,77
LD24	Enjuagar		
LD25	Verificar el color	Descargar	5,59
LD26	Apagar la máquina		
LD27	Sacar las prendas de la máquina		

Tabla 41. Agrupación de actividades lavado tinturado

Actividad Código	Descripción	Asignación	TB
LT1	Trasladar las prendas hacia la máquina lavadora	Preparación	2,98
LT2	Solicitar químicos en la bodega		
LT3	Cerrar la puerta de máquina y llenar con agua	Carga 1	9,71
LT4	Cargar la máquina con las prendas		
LT5	Encender la máquina		
LT6	Añadir la sosa, secuestrante y humectante		
LT7	Subir la temperatura a 40°C		
LT8	Preblanqueo	Preblanqueo	19,79
LT9	Enjuagar		
LT10	Llenar agua 1		
LT11	Añadir el humectante, secuestrante e igualmente	Caga 2	0,45
LT12	Pre-lavado de prendas	Pre-lavado	10,40
LT13	Añadir la tinta disuelta	Carga 3	19,75
LT14	Subir la temperatura a 60°C		
LT15	Añadir sal		
LT16	Añadir el carbonato disuelto y luego sosa		
LT17	Proceso de tinturado reactivo	Tinturado	32,93
LT18	Verificar temperatura y las prendas	Carga 4	6,28
LT19	Descargar agua de la máquina		
LT20	Llenar agua 2		
LT21	Añadir fijador		
LT22	Fijado de tintes	Fijado	13,18
LT23	Enjuagar	Descarga	5,22
LT24	Apagar la máquina		
LT25	Sacar las prendas de la máquina		
LN07	Realizar el blanqueo	Blanqueo y Enjuague	20,02
LN08	Enjuagar		
LN09	Abrir la compuerta para vaciar agua	Descargar	7,24
LN10	Apagar la máquina		
LN11	Sacar las prendas de la máquina		

Se plantea el diagrama hombre- máquina con el propósito de determinar los tiempos de ciclo, tiempos improductivos tanto del operario como de las máquinas en uso y sus respectivos porcentajes de utilización.

Tabla 42. Diagrama hombre-máquina lavado reserva


				DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA									
Proceso		Lavado		Estudio: 001			Hoja 1 de 2						
Actividad		Lavado reserva		Fecha									
Área		Lavado		Observador									
Operario 1		Operario 2		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3					
Maquinista		Centrifugador/Aux		Lavadora Vertical		Lavadora Vertical		Lavadora Vertical					
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad				
6,34	Preparación 1	58,75	Ocio	6,34	Inactiva	14,64	Inactiva	27,26	Inactiva				
1,96	Cargar 1 M1			1,96	Cargar 1 M1								
6,34	Preparación 1 M2			10,66	Descrude 1 M1	1,96	Cargar 1 M2						
1,96	Cargar 1 M2												
2,37	Ocio												
3,30	Descargar 1 M1			3,30	Descargar 1 M1	10,66	Descrude 1 M2						
6,34	Preparación 1 M3			5,39	Enjuague 1 M1								
1,96	Cargar 1 M3			2,91	Inactiva	9,42				1,96	Cargar 1 M3		
6,50	Descargar 2 M1			6,50	Descargar 2 M1								
3,30	Descargar 1 M1			66,11	Inactiva					3,30	Descargar 1 M2	10,66	Descrude 1 M3
0,87	Ocio												
3,30	Descargar 1 M3									5,39	Enjuague 1 M2	3,30	Descargar 1 M3
1,21	Ocio									5,39	Enjuague 1 M3		
6,50	Descargar 2 M1									6,50	Descargar 2 M2	1,11	Inactiva
6,50	Descargar 2 M3			44,82	Preparación 2 M2	57,74	Inactiva			6,50	Descargar 2 M3		
44,82	Preparación 2 M1												
5,04	Carga 2 M1	5,04	Carga 2 M1					94,91	Inactiva				
5,04	Carga 2 M2	15,62	Trapeado M1	5,04	Carga 2 M1								
10,57	Ocio			15,62	Trapeado M2								

Tabla 42. Diagrama hombre-máquina lavado reserva (continuación).


				DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA				
Proceso		Lavado		Estudio: 001			Hoja 2 de 2	
Actividad		Lavado reserva		Fecha				
Área		Lavado		Observador				
2,74	Carga 3 M1			2,74	Carga 3 M1			
2,31	Ocio							
2,74	Carga 3 M2			17,85	Neutralizado M1	2,74	Carga 3 M2	
12,80	Ocio							
0,24	Inspección 1				Inspección 1	17,85	Neutralizado M2	
3,34	Ocio			7,05	Enjuague 2 M1			
0,24	Inspección 1	51,24	Ocio			0,24	Inspección 1	
5,04	Carga 2 M3					7,05	Enjuague 2 M2	5,04
18,35	Ocio							15,62
2,74	Carga 3 M2			48,16	Inactiva			2,74
17,58	Ocio					41,48	Inactiva	17,85
0,24	Inspección 1							0,24
7,05	Ocio							7,05
RESUMEN								
TIEMPO DE CICLO		199,6 min		3 lotes				
Tiempo de Ocio	Tiempo de Ocio	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo
76,45	109,99	123,52	113,86	123,28				
Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción
123,18	89,64	76,11	85,77	76,35				
% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización
61,70%	44,90%	38,13%	42,96%	38,25%				

Tabla 43. Diagrama hombre-máquina proceso Dirty


			DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA						
Proceso		Lavado		Estudio: 002			Hoja 1 de 2		
Actividad		Lavado dirty		Fecha					
Área		Lavado		Observador					
Operario 1		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		Máquina 4	
Maquinista		Lavadora H		Lavadora H		Lavadora H		Lavadora H	
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad
3,03	Preparación 1	3,03	Inactiva	11,42	Inactiva	19,81	Inactiva	28,20	Inactiva
5,36	Cargar 1 M1	5,36	Cargar 1 M1						
3,03	Preparación 2	24,16	Desengome M1	5,36	Cargar 1 M2				
5,36	Cargar 1 M2								
3,03	Preparación 3			24,16	Desengome M2	5,36	Cargar 1 M3		
5,36	Cargar 1 M3								
3,03	Preparación 4	1,01	Inactiva	24,16	Desengome M3	5,36	Cargar 1 M4		
5,36	Cargar 1 M4								
2,54	Carga 2 M1	2,54	Carga 2 M1	15,25	Ston y Enjuague M1	24,16	Desengome M4		
4,84	Ocio	2,54	Carga 2 M2						
2,54	Carga 2 M2								
5,33	Ocio	15,25	Ston y Enjuague M2					2,54	Carga 2 M2
2,54	Carga 2 M3								
6,37	Ocio	8,91	Inactiva	15,25	Ston y Enjuague M3	2,54	Carga 2 M4		
2,54	Carga 2 M4								
8,16	Carga 3 M1	8,16	Carga 3 M1	9,69	Inactiva	15,25	Ston y Enjuague M4		
8,16	Carga 3 M2	8,16	Carga 3 M1						
8,16	Carga 3 M3			33,38	Dirty M1	33,38	Dirty M2	8,16	Carga 3 M4
8,16	Carga 3 M4								
8,90	Ocio			33,38	Dirty M3	33,38	Dirty M4		

Tabla 43. Diagrama hombre-máquina proceso Dirty (continuación)


			DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA						
Proceso			Lavado		Estudio: 002		Hoja 2 de 2		
Actividad			Lavado dirty		Fecha				
Área			Lavado		Observador				
4,90	Carga 4 M1	4,90	Carga 4 M1						
3,26	Ocio		Fijado y Enjuague M1						
4,90	Carga 4 M2	13,77		4,90	Carga 4 M2				
3,26	Ocio								
4,90	Carga 4 M3		Inactiva	13,77	Fijado y Enjuague M2	4,90	Carga 4 M3		
3,26	Ocio	10,71							
4,90	Carga 4 M4						13,77	Fijado y Enjuague M3	4,90
5,59	Descarga M1	5,59	Descarga M1	8,14	Inactiva				
5,59	Descarga M2		Inactiva	5,59	Descarga M2	5,59	Inactiva	13,77	
5,59	Descarga M3	16,77					5,59		Descarga M3
5,59	Descarga M4				11,18	Inactiva			3,00
						5,59	Inactiva	5,59	
RESUMEN									
TIEMPO DE CICLO		153,54 min			4 lotes				
Tiempo de Ocio	Tiempo de Ocio	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo
35,22 min	40,43 min	40,43 min	40,43 min	40,45 min	40,43 min	40,43 min	40,43 min	40,43 min	40,43 min
Tiempo de acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción	Tiempo de Acción
118,32 min	113,11 min	113,11 min	113,11 min	113,09 min	113,11 min	113,11 min	113,11 min	113,11 min	113,11 min
% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización
77,06%	73,67	73,67%	73,67%	73,65%	73,65%	73,67%	73,65%	73,67%	73,67%

Tabla 44. Diagrama hombre-máquina lavado tinturado


				DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA											
Proceso		Lavado		Estudio: 003		Hoja 1 de 2									
Actividad		Tinturado		Fecha											
Área		Lavado		Observador											
Operario 1		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		Máquina 4							
Maquinista		Lavadora Vertical		Lavadora Vertical		Lavadora Vertical		Lavadora Vertical							
Uso	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad							
2,98	Preparación 1	2,98	Inactiva	15,67	Inactiva	32,94	Inactiva	45,63	Inactiva						
9,71	Carga 1 M1	9,71	Carga 1 M1												
2,98	Preparación 2	19,79	Preblanqueo M1	19,79	Preblanqueo M2	9,71	Inactiva	45,63	Inactiva						
9,71	Carga 1 M2									9,71	Carga 1 M2				
c	Preparación 2														
2,98	Preparación 3														
4,12	Ocio	0,45	Carga 2 M2	0,45	Carga 2 M2	9,71	Carga 1 M3	9,71	Carga 1 M3						
9,71	Carga 1 M3	10,4	Pre-lavado M1	9,71	Carga 1 M3	9,71	Carga 1 M3	9,71	Carga 1 M3						
2,98	Preparación 4	12,69	Inactiva	29,91	Inactiva	19,79	Preblanqueo M3	9,71	Carga 1 M4						
9,71	Carga 1 M4														
19,75	Carga 3 M1	19,75	Carga 3 M1	19,75	Carga 3 M1	19,75	Carga 3 M1	19,75	Preblanqueo M4						
0,45	Carga 2 M2	31,93	Tinturado M1	10,4	Pre-lavado M1	10,4	Pre-lavado M1	10,4	Pre-lavado M1						
0,45	Carga 2 M3									0,45	Carga 2 M2	12,70	Inactiva	0,45	Inactiva
0,45	Carga 2 M4									0,45	Carga 2 M3	0,45	Carga 2 M3	0,45	Carga 2 M4
9,5	Ocio														
19,75	Carga 3 M1	19,79	Carga 3 M1	19,79	Carga 3 M1	19,74	Inactiva	10,4	Pre-lavado M1						
19,75	Carga 3 M3									37,48	Inactiva	32,93	Tinturado M2	19,75	Carga 3 M3

Tabla 44. Diagrama hombre-máquina lavado tinturado (continuación).


				DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA				
Proceso		Lavado		Estudio: 003		Hoja 2 de 2		
Actividad		Tinturado reactivo		Fecha				
Área		Lavado		Observador				
19,75	Carga 3 M4					19,75	Carga 3 M4	
6,28	Carga 4 M1	6,28	Carga 4 M1			32,93	Tinturado M3	
6,28	Carga 4 M2	13,18	Fijado M1	6,28	Carga 4 M2			32,93
0,62	Ocio				13,18	Fijado M2		
6,28	Carga 4 M3					6,28	Carga 4 M3	
5,22	Descarga M1	5,22	Descarga M1			13,18	Fijado M3	
1,06	Ocio	32,64	Inactiva					
5,22	Descarga M2			5,22	Descarga M2			
1,68	Ocio							
6,28	Carga 4 M4			26,36	Inactiva	6,28	Inactiva	6,28
5,22	Descarga M3					5,22	Descarga M3	
7,96	Ocio					13,14	Inactiva	
5,22	Descarga M4							5,22
RESUMEN								
TIEMPO DE CICLO		202,51 min		4 lotes				
Tiempo de Ocio	Tiempo de Ocio	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	Tiempo Inactivo	
25 min	85,8 min	84,8 min	84,8 min	84,8 min	84,8 min	84,8 min	84,8 min	
Tiempo de acción	Tiempo de acción	Tiempo de acción	Tiempo de acción	Tiempo de acción	Tiempo de acción	Tiempo de acción	Tiempo de acción	
178 min	116,7 min	117,8 min	117,8 min	117,7 min	117,7 min	117,7 min	117,7 min	
% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	% Utilización	
87,68	57,64%	58,15%	58,15%	58,13%	58,13%	58,13%	58,13%	

Tabla 45. Diagrama hombre-máquina de neutralizado.



		DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA					
Proceso		Lavado		Estudio: 004		Hoja 1 de 2	
Actividad		Neutralizado		Fecha			
Área		Lavado		Observador			
Operario 1			Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3
Maquinista			Lavadora Vertical		Lavadora Vertical		Lavadora Vertical
Uso	Actividad		Actividad		Actividad		Actividad
4,99	Cargar 1	4,99	Cargar 1 M1	4,99	Inactiva	9,99	Inactiva
4,99	Cargar M2	17,2	Neutralizado y Enjuague M1	4,99	Cargar M2		
4,99	Cargar M2			17,2	Neutralizado y Enjuague M2	4,99	Cargar M2
7,18	Ocio					17,2	Neutralizado y Enjuague M3
3,0	Cargar 2 M1	3,0	Cargar 2 M1				
1,96	Ocio	20	Blanqueo y Enjuague			20	Blanqueo y Enjuague
3,0	Cargar 2 M2			3,0	Cargar 2 M2		
1,96	Ocio						
3,0	Cargar 2 M3				Cargar 2 M3		
10,01	Ocio			20			
7,2	Descargar M1	7,2	Descargar M1	2,21	Inactiva	4,42	Inactiva
7,2	Descargar M2	14,4	Inactiva	7,2	Descargar M2		
7,2	Descargar M3			7,2	Inactiva	7,2	Descargar M3
RESUMEN							
TIEMPO DE CICLO		66,79		3 lotes			
Tiempo de Ocio		Tiempo Inactivo		Tiempo Inactivo		Tiempo Inactivo	
21 min		14,4 min		14,4 min		14,4 min	
Tiempo de acción		Tiempo de acción		Tiempo de acción		Tiempo de acción	
46 min		52 min		52 min		52 min	
% Utilización		% Utilización		% Utilización		% Utilización	
68,38%		78,44%		78,43%		78,43%	

Diagrama hombre-máquina procesos de centrifugado

En esta área existe solo un operario a cargo y dos máquinas, aunque se cuente ambas centrifugadoras, solo una de ellas se usa para el proceso, esto se debe a que la capacidad

de la otra máquina es menor y se usa para actividades auxiliares como centrifugar muestras y trapos.

Tabla 46. Diagrama hombre-máquina proceso centrifugado

		DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA	
Proceso	Centrifugado	Estudio: 005	Hoja 1 de 1
Actividad	Centrifugar	Fecha	
Área	Centrifugado	Observador	
Operario 1		Máquina 3	
Maquinista		Centrifugadora	
Uso	Actividad	Uso	Actividad
1,76	CT1	1,76	Inactiva
5,07	CT2	5,07	CT2
18,01	Ocio	18,01	CT3
16,95	CT4	16,95	CT4
2,30	CT5	2,30	Inactiva
44,09		44,09	
RESUMEN			
TC	44,09	Lotes	3
Tiempo de Ocio		Tiempo Inactivo	
18,01		4,06	
Tiempo de Acción		Tiempo de Acción	
26,08		40,03	
% Utilización		% Utilización	
59,15%		90,79%	

Análisis de los diagramas hombre-máquina

Una vez realizado el diagrama hombre máquina se obtiene el tiempo de ciclo, tiempo de ocio de los operarios, tiempos inactivos de cada máquina, y su porcentaje de utilización como se muestra Tabla 42 a la Tabla 46, en la sección de resumen. Especialmente en el proceso de lavado reserva se observan porcentajes de utilización en las maquinas muy bajos, 38,12%, más bajo, a comparación de los otros procesos de lavado, debido a la cantidad de actividades que conlleva este tipo de lavado, por otro lado, estos tiempos improductivos los que se pueden compensar realizando otras actividades, brindando apoyo a los demás procesos, o bien realizar procesos que requieren menos tiempo de ciclos. Es recomendación del investigador profundizar el estudio para reducir los tiempos de ocio y tiempos de inactividad de máquinas a través de programación de máquinas o diseño de puestos de trabajos con el fin de plantear mejoras.

Tabla 47. Tiempo de ciclo análisis hombre-máquina

Actividad	Proceso	TCu [min/lote]	Número de lotes
Reserva	Lavado	199,63	3
Neutralizado	Lavado	66,79	3
Dirty	Lavado	153,54	4
Tinturado	Lavado	202,51	4
Centrifugado	Centrifugado	44,09	3

El tiempo de ciclo total y el tiempo unitario están dados por la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{TCu}{N} \quad (14)$$

Donde

- TC : Tiempo de ciclo total
- TC_u : Tiempo unitario
- N : Numero de lotes

Para las actividades de lavado en análisis el tiempo de ciclo total se tiene aplicando la formula anterior, se muestran los cálculos para los demás procesos en la Tabla 48:

Tabla 48. Tiempo de ciclo para las actividades

Actividad	Proceso	TC [min/lote]
Reserva	Lavado	66,54
Dirty	Lavado	38,38
Tinturado reactivo	Lavado	50,63
Neutralizado	Lavado	22,26
Centrifugado	Centrifugado	16,00

Capacidad de producción

En los procesos de lavado los parámetros relacionados con el tiempo de ciclo y la capacidad de producción en el análisis hombre-máquina están dados por la siguiente formula:

$$Cp = \frac{1}{TC} \quad (15)$$

Donde:

- Cp : Capacidad de producción
- Tc : Tiempo de ciclo

Aplicado la formula se tiene:

Tabla 49. Resultados de capacidad

Actividad	Proceso	Cp. [lotes/min]	Cp. [lotes/horas]
Reserva	Lavado	0,02	0,90
Dirty	Lavado	0,03	1,56
Tinturado reactivo	Lavado	0,02	1,19
Neutralizado	Lavado	0,04	2,70

Para las demás actividades del proceso productivo la capacidad de producción la obtenemos del estudio de tiempos y movimientos con el tiempo estándar

$$Cp = \frac{1}{Ts} \quad (16)$$

- Cp : Capacidad de producción
- Ts : Tiempo estándar

Los tiempos estándar calculados son para el numero de lotes según se muestra en la siguiente tabla, estos datos se obtienen mediante observación en el estudio de tiempos y por conocimientos de técnico encargado de la empresa

Tabla 50. Capacidad según la actividad en estudio

Proceso	Tiempo estándar [min/lote]	Cp. [lote/min]	Cp. [lote/hora]
Recepción y Clasificado	15,04	0,06640	3,99
Centrifugado	16,00	0,06250	3,75
Secado Medio	43,98	0,02273	1,36
Secado	70,41	0,01420	0,85
Sandblass	42,95	0,02321	1,40

La capacidad en el área de secado se sabe que cada parada a secar se colocan 2 lotes máximo, esto por la capacidad en kilos que permiten las maquinas por lo que para el tiempo de ciclo y capacidad esta dado por la fórmula 17:

$$Cp_{\text{secado medio}} = Cp * n_{\text{lotes}} = 0,0227 * 2 = 0,04547 \frac{\text{lote}}{\text{min}} \quad (17)$$

$$Cp_{\text{secado final}} = Cp * n_{\text{lotes}} = 0,01420 * 2 = 0,02841 \frac{\text{lote}}{\text{min}} \quad (18)$$

Por consiguiente, aplicando la inversa a la capacidad obtenemos el tiempo estándar; para el secado medio y secado final son 21,99 lotes/min y 35,21 lotes/min respectivamente.

En el proceso de manualidades se trabaja por unidad y actualmente hay 6 puesto de trabajos activos, el tiempo variara según el tamaño de lote que se esté procesando, más adelante se detalla el tamaño de lote promedio para cada proceso de lavado y la capacidad para realizar esta actividad.

$$Cp_{\text{manualidades}} = \frac{1}{TS} = \frac{1}{1,73 \text{ min/unid}} = 0,578 \frac{\text{unid}}{\text{min}} \quad (19)$$

Tamaño de lote promedio para los procesos de lavado

La cantidad de prendas que se pueden procesar en una máquina depende del proceso, en la siguiente tabla se muestra el detalle, estos datos son obtenidos en la orden de producción en conjunto con el técnico de la empresa.

Tabla 51. Tamaño de lote por proceso de lavado

Proceso de lavado	Tamaño de lote
Reserva	60 unidades
Sucio	66 unidades
Tinturado reactivo	54 unidades

Para completar en el área de manualidades según el tipo de lote que se trabaje se tiene los siguientes tiempos de ciclo por lotes

Tabla 52. Tiempo de ciclo manualidades.

Lavado	Tamaño lote	TC Manualidades [tamaño lote x TS=1,73]
Reserva	60 unidades	103,8
Sucio	66 unidades	114,18

La Tabla 53 muestra los tiempos de ciclos y capacidades los procesos de lavado. Además, se obtiene el tiempo de procesamiento de tipo, el cual se consigue mediante la suma de todos los tiempos de ciclo, por ejemplo, para el proceso de Reserva ($15,04+103,8+66,54+16,00+16,2+42,94+22,26+16,00+35,21=333,99$ min/lote) se realiza la misma operación para cada proceso, de lavado, para encontrar un tiempo general único, por el motivo de que los dos procesos trabajan en conjunto.

Tabla 53. Resumen de tiempos de ciclos y capacidades de producción.

Proceso	Actividad	Tiempo de Ciclo [min/lote]	Capacidad de producción [lote/min]	Capacidad de producción [lote/hora]	Tiempo de procesamiento
Reserva	Recepción y Clasificación	15,04	0,066	3,99	333,99 min/lote
	Manualidades	103,8	0,009	0,57	
	Lavado	66,54	0,015	0,90	
	Centrifugado	16,00	0,063	3,75	
	Secado medio	16,2	0,061	3,70	
	Sandblass	42,94	0,023	1,40	
	Neutralizado	22,26	0,045	2,70	
	Centrifugado	16,00	0,063	3,75	
	Secado Final	35,21	0,028	1,7	
Sucio	Recepción y Clasificación	15,048	0,066	3,99	261,75 min/lote
	Manualidades	114,18	0,013	0,77	
	Sandblass	42,94	0,023	1,40	
	Lavado Dirty	38,38	0,026	1,56	
	Centrifugado	16,00	0,062	3,75	
	Secado	35,21	0,028	1,70	
Tinturado	Recepción y Clasificación	15,048	0,066	3,99	116,88 min/lote
	Lavado	50,63	0,020	1,19	
	Centrifugado	16,00	0,062	3,75	
	Secado	35,21	0,028	1,70	

Los tiempos obtenidos lo calculamos por unidades, ya que para cálculos en la planeación de capacidad los costos asociados están dados para cada unidad, así mismo se calcula en el tiempo por hora:

- Tiempo proceso de reserva:

$$T_{Reserva} = \frac{333,93 \text{ min}}{\text{lote}} \times \frac{1 \text{ lote}}{60 \text{ unidades}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$T_{Reserva} = 0,943 \frac{\text{hora}}{\text{unidad}}$$

- Tiempo proceso sucio-ston

$$T_{Sucio} = \frac{261,75 \text{ min}}{\text{lote}} \times \frac{1 \text{ lote}}{66 \text{ unidades}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$T_{Sucio} = 0,066 \frac{\text{hora}}{\text{unidad}}$$

- Tiempo proceso tinturado

$$T_{Tinturado} = \frac{116,88 \text{ min}}{\text{lote}} \times \frac{1 \text{ lote}}{54 \text{ unidades}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$T_{Tinturado} = 0,0361 \frac{\text{hora}}{\text{unidad}}$$

Pronóstico de los procesos de lavado

Los datos de históricos de ventas de la empresa se encuentran detallados en el Anexo 6, proporcionados por el área de contabilidad para los últimos 4 años. Para inicial el análisis se debe verificar la información de los datos históricos en busca de alguna anomalía para luego validarlos para ello se procede a buscar las siguientes.

Valores atípicos: para evitar un efecto desproporcionado en los pronósticos y producir resultados engañosos se procede a analizar de forma gráfica los datos:

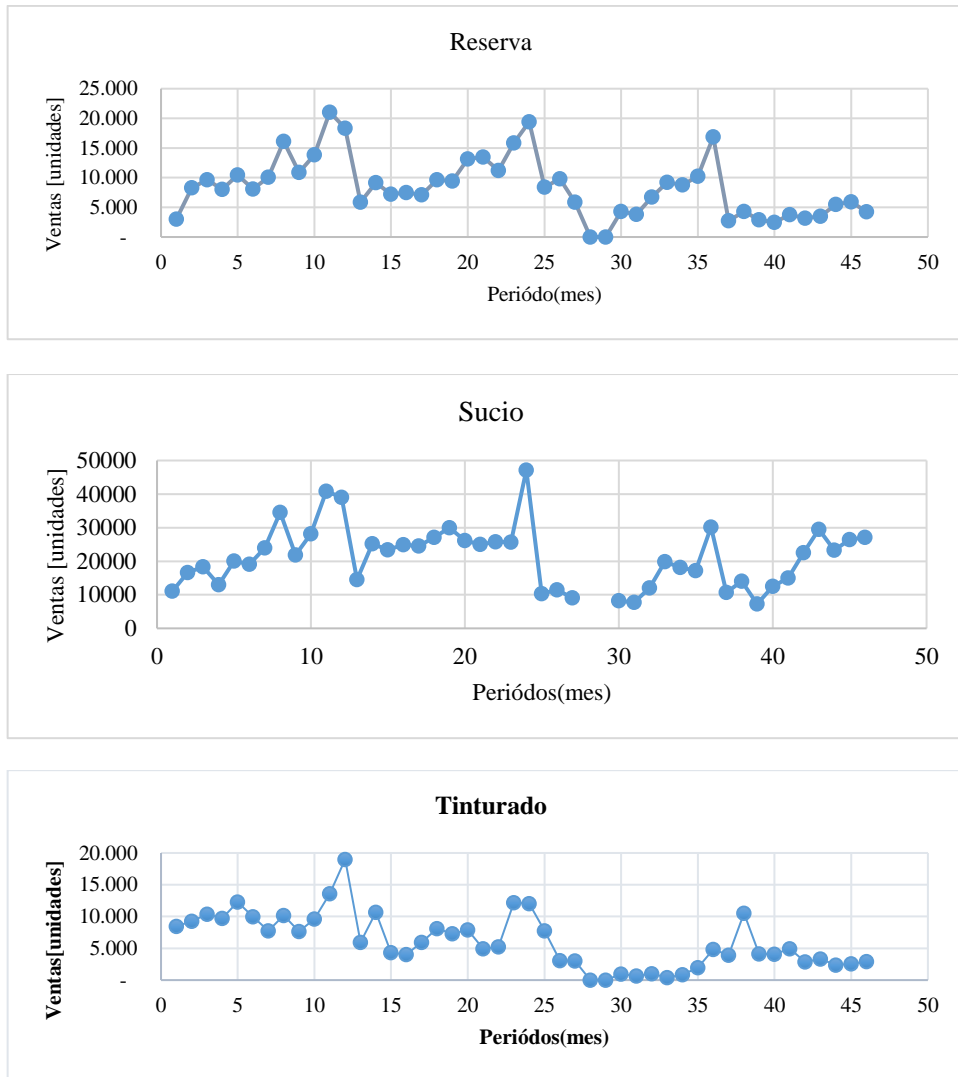


Figura 30. Gráfica en el tiempo de las ventas de los servicios de lavado

Desde abril de 2020, la producción se ve disminuida, en los dos periodos siguientes se tiene una producción nula, debido al inicio del confinamiento a causa de la pandemia a nivel nacional por COVID19, a partir de esta fecha se tiene datos anormales. En el Soporte de Minitab® 18, recomienda la eliminación de los históricos de datos que están asociados con eventos anormales de una sola vez, que también se llaman causas especiales [28]. Para ello los periodos 28 y 29 de los datos históricos no se toman en cuenta para análisis.

Cambios repentinos: se identifica cambios repentinos en la tendencia y las causas, como ya se mencionó el inicio del confinamiento, obligo a la empresa a trabajar de acuerdo con

el estado de excepción dispuesto por el COE nacional, esto afecto negativamente a la producción y marca una tendencia bajista para los siguientes años.

Patrón de comportamiento de los datos

Se requiere identificar los patrones de comportamiento que presentan los datos que según (Hanke & Wichern, 2006) es de los aspectos más importantes, con la extensión de Crystal Ball 11.2 de Oracle, se puede crear los correlogramas para cada serie de tiempo de los procesos de lavado.

De acuerdo con Hanke & Wichern, el comportamiento de los correlogramas donde los coeficientes son grandes los primeros retrasos de tiempo después cae hacia cero, indica la presencia de tendencia en los datos de las series de los 3 tipos de servicios de lavado

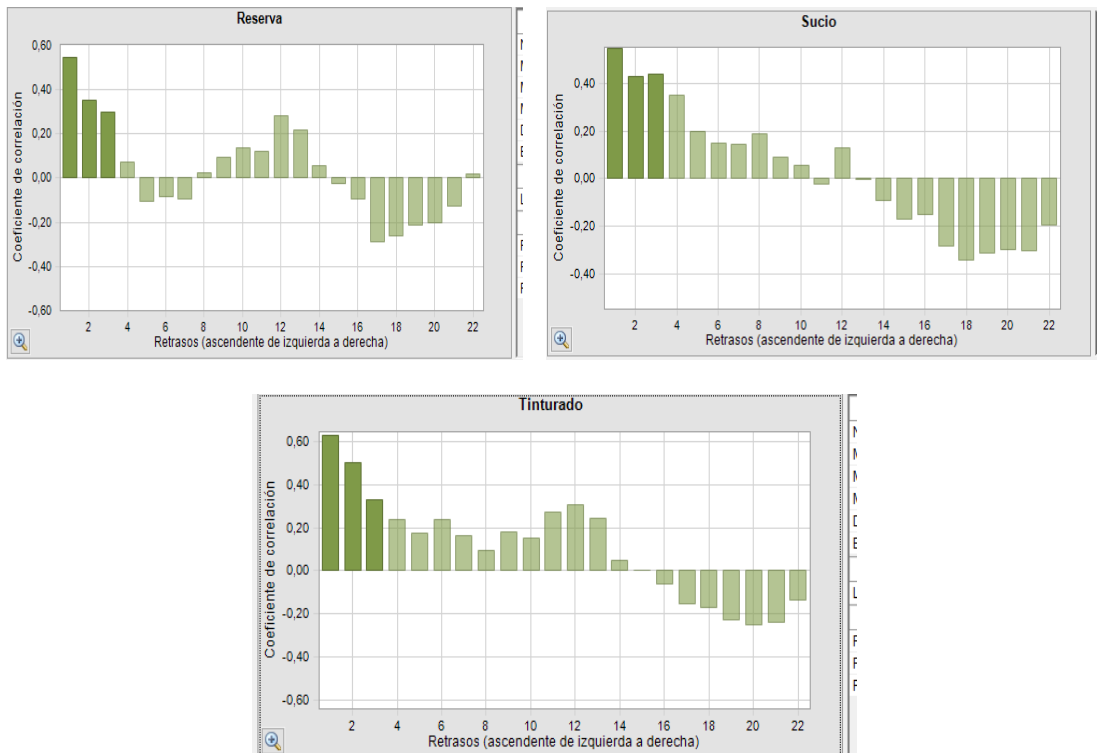


Figura 31. Correlogramas principales para los procesos de lavado

Con el método de las primeras diferencias identificamos si además de la tendencia existe estacionalidad en la serie de datos

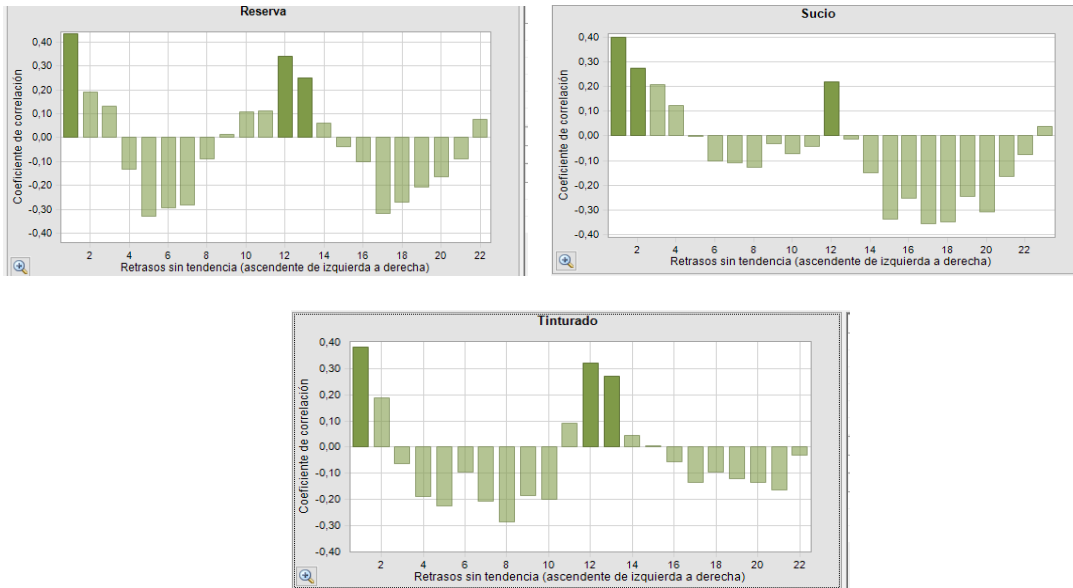


Figura 32. Correlogramas primeras diferencias

Con el análisis de estacionalidad de programa Crystal Ball, en autodetección se muestra los siguientes resultados:

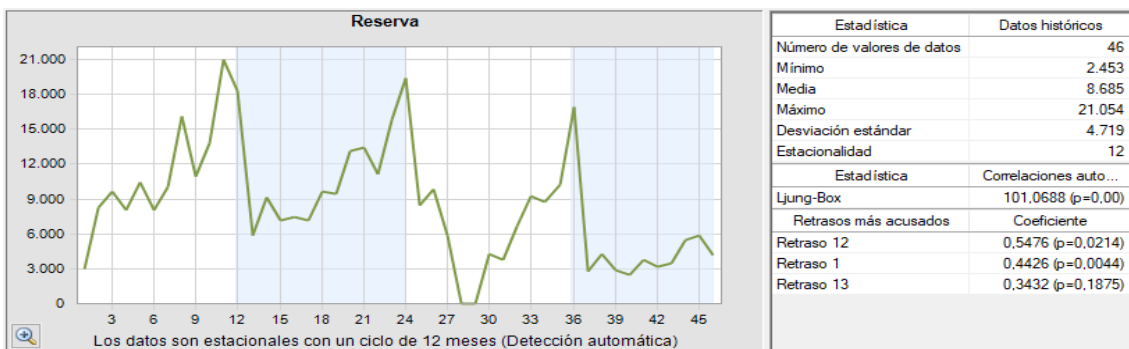


Figura 33. Resultado función detección auto – Crystal Ball serie reserva

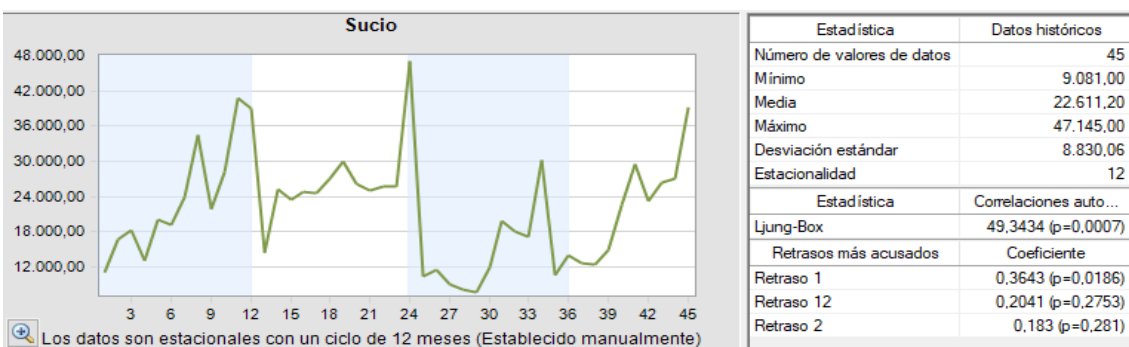


Figura 34. Resultado función detección auto - Crystal Ball serie sucio

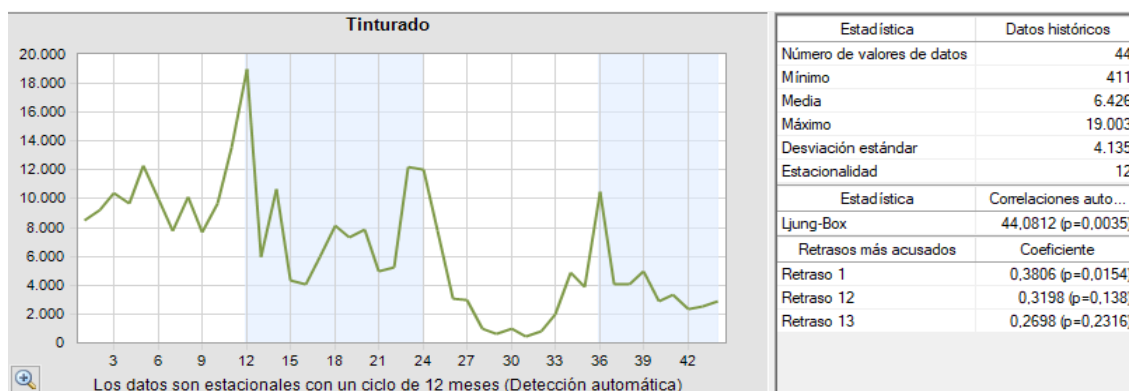


Figura 35. Resultado función detección auto - Crystal Ball serie tinturado.

El comportamiento de los coeficientes de auto correlación muestra que existen los siguientes patrones en las series:

Tabla 54. Patrones identificados en las series principales

Patrón	Patrón Primera diferencia	Serie
Tendencia	Estacional	Reserva Tinturado
Horizontal	Estacional	Sucio

Selección de método de pronóstico.

De acuerdo con los patrones detectados en las series y los métodos usados para pronosticar este tipo de patrón, se encuentra que los métodos más usados que se ajustan para las series que presentan tendencia y estacionalidad son:

- Aditivo de Holt-Winters, “*H-W AD*”.
- Aditivo estacional de tendencia desechada, “*DES-AD-TD*”
- Multiplicativo de Holt-Winters, “*H-W MULT*”
- Multiplicativo estacional de tendencia desechada, “*DES MULT TD*”
- Modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “*SARIMA*”.

Mientras que para las series de lavado sucio se tiene

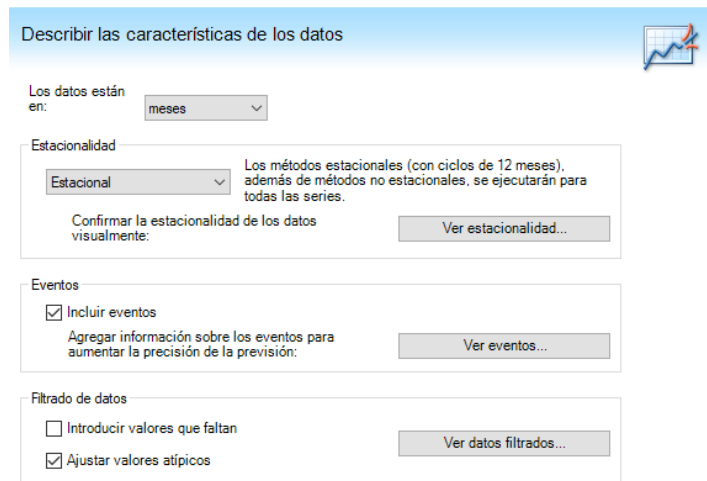
- SARIMA (1,0,1) (1,0,1)
- Aditivo estacional
- Multiplicativo estacional

Obtención de pronósticos por medio de Predictor Crystal Ball 11.2

Los pronósticos se realizan a través de la extensión para Excel de Crystal Ball, la herramienta *Predictor*, la configuración se muestra a continuación.

Configuración de la herramienta Predictor

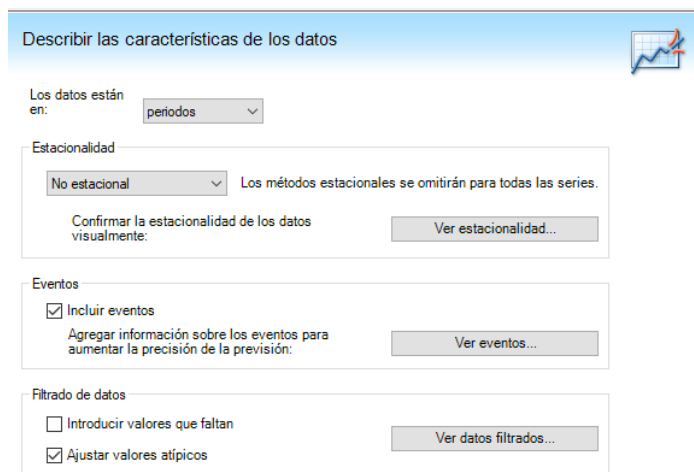
1. Describir las características de datos: Datos: Meses; estacionalidad: Estacional 12 meses; Activar: incluir eventos - ajustar valores atípicos



The screenshot shows the 'Describir las características de los datos' (Describe data characteristics) dialog box. It is configured for seasonal data with the following settings:

- Los datos están en:** meses
- Estacionalidad:** Estacional. A note states: 'Los métodos estacionales (con ciclos de 12 meses), además de métodos no estacionales, se ejecutarán para todas las series.' A button 'Ver estacionalidad...' is present.
- Eventos:** 'Incluir eventos' is checked. A note says: 'Agregar información sobre los eventos para aumentar la precisión de la previsión:'. A button 'Ver eventos...' is present.
- Filtrado de datos:** 'Ajustar valores atípicos' is checked. A button 'Ver datos filtrados...' is present.

Figura 36. Configuración para datos estacionales, serie reserva y tinturado



The screenshot shows the 'Describir las características de los datos' (Describe data characteristics) dialog box. It is configured for non-seasonal data with the following settings:

- Los datos están en:** periodos
- Estacionalidad:** No estacional. A note states: 'Los métodos estacionales se omitirán para todas las series.' A button 'Ver estacionalidad...' is present.
- Eventos:** 'Incluir eventos' is checked. A note says: 'Agregar información sobre los eventos para aumentar la precisión de la previsión:'. A button 'Ver eventos...' is present.
- Filtrado de datos:** 'Ajustar valores atípicos' is checked. A button 'Ver datos filtrados...' is present.

Figura 37. Configuración para datos no estacionales series sucio

2. **Agregamos un evento**, para mejorar la precisión del pronóstico, en este caso el confinamiento a nivel nacional inició el 19 de marzo de 2020 hasta 13 septiembre

del mismo año. Se configura a partir del periodo 28 con duración de 6 meses en el programa.

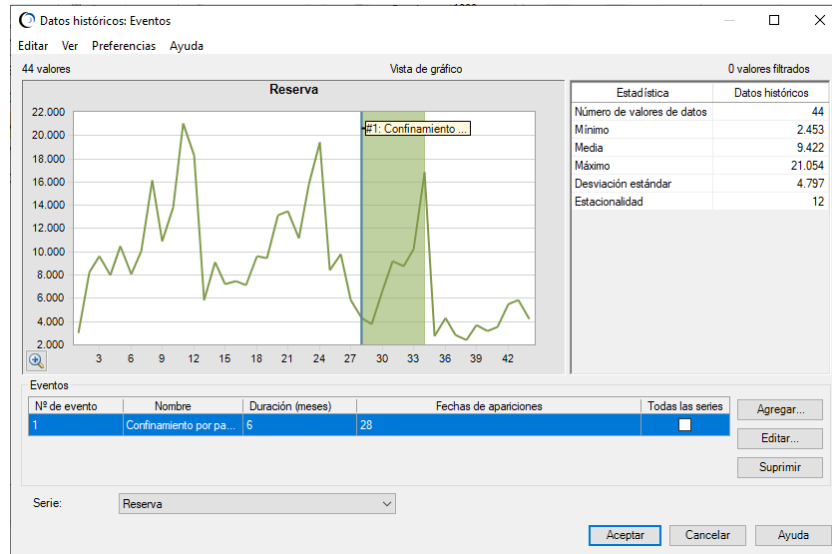


Figura 38. Ingreso de evento a las series de tiempos

- Ajuste de valores atípicos.** Por lo mencionado anteriormente, existen valores atípicos a causa de la pandemia, la herramienta ajusta los datos de forma automática, para reducir el error en los datos pronosticados.

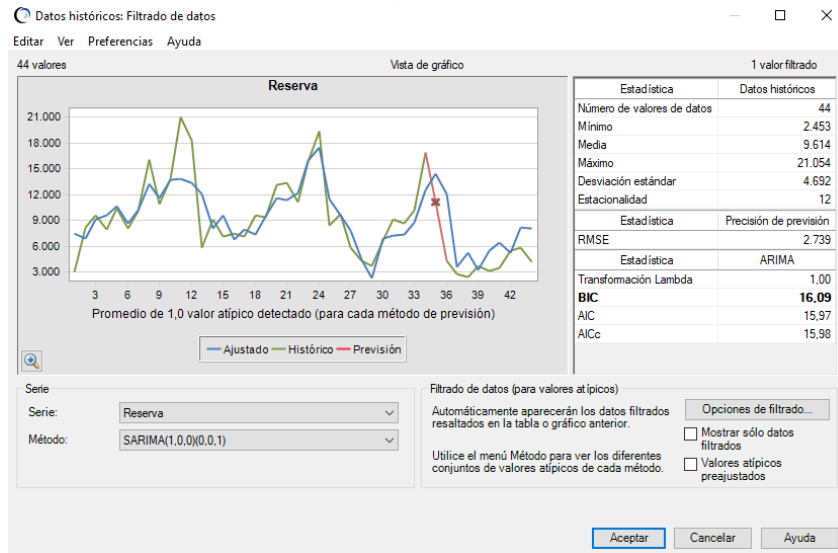


Figura 39. Ajuste automático e de valores atípicos

4. Selección de los métodos de pronósticos, activamos la casilla del método de pronóstico ya establecido para el análisis.

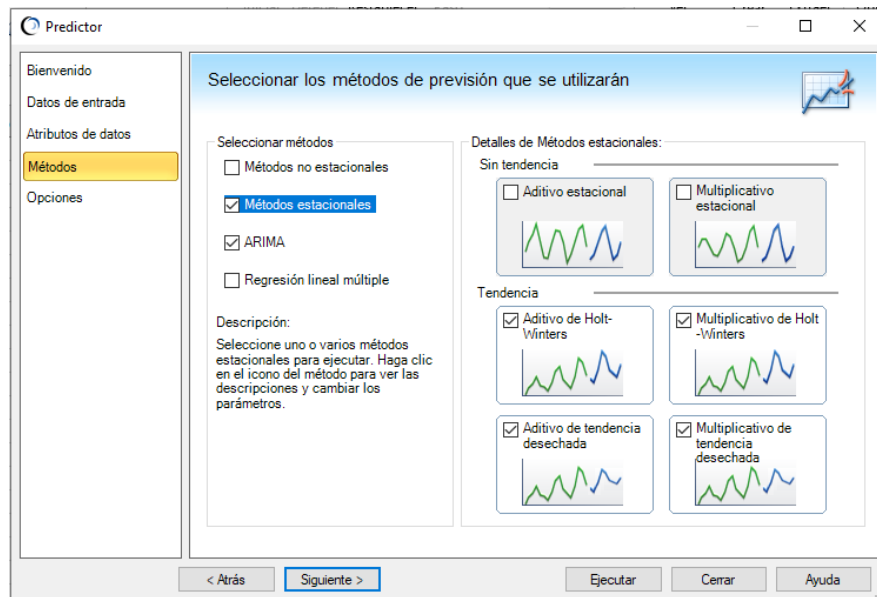


Figura 40. Selección de los modelos de pronósticos para series de tiempo estacionales

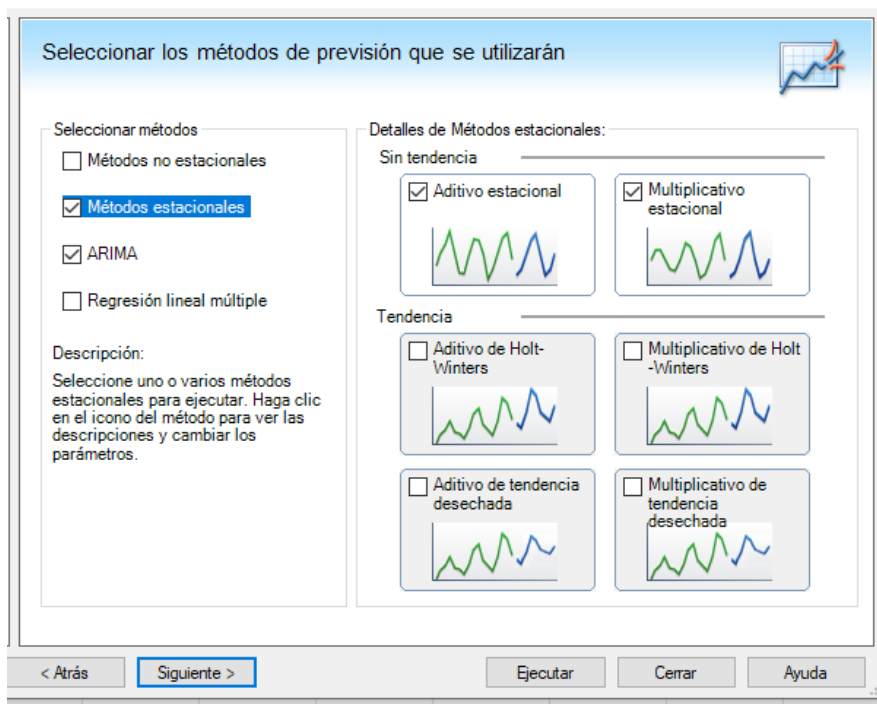


Figura 41. Selección de los modelos de pronósticos para series de tiempo sin tendencia

Resultados de pronósticos

Aplicando los métodos de pronóstico para cada serie de tiempo de los servicios de lavandería textil, se obtuvo las siguientes medidas de desempeño

Tabla 55 . Comparación resultados pronostico reserva y tinturado

Métodos	RESERVA				TINTURADO			
	RMSE	MAD	MAPE	U de Theil	RMSE	MAD	MAPE	U de Theil
H-W AD	4.299	2.739	29,97%	2,0206	2.533	2.093	37,49%	0,9825
DES - AD-TD	4.298	2.739	29,97%	2,0242	2.501	2.010	36,01%	0,9824
H-W MULT	4.182	3.373	37,39%	1,7718	2.178	1.730	30,95%	0,8435
MULT - AD-TD	4.180	3.370	37,36%	1,773	2.195	1.723	30,36%	0,8427
SARIMA	2.739	2.002	20,51%	0,7873	2.082	1.603	22,54%	0,7973

Tabla 56 . Comparación resultados pronostico serie sucio-ston

Métodos	SUCIO			
	RMSE	MAD	MAPE	U de Theil
SARIMA (1,0,1)(1,0,1)	4.785,62	3.822,34	17,62%	0,7014
Aditivo estacional	8.654,10	6.450,10	29,66%	1,4001
Multiplicativo	8.603,11	6.212,10	27,90%	1,2886

Los resultados de los demás métodos de pronósticos aplicados se muestran en los Anexo 7, Anexo 8 y Anexo 9, para cada servicio de lavado

Aplicando los métodos de pronóstico, se identifica cual tiene menos error, entre la demanda real y la pronosticada, el más ajustado según las medidas de desempeño para cada serie se muestran en la Tabla 57.

Tabla 57. Resumen mejor método

METODO	Serie
Samira	Reserva
Samira	Tinturado
Samira	Sucio

Los resultados de forma gráfica de los pronósticos se muestran a continuación:

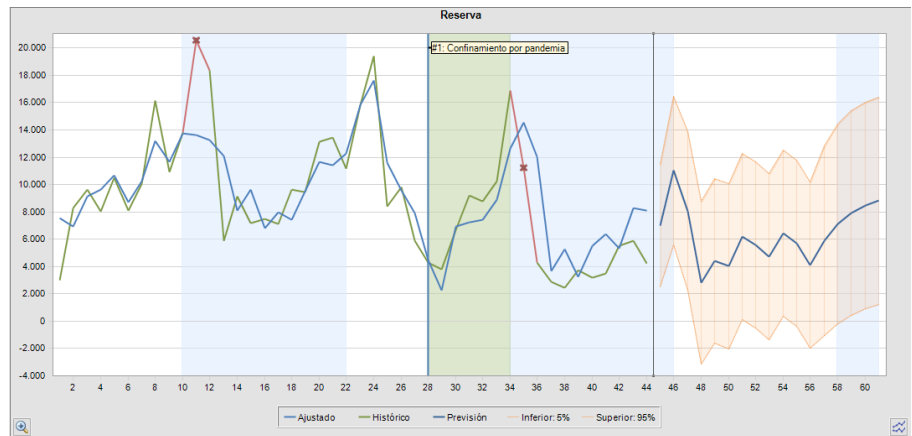


Figura 42. Pronósticos para año 2022 lavado reserva

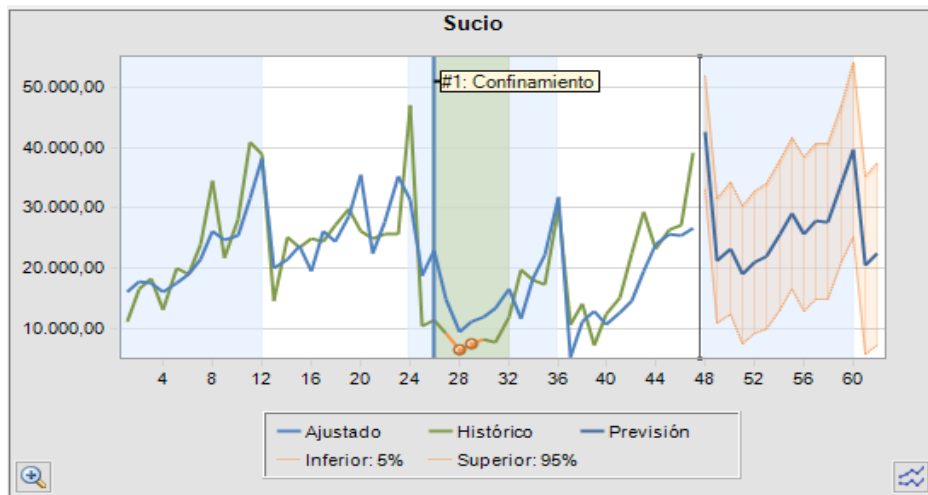


Figura 43. Pronósticos para año 2022 lavado sucio

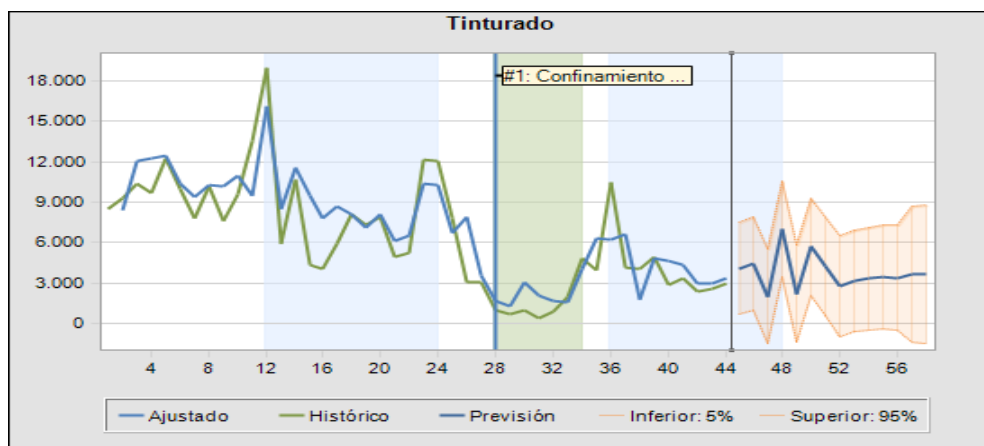


Figura 44. Pronósticos para año 2022 lavado tinturado

Los resultados de los pronósticos para el año 2022 de cada mes se muestran en la Tabla 92, para el método con menos error que es el modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “SAMIRA que presenta mejor ajuste de la demanda real vs la pronosticada.

Tabla 58. Pronósticos 2022 de los servicios principales

MES	PRONÓSTICO DE DEMANDA		
	RESERVA	SUCIO-STON	TINTURADO
Enero	2.842	17.917	2.998
Febrero	4.459	20.274	4.952
Marzo	4.059	15.933	3.082
Abril	6.231	17.976	6.559
Mayo	5.578	19.522	5.072
Junio	4.740	23.199	3.622
Julio	6.456	27.063	3.984
Agosto	5.710	24.805	4.220
Septiembre	4.112	25.507	5.943
Octubre	5.917	26.612	5.883
Noviembre	7.130	33.147	4.871
Diciembre	7.945	29.652	4.871

Costos relevantes para el plan de producción

Para el presente proyecto de investigación es necesario conocer algunos costos relevantes, asociados a los servicios de lavado de prendas jeans como: costo de producción, así como con el costo de mantener un inventario y de tener pedidos sin cubrir, de manera más específica estos costos son:

Costo del tiempo regular de un trabajador: Incluye la remuneración total pagados a los empleados (sueldo o salario, comisiones y bonificaciones), más los beneficios sociales (décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, fondos de reserva y pago por concepto de vacaciones) y el gasto correspondiente de 12.15% del aporte patronal que le corresponde pagar a la empresa al IESS.

En la empresa Ecuatintex y según la ley vigente que se muestran en el capítulo II de la fundamentación legal, el costo general para un trabajador a tiempo normal por mes es:

$TOTAL\ COSTO_{MANO\ DE\ OBRA}$

$$= INGRESOS\ DE\ EMPLEADO + BENEFICIOS\ SOCIALES + APORTE\ PATRONAL$$

Se muestran los cálculos correspondientes para los operarios:

Tabla 59. Roll de pago para un trabajador en tiempo normal al mes

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA						
INGRESOS DE EMPLEADOS					BENEFICIOS SOCIALES	
TRABAJADOR	SUELDO PROMEDIO \$	HE 50% \$	HE 100% \$	TOTAL, REMUNERACION	DECIMO TERCER SUELDO \$	DECIMO CUARTO SUELDO \$
Maquinista	\$ 512,50			\$ 512,50	\$ 42,71	\$ 33,33
Centrifugador	\$ 400,00			\$ 400,00	\$ 33,33	\$ 33,33
Secador	\$ 400,00			\$ 400,00	\$ 33,33	\$ 33,33
Sandblastero	\$ 700,00			\$ 700,00	\$ 58,33	\$ 33,33
Manualidades	\$ 548,00			\$ 548,00	\$ 45,67	\$ 33,33

El desarrollo de una planeación agregada requiere de un sueldo general de toda la mano de obra en el proceso productivo, por lo que se usa el promedio general del salario de todos los trabajadores,

Tabla 59. Roll de pago para un trabajador en tiempo normal al mes (continuación)

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA			
BENEFICIOS SOCIALES		IESS APORTE PATRONAL 12.15%	TOTAL, COSTO MANO OBRA
FONDO RESERVA	VACACIONES		
\$ 42,69	\$ 21,35	\$ 62,27	\$ 714,86
\$ 33,32	\$ 16,67	\$ 48,60	\$ 565,25
\$ 33,32	\$ 16,67	\$ 48,60	\$ 565,25
\$ 58,31	\$ 29,17	\$ 85,05	\$ 964,19
\$ 45,65	\$ 22,83	\$ 66,58	\$ 762,06
Total			\$ 3.571,62
Promedio			\$ 714,32

Costo de Horas Extras: el salario promedio de los trabajadores es de \$512,10 la empresa paga actualmente a sus empleados por el motivo de horas extras un monto de \$3,2 por cada hora de lunes a viernes; de sábado a domingo y días festivos la empresa reconoce

también a sus trabajadores por cada hora de trabajo un valor de \$4,27, los cálculos se basan según el código de trabajo tal como se encuentra estipulado en la fundamentación legal del capítulo II.

Costo de un trabajador a contrato eventual: es necesario conocer también, cuanto le cuesta a la empresa contratar a un trabajador cortos periodos, referimos cortos periodos a un lapso de 30 a 90 días, que corresponden a un mes o dos meses y en muchos de los casos hasta tres meses.

Como se expone en el código del trabajo con respecto a este tipo de contratos, la cual se encuentra especificada en el fundamento legal del capítulo II, ya que la ley del Ecuador es muy exigente cuando se trata de emplear a un nuevo trabajador. En la Tabla 96, se da a conocer el gasto general que tiene la empresa por un trabajador, cuyo contrato es eventual y que puede tener de permanecían de 30 a 180 días máximo

Tabla 60. Costo de un trabajador eventual

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA EVENTUAL									
Trabajador	INGRESOS DE EMPLEADOS			BENEFICIOS SOCIALES				IESS Aporte patronal 12,15%	Total, costo mano obra
	Sueldo Promedio	Incremento 35%	Total, remuneración	Décimo tercer sueldo	Décimo cuarto sueldo	Fondo Reserva	Vacaciones		
Operario	\$400,00	\$140,00	\$540,00	\$45,00	\$33,33	\$44,98	\$22,50	\$65,61	\$751,43
Total									\$751,43

Costos asociados con cambios en el índice de producción

Los costos típicos en esta categoría son aquellos que comprenden la contratación, la capacitación y el despido del personal

- **Costo de contratación:** Son los costos que enfrenta la empresa al adquirir nuevo personal para que realice un trabajo en específico. Según [18], plantea que los costos relacionados con la rotación de personal implican costos primarios, secundarios y terciarios, como son reclutamiento, publicidad, capacitación, selección de trabajador, salario del personal encargado, entrega de equipos de protección entre otros, en el tabla 97 se presentan las estimaciones que incurren en este costo, el análisis se realizó en conjunto con la parte contable y el

investigador que dio como resultado un costo de \$56,65 por cada trabajador contratado.

Tabla 61. Estimación de costos relevantes para la planeación

ESTIMACIÓN DE COSTOS RELEVANTES		
Costo de contratación y capacitación	Costos Internos de Reclutamiento	
	Costo publicidad de oferta (Redacción, analizar, selección, selección de medios de difusión)	\$ 0,52
	<i>Tiempo dedicado (15min), salario de personal encargado (500)</i>	
	Costos internos por adquisición de nuevo talento	\$ 1,04
	<i>Tiempo dedicado para entrevista, inducción única (30min), salario del equipo de adquisición de talento (500)</i>	
	Costos salariales del tiempo dedicado por los gerentes de contratación	\$ 0,63
	<i>Tiempo dedicado (15min), salario de personal encargado (600)</i>	
	Costos por elaboración de documentación	\$ 4,16
	<i>Tiempo dedicado para elaborar, aviso de entrada, ingresos al sut, impresión y escaneado de documentos (2h), salario del personal (500)</i>	
	Costo de impresión	\$ 0,75
	<i>15 hojas Aprox. (0,05)</i>	
	Costo de capacitación (Salario de instructor)	\$ 7,50
	<i>Capacitación por 1h, hasta 3 encargado por el técnico a cargo, salario de técnico (600)</i>	
	Equipo de Protección personal	\$ 42,05
<i>(Gafas, mascarilla, tampones de oídos, botas, mandil)</i> <i>=0+1,25+0,8+12,5+12+8+3+4,5</i>		
TOTAL	\$ 56,65	
Costo de despido	Costos Internos de Despido	
	Costos internos por adquisición/despido de nuevo talento	\$ 1,04
	<i>Tiempo dedicado para pago, conformidad de pagos, tiempo (30min), salario del equipo de adquisición de talento (500)</i>	
	Costos salariales del tiempo dedicado por los gerentes de contratación	\$ 0,63
	<i>Tiempo dedicado (10min), salario de personal encargado (600)</i>	
	Costos por elaboración de documentación	\$ 4,16
	<i>Tiempo dedicado para elaborar, (aviso de salida del IESS, terminación de contrato en el SUT (acta de finiquito), pago, oficio de despido o renuncia del trabajador. (1,5h), salario del personal (500)</i>	
	Costo de impresión	\$ 0,25
	<i>5 hojas Aprox. (0,05)</i>	
	Liquidación por despido de empleado retirado por año	\$ 41,67
<i>1 trabajador por año+ liquidación 25% del último sueldo =400+400*0,25=500 para 12 meses</i>		
TOTAL	\$ 47,74	
Valor de Hora de trabajo	Valor por hora de trabajo (Jornada Ordinaria)	\$ 4,25
	<i>Para 168 horas laborables</i>	
	Valor por hora suplementaria (recargo 50%) de trabajo	\$ 3,22
	Valor por hora extra (Recargo 100%) de trabajo	\$ 4,26

- **Costo de despido:** En [10], entre los costos de despido figuran los costos de las entrevistas de salida, el pago de indemnización por cese de empleo, entre otros en la Tabla 61, se presenta de forma más detallada los costos asociados al despido de personal, teniendo como resultado \$47,74.

Costos improductivos

La empresa Ecuatintex al ser una empresa que presta servicios tangibles, ya que es una fábrica de servicios de lavandería, es posible utilizar la planeación agregada la cual se centra en el procesamiento prendas jeans de acuerdo a una solicitud de servicio y no para generar inventarios. Por consiguiente, los productos terminados no están disponibles para responder a variaciones de la demanda sino en los registros de trabajo.

Los costos de mantenimiento aplicaría más a la adquisición de material primas como son los productos químicos necesarios para el lavado y tinturado de las jeans, ya que son una inversión, representa capital en retención, y un exceso de compras en estos productos químicos, genera costos de mantenimiento, debido a que los químicos debe ser almacenados bajo ciertas normativas, es necesario y recomendación del investigador realizar una investigación sobre control de inventarios en esta área para analizar las cantidades adecuadas, la frecuencia de pedido de acuerdo al nivel de utilización de los materiales.

Con lo mencionado en lo anterior un exceso de producción representa un costo de tiempo improductivo, por la mano de obra, maquinaria y energía que la empresa debe asumir, mas no un costo por tener inventario en stock

Costo del inventario agotado en el proceso de reserva, sucio y tinturado

En costo asociado en la empresa se genera al no poder producir y a la vez no cumplir con el pedido solicitado; en donde para el proceso de reserva, sucio y tinturado, el costo para la empresa por servicio no procesado de una unidad es la diferencia entre el valor de la venta de una unidad producida y el costo de producción de dicha unidad, en otras palabras, es la ganancia por cada prenda no producida, se muestra en la tabla 98 los resultados.

Tabla 62. Costos por faltantes

	Costo Unitario	Prenda Unidad	Precio	Costo por faltante
Reserva	\$ 0,90	1	\$ 1,30	\$ 0,40
Sucio	\$ 0,90	1	\$ 1,55	\$ 0,65
Tinturado	\$ 0,70	1	\$ 1,00	\$ 0,30

PLANIFICACIÓN AGREGADA EN LA EMPRESA ECUATINTEX

La planificación agregada o también llamada planificación de ventas y operaciones asegura un equilibrio entre los planes de oferta y demanda, así mismo permite tener una visión de los niveles de recursos agregados a futuros, en la empresa Ecuatintex que ofrece el servicio de lavandería y tintorería en prendas jeans le resulta de vital importancia evaluar la opción más económica respecto a los costos de capital intensivo en el proceso productivo.

Entonces, el objetivo del método es minimizar el impacto en la utilidad por la acción de la planeación de la fuerza de trabajo directa que opera para un horizonte de planeación de 12 meses del año 2022 para los servicios de lavandería que ofrece la empresa. Es decir que el costo total de las decisiones de contratar o despedir, utilización de la mano de obra, materia prima sea el mínimo.

Recopilación de información

Pronósticos de la demanda: con el estudio de series de tiempo y los diferentes métodos de pronósticos, para los principales servicios de lavado en la empresa, las proyecciones para el año 2022 de cada mes por unidad son las siguientes:

Tabla 63. Resumen de pronósticos de los principales servicios de lavado

En.	Feb.	Mzo.	Abr.	My.	Jun.	Jul.	Agt.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
LAVADO RESERVA											
2.842	4.459	4.059	6.231	5.578	4.740	6.456	5.710	4.112	5.917	7.130	7.945
LAVADO SUCIO-STON											
17.917	20.274	15.933	17.976	19.522	23.199	27.063	24.805	25.507	26.612	33.147	29.652
LAVADO TINTURADO											
2.998	4.952	3.082	6.559	5.072	3.622	3.984	4.220	5.943	5.883	4.871	4.871

Requerimientos de producción

Los pronósticos de la demanda para el año 2022 están sujetos a errores, De acuerdo con el MAPE para los servicios de lavado Reserva, Sucio-Ston, y Tinturados estos errores son: 20,51%, 17,62%, 22,54%, respectivamente, teniendo un error general promedio de 20,3%, basados en Chase, es recomendable tener una colcho de capacidad para asegurar la producción ante una variación de la demanda, para este caso en estudio se aplica un 20% a todos los servicios, los resultados se tienen en la siguiente tabla.

Tabla 64. Requerimientos de producción

	En	Feb	Mzo	Abr	My	Jun
Requerimiento de producción Reserva	3411	5352	4872	7478	6694	5689
Requerimiento de producción Sucio-Ston	8781	8583	8385	8187	7989	7791
Requerimiento de producción Tinturado	2406	8443	2650	6836	5088	3299
	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic
Requerimiento de producción Reserva	7748	6853	4935	7101	8556	9534
Requerimiento de producción Sucio-Ston	7593	7395	7197	6999	6801	6604
Requerimiento de producción Tinturado	3745	3994	4104	4044	4351	4351

Días laborables mensual: estos varían de mes a mes ya que están sujeto a restricciones legales, descritos en el capítulo II de la fundamentación legal, ya que existen días no recuperables para los trabajadores, hay que tomar en cuenta además las políticas de la empresa respecto a las vacaciones, en la tabla siguiente se muestran los días y fechas

Tabla 65. Calendario 2022 empresa Ecuatintex

Año Nuevo	Sábado 1 de enero 2022	No recuperable, se une al domingo 2
Carnaval	Lunes 28 de febrero y martes 1 de marzo 2022	Feriado de carnaval, no recuperables, se unen al sábado 26 y domingo 27
Viernes Santo	Viernes 15 de abril 2022	No recuperable, se unen al sábado 16 y domingo 17
Día del Trabajo	Domingo 1 de mayo 2022	No recuperable, pasa al lunes 2 de mayo, se une al sábado 30 y domingo 1
Batalla del Pichincha	Martes 24 de mayo 2022	No recuperable, pasa al lunes 23, se une al sábado 21 y domingo 22
Primer Grito de la Independencia	Miércoles 10 de agosto 2022	No recuperable, pasa al viernes 12 de agosto, se une al sábado 13 y domingo 14
Independencia de Guayaquil	Domingo 9 de octubre 2022	No recuperable, pasa al lunes 10 de octubre, se une al sábado 8 y domingo 9
Día de los Difuntos	Miércoles 2 de noviembre 2022	No recuperable, pasa al viernes 4 de noviembre, se une al sábado 5 y domingo 6
Independencia de Cuenca	Jueves 3 de noviembre 2022	No recuperable, se une al feriado de Difuntos
Navidad	Domingo 25 de diciembre 2022	No recuperable, se une al sábado 24
Vacaciones de personal	30 de diciembre al 9 de enero	Se realizan tareas de mantenimiento en toda la planta

Aplicando la función *díaslab* en Excel podemos encontrar de manera rápida los días laborables según las fechas de vacaciones o feriados por mes:

Tabla 66. Días laborables mensuales

mes	en.	feb.	mzo.	abr.	my.	jun.	jul.	agt.	sept.	oct.	nov.	dic.
Días laborables	16	19	22	20	20	22	21	22	22	20	22	21

Costos involucrados: Se presenta un resumen de todos los costos que intervienen en la elaboración de plan, el estudio y estimaciones se lo realizó anteriormente.

Tabla 67. Costos relevantes para la planeación

COSTOS		
Costo mano de obra regular	\$ 714,32	/mes/trabajador
Costo mano de obra eventual	\$ 751,32	/mes/trabajador
Costo de contratar	\$ 56,65	/Trabajador
Costo de despido	\$ 47,74	/Trabajador
Costo hora regular	\$ 4,25	/hora
*Para 168 horas laborables		
Costo tiempo extra (50%)	\$ 3,22	/hora
Costo tiempo extra (100%)	\$ 4,26	/hora

Así mismo de tienen los costos de material químico como son tintes, detergentes suavizantes etc., necesarios para procesar las prendas jeans.

Tabla 68. Costos de materia prima

Costo de materia prima		
Costo de materia prima lavado Reserva	\$ 0,33	/unidad
Costo de materia prima lavado Sucio	\$ 0,24	/unidad
Costo de materia prima lavado Tinturado	\$ 0,50	/unidad

Horas de trabajo requeridas para los servicios de lavado: mediante el estudio de tiempo, capacidad y los análisis hombre-máquina como resultado se tiene:

Tabla 69. Horas dedicadas a procesar los principales servicios de lavado

Horas de trabajo requeridas Reserva	0,0943	horas/unidad
Horas de trabajo requeridas Sucio	0,0660	horas/unidad
Horas de trabajo requeridas Tinturado	0,0361	horas/unidad

Planeación agregada aplicada al sector de servicios de lavandería Ecuatintex

En la empresa el trabajo se realiza en una jornada de 8 horas, y dependiendo de la cantidad de prendas a procesar se trabaja a tiempo extra para satisfacer la demanda, la empresa en estudio pertenece al sector terciario ya que brinda el servicio de lavado y el enfoque de la planeación está en los costos de la fuerza de trabajo y los costes de materia prima, como son los productos químicos usados para procesar las prendas. Los servicios de lavado en estudio son pedidos que realicen los clientes de acuerdo con sus necesidades, por lo que una vez que son procesados pasan a la bodega de productos terminados y son transportados por los vehículos de la empresa o bien por el mismo cliente.

Tomando en cuenta las consideraciones antes expuestas de la empresa, se procede a realizar 4 planes a agregados, tanto para el servicio de lavado de reserva, sucio-ston, y tinturados, los modelos aplicables de planeación para empresas de servicios son los mismo usados para las empresas manufactureras con alguna variaciones o bien combinaciones entre ella según sea necesario llamadas también planes mixtos, salvo que éstos planes no tienen la opción de formar un inventario de previsión para los siguientes

meses [9]. Se da un papel más activo a la administración de la demanda, ya que para este sector su enfoque principal es los costos por mano de obra, costos por tiempos improductivos y materia prima para su procesamiento.

Para realizar el cálculo de los distintos modelos de producción, se utiliza la ayuda de una hoja de cálculo en Excel verticalmente detalla las variables que intervienen en cada uno de los modelos como: producción, días de trabajo, demanda, costos, etc., y horizontalmente muestra el periodo de tiempo donde se desarrolla cada uno de los cálculos de la parte vertical.

Plan Agregado de Producción 1: Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable

También llamada estrategia de persecución, esta estrategia requiere simplemente ajustar la fuerza de trabajo según sea necesario para satisfacer la demanda, contratando o despidiendo trabajadores en cada periodo, en una jornada de 8 horas laborables.

Se procede a calcular las horas de producción requeridas para cada tipo de lavado, como los tres servicios de lavado tienen diferentes tiempos de procesamiento se calcula por separado para luego unificar el tiempo total requerido y sus costos, el cálculo para el primer mes se muestra a continuación.

$$\text{Horas de producción requeridas Reserva}_{\text{enero}} = 3.411 \text{unid} \times \frac{0,09436 \text{ h}}{\text{unid}} = 322 \text{ h}$$

$$\text{Horas de producción requeridas SucioSton}_{\text{enero}} = 21.501 \text{unid} \times \frac{0,0661 \text{ h}}{\text{unid}} = 1421,2 \text{ h}$$

$$\text{Horas de producción requeridas Tinturado}_{\text{enero}} = 3.598 \text{unid} \times \frac{0,03612 \text{ h}}{\text{unid}} = 130 \text{ h}$$

El total de horas de producción requeridas para el mes de enero es 1873,1 horas ($312,9h + 1421,2h + 130h$), el mismo procedimiento se realiza por los meses siguientes como se muestran en la Tabla 70.

Se calcula las horas al mes por trabajador, mediante los días hábiles por el número de horas de una jornada de trabajo de 8 horas para el mes de enero se tiene:

Tabla 70. Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Requerimientos de producción Reserva	3.411	5.352	4.872	7.478	6.694	5.689	7.748	6.853	4.935	7.101	8.556	9.534	
Requerimientos de producción Sucio	21.501	24.329	19.120	21.572	23.427	27.840	32.477	29.767	30.609	31.934	39.777	35.582	
Requerimientos de producción Tinturado	3.598	5.943	3.699	7.871	6.087	4.347	4.781	5.064	7.132	7.060	5.846	5.846	
Días hábiles por mes	16	19	22	20	20	22	21	22	22	20	22	21	
Horas de producción requeridas Reserva <i>(requerimiento de producción × h/unid)</i>	321,9	505,1	459,8	705,7	631,7	536,9	731,2	646,7	465,7	670,1	807,4	899,7	
Horas de producción requeridas Sucio-Ston <i>(requerimiento de producción × h/unid)</i>	1.421,2	1.608,1	1.263,8	1.425,9	1.548,5	1.840,2	2.146,7	1.967,6	2.023,2	2.110,8	2.629,2	2.351,9	
Horas de producción requeridas Tinturado <i>(requerimiento de producción × h/unid)</i>	130,0	214,7	133,6	284,4	219,9	157,0	172,7	183,0	257,7	255,1	211,2	211,2	
Total, de horas de producción requeridas	1.873,1	2.327,9	1.857,2	2.415,9	2.400,1	2.534,1	3.050,6	2.797,2	2.746,6	3.036,0	3.647,8	3.462,8	
Horas al mes por trabajador <i>(días hábiles × 8 h/día)</i>	128,0	152,0	176,0	160,0	160,0	176,0	168,0	176,0	176,0	160,0	176,0	168,0	
Trabajadores requeridos <i>(horas de producción requeridas/ horas al mes por trabajador)</i>	15	16	11	16	16	15	19	16	16	19	21	21	TOTALES
Trabajadores contratados	1	1		5			4			3	2		16
Despido de trabajadores			5			1		3					9
Costo de contratación	\$ 56,7	\$ 56,7	\$ -	\$ 283,3	\$ -	\$ -	\$ 226,6	\$ -	\$ -	\$ 170,0	\$ 113,3	\$ -	\$ 906,4
Costo de despido	\$ -	\$ -	\$ 238,7	\$ -	\$ -	\$ 47,7	\$ -	\$ 143,2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 429,7
Costo trabajadores tiempo normal <i>(Número de Trabajadores x remuneración)</i>	\$ 10.000,48	\$ 10.714,8	\$ 7.857,5	\$ 7.857,5	\$ 11.429,1	\$ 10.714,8	\$ 10.714,8	\$ 11.429,1	\$ 11.429,12	\$ 11.429,12	\$ 13.572,08	\$ 15.000,72	\$ 132.149,20
Costo del tiempo trabajadores eventuales <i>(trabajadores eventuales x remuneración)</i>	\$ 751,3	\$ 751,3	\$ -	\$ 3.756,6	\$ -	\$ -	\$ 3.005,3	\$ -	\$ -	\$ 2.254,0	\$ 1.502,6	\$ -	\$ 12.021,1
Costo materia Prima Reserva	\$ 1.125,6	\$ 1.766,2	\$ 1.607,8	\$ 2.467,7	\$ 2.209,0	\$ 1.877,4	\$ 2.556,8	\$ 2.261,5	\$ 1.628,6	\$ 2.343,3	\$ 2.823,5	\$ 3.146,2	\$ 25.813,6
Costo materia Prima Sucio-Ston	\$ 5.160,2	\$ 5.839,0	\$ 4.588,8	\$ 5.177,3	\$ 5.622,5	\$ 6.681,6	\$ 7.794,5	\$ 7.144,1	\$ 7.346,2	\$ 7.664,2	\$ 9.546,5	\$ 8.539,7	\$ 81.104,4
Costo materia Prima Tinturado	\$ 1.799,0	\$ 2.971,5	\$ 1.849,5	\$ 3.935,5	\$ 3.043,5	\$ 2.173,5	\$ 2.390,5	\$ 2.532,0	\$ 3.566,0	\$ 3.530,0	\$ 2.923,0	\$ 2.923,0	\$ 33.637,0
Total, Costo por mes	\$18.893,32	\$ 22.099,4	\$ 16.142,3	\$23.477,9	\$ 22.304,1	\$ 21.495,0	\$26.688,50	\$23.509,9	\$ 23.969,8	\$27.390,52	\$ 30.480,9	\$ 29.609,6	\$286.061,37

$$\text{Horas por trabajador}_{\text{enero}} = 16 \text{ dias} \times 8 \text{ horas} = 128 \text{ horas}$$

El cálculo es similar para los demás meses los resultados se muestran en la Tabla 70. Para encontrar el número de trabajadores necesarios para cada mes se aplica la siguiente formula:

$$\begin{aligned} \text{Trabajadores requeridos}_{\text{enero}} &= \frac{\text{horas de producción requeridas}}{\text{horas al mes por trabajador}} = \frac{1873,1}{128} \\ &= 14,6 \text{ Trabajadores} \cong 15 \text{ Trabajadores} \end{aligned}$$

De esta forma se sabe el número total de trabajadores necesarios en cada mes y cuantos se deben contratar y despedir, los costos por trabajadores a jornada laboral normal y de planta se calcula con la remuneración de \$724,32, los trabajadores que entren con contrato eventual se calcula con la remuneración de 751,32, en el mes de enero por ejemplo se tiene una mano de obra de 15 trabajadores, pero uno de ellos entra con contrato eventual ya que a finales del 2021 se terminara con 14 trabajadores, se tiene 14 trabajadores con el sueldo de planta y 1 trabajador con contrato eventual que da como resultado \$9.963,48 y \$751,3 respectivamente.

Finalmente se calcula el costo por materia prima usado por cada mes, depende del proceso de lavado cada uno tiene su propio costo y la cantidad de prendas que se realizaran al mes en la Tabla 103 se muestran todos los costos unificados.

El primer plan agregado unifica los costos por contratar, despedir, salarios de trabajadores de planta y eventuales, así como el coste de materia, cuyo costo total asciende a \$286.061,37.

Plan de Producción 2: Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos

En este plan se considera una fuerza de trabajo mínima constante a lo largo de todo el horizonte de planeación en este caso para 12 meses, cuando la demanda sube para los procesos de lavado en estudio se recurre a trabajar en tiempo extra, la hora extra general para un trabajador con un recargo del 50% es de \$ 3,22 por cada hora laborable, y el sueldo por trabajador es de \$ 714,32.

Además, se debe tener en cuenta que la cantidad de horas extras máximo permitidas para un trabajador al día no deben superar las 4 horas, esto en base al código de trabajo presentado en el capítulo II de fundamentación legal.

Se inicia con el cálculo de número de trabajadores, para el proceso de lavado reserva y tinturados se toma la demanda más baja, mientras que para el servicio de lavado sucio se procede con un promedio de los meses, debido al patrón horizontal que presentaba este último en el análisis de series de tiempo, para los días hábiles se recurre a un promedio general que como resultado 21 días.

$$N \text{ trabajadores} = \frac{\text{Requerimientos de producción} \times \text{Horas de trabajo requeridas}}{\text{Días laborables} \times \text{horas jornada}}$$

Se muestran los cálculos para cada servicio de lavado y se redondea al entero más próximo:

$$N \text{ trabajadores}_{\text{Reserva}} = \frac{3.411 \text{ unidades} \times 0,09436 \text{ horas/unidad}}{21 \text{ días} \times 8 \text{ horas/día}} = 1,95 \cong 2 \text{ trabajadores}$$

$$N \text{ trabajadores}_{\text{Sucio}} = \frac{28.161 \text{ unidades} \times 0,0660 \text{ horas/unidad}}{21 \text{ días} \times 8 \text{ horas/día}} = 11,3 \cong 11 \text{ trabajadores}$$

$$N \text{ trabajadores}_{\text{Tinturado}} = \frac{3.598 \text{ unidades} \times 0,03612 \text{ horas/unidad}}{21 \text{ días} \times 8 \text{ horas/día}} = 0,8 \cong 1 \text{ trabajador}$$

Se tiene una fuerza laboral constata de 14 trabajadores en toda la planificación agregada

Se procede a calcular las horas de producción disponibles para cada servicio, con el número de trabajadores y los días hábiles, el cálculo es el mismo para el resto de los meses, mediante la siguiente formula:

$$\text{Horas de producción disponibles} = \text{días hábiles}_{\text{mes}} \times 8 \text{ h/día} \times N \text{ trabajadores}$$

Para el mes de enero de proceso de reserva se tiene como resultado:

$$\text{Horas de producción disponible Reserva}_{\text{enero}} = 16 \text{ días} \times 8 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 14 = 256 \text{ horas}$$

Se calcula, el tiempo necesario para procesar cada prenda dependiendo del servicio de lavado, definido como producción de turno regular, aplicando la siguiente fórmula para el proceso de reserva se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Producción de turno regular Reserva}_{\text{enero}} & \\ &= \text{horas de producción disponibles} / \text{horas requeridas por unidad} \\ &= 256 \text{ horas} / 0,9436 \text{ horas/unidad} = 2,713 \text{ unidades} \end{aligned}$$

La diferencia entre la producción de turno regular y los requerimientos de producción son las unidades antes de tiempo extra, todos los resultados negativos pasan a ser unidades a tiempo extra, si los valores resultan ser positivos pasan a ser tiempos improductivos debido a que la fuerza de trabajo supera en capacidad a la demanda, que a la final a la empresa le cuesta el tiempo de trabajo de los trabajadores.

$$\text{Unidades disponibles antes de tiempo extra Reserva}_{\text{enero}} = 2.713 - 3.411 = -698$$

El valor anterior calculado pasa a ser unidades a tiempo extra, para calcular el costo se procede a calcular el producto entre las unidades en tiempo extra, las horas de trabajo necesarias y el valor de la hora extra, se muestra a manera de ejemplo para el mes de enero del servicio de lavado reserva:

$$\text{Costo del tiempo extra Reserva}_{\text{enero}} = 698 \text{ unid} \times 0,094 \text{ h/unidad} \times \$ 3,22 / \text{h} = \$ 212,10$$

Para los meses que tienen tiempo improductivo su cálculo se realiza multiplicando las unidades con las horas requeridas de trabajo, su costo se calcula mediante la multiplicación de las horas improductivas y el costo del valor de una hora normal de trabajo, se muestra para el servicio de lavado Sucio-ston en el mes de febrero:

$$\text{Tiempo improductivo Sucio Ston}_{\text{febrero}} = 967 \text{ unid} \times 0,0661 \frac{\text{h}}{\text{unidad}} = 63,9 \text{ horas}$$

$$\text{Costo tiempo improductivo Sucio ston} = 63,98 \text{ horas} \times 4,25 \frac{\$}{\text{hora}} = 271,65$$

Los costos por la mano de obra para se calcula con el total de horas de producción y el costo del valor de normal, el total de horas de producción es la suma de los tres servicios.

Tabla 71. Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Requerimientos de producción Reserva	3.411	5.352	4.872	7.478	6.694	5.689	7.748	6.853	4.935	7.101	8.556	9.534
Requerimientos de producción Sucio	21.501	24.329	19.120	21.572	23.427	27.840	32.477	29.767	30.609	31.934	39.777	35.582
Requerimientos de producción Tinturado	3.598	5.943	3.699	7.871	6.087	4.347	4.781	5.064	7.132	7.060	5.846	5.846
Días hábiles por mes	16	19	22	20	20	22	21	22	22	20	22	21
Número de trabajadores	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Horas de producción disponibles Reserva (días hábiles × 8 h/ día × 2 trabajadores)	256	304	352	320	320	352	336	352	352	320	352	336
Horas de producción disponibles Sucio (días hábiles × 8 h/ día × 11 trabajadores)	1.408	1.672	1.936	1.760	1.760	1.936	1.848	1.936	1.936	1.760	1.936	1.848
Horas de producción disponibles Tinturado (días hábiles × 8 h/ día × 1 trabajadores)	128	152	176	160	160	176	168	176	176	160	176	168
Total, de horas de producción	1.792	2.128	2.464	2.240	2.240	2.464	2.352	2.464	2.464	2.240	2.464	2.352
Producción de turno regular Reserva (horas de producción disponibles/ h por unidad)	2.712,8	3.221,4	3.730,1	3.391,0	3.391,0	3.730,1	3.560,5	3.730,1	3.730,1	3.391,0	3.730,1	3.560,5
Producción de turno regular Sucio (horas de producción disponibles/ h por unidad)	21.301,5	25.295,6	29.289,6	26.626,9	26.626,9	29.289,6	27.958,3	29.289,6	29.289,6	26.626,9	29.289,6	27.958,3
Producción de turno regular Tinturado (horas de producción disponibles/ h por unidad)	3.543,0	4.207,3	4.871,6	4.428,7	4.428,7	4.871,6	4.650,1	4.871,6	4.871,6	4.428,7	4.871,6	4.650,1
Unidades disponibles antes del tiempo extra-Reserva (producción de turno regular – requerimientos de producción).	-698	-2.131	-1.142	-4.087	-3.303	-1.959	-4.187	-3.123	-1.205	-3.710	-4.826	-5.973
Unidades disponibles antes del tiempo extra Sucio (producción de turno regular – requerimientos de producción).	-199	967	10.170	5.055	3.200	1.450	-4.519	-477	-1.319	-5.307	-10.487	-7.624
Unidades disponibles antes del tiempo extra Tinturo (producción de turno regular – requerimientos de producción).	-55	-1.736	1.173	-3.442	-1.658	525	-131	-192	-2.260	-2.631	-974	-1.196

Tabla 71. Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos (continuación)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Unidades a tiempo extra-Reserva	698	2.131	1.142	4.087	3.303	1.959	4.187	3.123	1.205	3.710	4.826	5.973	
Unidades a tiempo extra Sucio-Ston	199	0	0	0	0	0	4.519	477	1.319	5.307	10.487	7.624	
Unidades a tiempo extra Tinturado	55	1.736	0	3.442	1.658	0	131	192	2.260	2.631	974	1.196	
Tiempo Improductivo Reserva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tiempo Improductivo Sucio	0,0	63,9	672,2	334,1	211,5	95,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tiempo Improductivo Tinturado	0,0	0,0	42,4	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	TOTALES
Costo del tiempo extra Reserva (unidades a tiempo extra × 0,094 h/unidad × 3,22 dólares/h)	\$ 212,10	\$ 647,54	\$ 347,01	\$ 1.241,89	\$ 1.003,66	\$ 595,27	\$ 1.272,28	\$ 948,97	\$ 366,16	\$ 1.127,34	\$ 1.466,45	\$ 1.814,98	\$ 11.043,66
Costo del tiempo extra (unidades a tiempo extra × 0,066 h/unidad × 3,22 dólares/h)	\$ 42,45	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 961,75	\$ 101,60	\$ 280,81	\$ 1.129,54	\$ 2.232,10	\$ 1.622,61	\$ 6.370,87
Costo del tiempo extra (unidades a tiempo extra × 0,036 h/unidad × 3,22 dólares/h)	\$ 6,40	\$ 201,92	\$ -	\$ 400,45	\$ 192,91	\$ -	\$ 15,22	\$ 22,38	\$ 262,96	\$ 306,10	\$ 113,36	\$ 139,12	\$ 1.660,82
Costo Tiempo Improductivo Reserva	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Tiempo Improductivo Sucio	\$ -	\$ 271,65	\$ 2.858,12	\$ 1.420,66	\$ 899,32	\$ 407,41	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.857,17
Costo Tiempo Improductivo Tinturado	\$ -	\$ -	\$ 180,12	\$ -	\$ -	\$ 80,58	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 260,71
Costo Mano de obra	\$ 7.619,41	\$ 9.048,05	\$ 10.476,69	\$ 9.524,27	\$ 9.524,27	\$ 10.476,69	\$ 10.000,48	\$ 10.476,69	\$ 10.476,69	\$ 9.524,27	\$ 10.476,69	\$ 10.000,48	\$ 117.624,69
Costo materia Prima Reserva	\$ 1.125,6	\$ 1.766,2	\$ 1.607,8	\$ 2.467,7	\$ 2.209,0	\$ 1.877,4	\$ 2.556,8	\$ 2.261,5	\$ 1.628,6	\$ 2.343,3	\$ 2.823,5	\$ 3.146,2	\$ 25.813,6
Costo materia Prima Sucio	\$ 5.160,2	\$ 5.839,0	\$ 4.588,8	\$ 5.177,3	\$ 5.622,5	\$ 6.681,6	\$ 7.794,5	\$ 7.144,1	\$ 7.346,2	\$ 7.664,2	\$ 9.546,5	\$ 8.539,7	\$ 81.104,4
Costo materia Prima Tinturado	\$ 1.799,0	\$ 2.971,5	\$ 1.849,5	\$ 3.935,5	\$ 3.043,5	\$ 2.173,5	\$ 2.390,5	\$ 2.532,0	\$ 3.566,0	\$ 3.530,0	\$ 2.923,0	\$ 2.923,0	\$ 33.637,0
Total, Costo por mes	\$ 18.346,3	\$ 21.711,8	\$ 21.583,7	\$ 24.715,0	\$ 23.016,3	\$ 21.840,6	\$ 24.991,6	\$ 23.011,0	\$ 23.451,1	\$ 26.101,0	\$ 29.105,3	\$ 28.186,1	\$ 286.059,9

$$Tatal\ de\ horas\ de\ producción = 256 + 1.408 + 128 = 1.792\ horas$$

Su costo esta dado por la formula:

$$Costo\ de\ mano\ de\ obra_{enero} = 1792\ horas \times 4,25 \frac{\$}{hora} = \$ 7.619,41$$

Finalmente, se calcula el costo de materia prima con su respectivo costo por unidad y el número de unidades al mes que se procesaran para los diferentes servicios de lavado

El procedimiento es el mismo para cada mes y también para los demás servicios en estudio, se trabaja por separado ya que cada servicio tiene su propio costo, tiempo de procesamiento, pero se unifican los costos totales para cada mes, para así obtener el costo general del plan agregado los resultados se muestran en la Tabla 71.

Además, el plan está restringido ya que como se mencionó los trabajadores no pueden sobrepasar las 4 horas extras al día, en la tabla 72 se muestran la carga en tiempo extra para cada trabajador por mes.

Tabla 72. Horas extras al día por trabajador.

	Unidades a tiempo extra-Reserva	Unidades a tiempo extra-Sucio-Ston	Unidades a tiempo extra-Tinturado	Días Hábiles	Horas en tiempo extra-Reserva	Horas en tiempo extra-Sucio-Ston	Horas en tiempo extra-Tinturado	Horas extras totales al mes	Horas extra al mes por trabajador	Horas extra al día por trabajador
Enero	698	199	55	16	66	13	2	81	5,8	0,4
Febrero	2.131	0	1.736	19	201	0	63	264	18,8	1,0
Marzo	1.142	0	0	22	108	0	0	108	7,7	0,3
Abril	4.087	0	3.442	20	386	0	124	510	36,4	1,8
Mayo	3.303	0	1.658	22	312	0	60	372	26,5	1,2
Junio	1.959	0	0	22	185	0	0	185	13,2	0,6
Julio	4.187	4.519	131	21	395	299	5	699	49,9	2,4
Agosto	3.123	477	192	23	295	32	7	333	23,8	1,0
Septiembre	1.205	1.319	2.260	22	114	87	82	283	20,2	0,9
Octubre	3.710	5.307	2.631	21	350	351	95	796	56,9	2,7
Noviembre	4.826	10.487	974	21	455	693	35	1184	84,6	4,0
Diciembre	5.973	7.624	0	20	564	504	0	1068	76,3	3,8

El costo del plan para el año 2022 es de \$ 286.059,9, con una fuerza de trabajo constante de 14 trabajadores y a tiempo extra para completar con la demanda, existe muchas unidades a tiempo extra por lo que resulta más costo este plan. Si se opta por disminuir la fuerza de trabajo el plan resultaría más económico pero los trabajadores estarían con sobre cagar de trabajo especialmente en los meses con mayor demanda ya que trabajarían más horas extras de lo que dicta la ley, por otro lado, el caso contrario si se aumentara más trabajadores los costos resultaría más elevados y existirían mayores costos improductivos.

Plan de Producción 3: Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo

Este plan es adecuados para empresas de servicios enfocados en las horas disponibles por los trabajadores en tiempo normal y tiempo extra del 50% y 100% de recargo, en el plan se considera un número de trabajadores constantes en todos los meses de la planificación, para cumplir con toda la demanda se usa principalmente el tiempo de horas regulares disponibles al mes, si los requerimientos de producción aumentan se recurre a usar el tiempo extra con recargo de 50%, con un máximo de 4 horas al día por trabajador y las unidades restantes se completan con horas entrar pero con el recargo de 100%.

El número de trabajadores adecuados para el plan es un total de 12, ya que una vez elaborada la plantilla en Excel se procede a varía la cantidad de trabajadores y observar el costo total del plan, se genera un costo por despido de 2 trabajadores de \$ 95,48 ya que el año anterior se termina con 14 trabajadores

Las horas de producción requeridas se calcula de la misma forma que se realizó en el plan 1, el valor total se consigue con la sumatoria de cada servicio de lavado en cada mes de la siguiente forma

$$\begin{aligned} & \textit{Total horas de producción requeridas}_{\textit{enero}} \\ & = 322 \textit{ horas} + 1421 \textit{ horas} + 130 \textit{ horas} = 1873 \textit{ horas} \end{aligned}$$

Se aplica el mismo calculó para cada mes.

Al tener 12 trabajadores de planta es necesario conocer las horas de producción en tiempo regular disponibles para el mes de enero por ejemplo se tiene:

$$\text{Horas en tiempo regular disponible} = N \text{ trabajadores} \times 8 \text{ horas} \times \text{dias habiles}$$

$$\text{Horas en tiempo regular disponible}_{\text{enero}} = 12 \times 8 \times 16 = 1.536 \text{ horas}$$

La diferencia entre las horas disponibles en tiempo regular y el total de horas de producción requeridas da como resultado las horas antes en tiempo extra con recargo de 50%, solo si el valor es negativo, este valor pasa a formar parte de las horas en tiempo regular, ejemplo

$$\text{Horas antes tiempo regular}_{\text{enero}} = 1536 - 1873 = -337 \text{ horas}$$

En el mes de enero se da un valor negativo, lo que significa que con 12 trabajadores no es suficiente para satisfacer la demanda, por lo que pasan a ser tiempo extra con 50% recargo.

$$\text{Horas en tiempo regular}_{\text{enero}} = 337 \text{ horas}$$

Para conocer las horas en tiempo regular real usado, se procede a aplicar una condición en la casilla de Excel:

$$= SI(\text{Horas en tiempo regular disponibles} - \text{Total de horas de producción requeridas} < 0)$$

para el valor si verdadero: Horas en tiempo regular disponibles

para el valor falsos : Total de horas de producción requeridas

El mismo análisis se realiza para calcular las horas antes de tiempo regular con recargo del 100%, se conoce inicialmente las horas en tiempo extra (50%) máximo:

$$\begin{aligned} \text{Hora Extra disponibles (50\% recargo)} &= 4 \text{ horas al dia} \times 12 \text{ trabajares} \times 16 \text{ dias} \\ &= 768 \text{ horas} \end{aligned}$$

Se aplica la siguiente condición:

$$SI(\text{Horas en tiempo regular} - \text{Horas extra disponibles} > 0)$$

para el valor si verdadero: Horas extra disponibles recargo 50%
– Hpras en tiempo regular recargo 50%

para el valor si falso = 0

Los valores negativos en las horas antes de tiempo regular con 100% recargo, son las horas de tiempo regular con 100% de recargo, pero con signo positivo.

Se calculan los costos de las horas en tiempo extra de 50% y 100% recargo, con su respectivo valor por hora; \$ 3,22 y \$ 4, 26 respectivamente.

$$\text{Costo por Horas extra (50\% Recargo)}_{\text{enero}} = 337,0 \times \$ 3,22\$ = 1.085,1 \$$$

$$\text{Costo por Horas extra (100\% Recargo)}_{\text{octubre}} = 156 \times \$ 4,26\$ = 664,6 \$$$

Los costos de mano de obra se calculan con el número de empleados en este caso 12 trabajadores y la remuneración mensual de 712,32, es el mismo para todos los meses. Por último, se calcula los costos de materia prima de manera similar como se mostró en los anteriores planes, el procedimiento es el mismo para todos los meses los resultados se muestran en la Tabla 73, con sus respectivos costos totales por mes y el costo general del plan.

El plan muestra una reducción de costos por mes cuando se tiene a 12 trabajadores de planta, en este caso se trabaja con un mínimo de mano de obra, por lo cual no se genera tiempos improductivos, si la demanda sube se completa con las horas de tiempo extra al 50% y 100% de recargo según será necesario, se puede observar en el los últimos meses del año se requiere trabajar en tiempo extra al 100%, pudiendo ser días como fines de semana o festivos, el costo global del plan es \$276.13.1, se aprecia una disminución a diferencia de los otros planes.

Tabla 73. Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Requerimiento de producción Reserva	3.411	5.352	4.872	7.478	6.694	5.689	7.748	6.853	4.935	7.101	8.556	9.534	
Requerimiento de producción Sucio-Ston	21.501	24.329	19.120	21.572	23.427	27.840	32.477	29.767	30.609	31.934	39.777	35.582	
Requerimiento de producción Tinturado	3.598	5.943	3.699	7.871	6.087	4.347	4.781	5.064	7.132	7.060	5.846	5.846	
Días hábiles por mes	16	19	22	20	20	22	21	22	22	20	22	21	
Horas de producción requeridas Reserva <i>(requerimiento de producción × h/unid)</i>	322	505	460	705,68	631,70	536,86	731,2	646,7	465,7	670,1	807,4	899,7	
Horas de producción requeridas Sucio-Ston <i>(requerimiento de producción × h/unid)</i>	1.421	1.608	1.264	1.425,88	1.548,49	1.840,18	2.146,7	1.967,6	2.023,2	2.110,8	2.629,2	2.351,9	
Horas de producción requeridas Tinturado <i>(requerimiento de producción × h/unid)</i>	130	215	134	284,36	219,91	157,05	172,7	183,0	257,7	255,1	211,2	211,2	
Total. Horas de producción requeridas	1.873	2.328	1.857	2.416,00	2.400,00	2.534,00	3.051,0	2.797,0	2.747,0	3.036,0	3.648,0	3.463,0	
Horas en tiempo regular disponibles	1.536	1.824	2.112	1.920,00	1.920,00	2.112,00	2.016,0	2.112,0	2.112,0	1.920,0	2.112,0	2.016,0	
Hora Extra disponibles (50% recargo)	768	912	1.056	960	960	1.056	1.008	1.056	1.056	960	1.056	1.008	
Horas en tiempo regular real	1.536	1.824	1.857	1.920	1.920	2.112	2.016	2.112	2.112	1.920	2.112	2.016	
Horas Antes de tiempo regular (50% recargo)	-337	-504	255	-496	-480	-422	-1035	-685	-635	-1116	-1536	-1447	
Horas en tiempo regular	337	504	0	496	480	422	1035	685	635	1116	1536	1447	
Horas Antes de tiempo regular (100% recargo)	0	0	0	0	0	0	-27	0	0	-156	-480	-439	
Horas de tiempo regular (100% recargo)	0	0	0	0	0	0	27	0	0	156	480	439	TOTALES
Costo mano de obra 12 trabajadores	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$ 8.571,8	\$102.862,1
Costo por despido	\$ 95,48												
Costo por Horas extra (50% Recargo)	\$ 1.085,1	\$ 1.622,9	\$ -	\$ 1.597,1	\$ 1.545,6	\$ 1.358,8	\$ 3.332,7	\$ 2.205,7	\$ 2.044,7	\$ 3.593,5	\$ 4.945,9	\$ 4.659,3	\$27.991,5
Costo por Horas extra (100% Recargo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 115,0	\$ -	\$ -	\$ 664,6	\$ 2.044,8	\$ 1.870,1	\$ 4.694,5
Costo materia Prima Reserva	\$ 1.125,6	\$ 1.766,2	\$ 1.607,8	\$ 2.467,7	\$ 2.209,0	\$ 1.877,4	\$ 2.556,8	\$ 2.261,5	\$ 1.628,6	\$ 2.343,3	\$ 2.823,5	\$ 3.146,2	\$25.813,6
Costo materia Prima Sucio	\$ 5.160,2	\$ 5.839,0	\$ 4.588,8	\$ 5.177,3	\$ 5.622,5	\$ 6.681,6	\$ 7.794,5	\$ 7.144,1	\$ 7.346,2	\$ 7.664,2	\$ 9.546,5	\$ 8.539,7	\$ 81.104,4
Costo materia Prima Tinturado	\$ 1.799,0	\$ 2.971,5	\$ 1.849,5	\$ 3.935,5	\$ 3.043,5	\$ 2.173,5	\$ 2.390,5	\$ 2.532,0	\$ 3.566,0	\$ 3.530,0	\$ 2.923,0	\$ 2.923,0	\$ 33.637,0
Costo total mes	17.837,33	\$20.771,3	16.617,9	\$21.749,5	\$ 20.992,4	\$20.663,2	\$24.761,4	\$22.715,1	\$23.157,3	\$26.367,4	\$ 29.710,2	\$29.710,2	\$276.198,53

Plan de Producción 4: Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado

Producir para cubrir la demanda promedio esperada durante los próximos 12 meses con el fin de mantener una fuerza de trabajo constante. Este número de trabajadores constante se calcula encontrando el número promedio de trabajadores necesarios por día.

Para encontrar la fuerza laborar requerida para cada servicio se toma el total de los requerimientos de producción y multiplicarlo por el tiempo necesario para cada unidad. Luego se divide el resultado entre el tiempo total que una persona va a trabajar para el servicio de lavado reserva se muestra en calculó a continuación

$$\begin{aligned} & \text{Número de trabajadores reserva} \\ & = (78.223 \text{ unidades} \times 0,0943 \text{ horas por unidad}) \\ & \div (247 \text{ días} \times 8 \text{ horas al día}) = 4 \text{ trabajadores} \end{aligned}$$

Se aplica el mismo calculó para los demás servicios en estudio, los resultados son 11 trabajadores para el servicio de lavado sucio-ston y 1 trabajador para el servicio de tinturado, con un total de 16 trabajadores de manera constante para los 12 meses

Como es un servicio no se permite una acumulación en el inventario en su lugar pasan a ser tiempos improductivos, y la escasez o faltantes son servicios no procesados en cada mes. Los balances negativos en las unidades faltantes indican no se ha cumplido con el servicio. Esto quiere decir que se han generado perdidas por ventas futuras, por otro lado, los balances con valores positivos son las unidades con tiempo improductivo. Los costos asociados al plan por faltantes son los siguientes:

Tabla 74. Costos por faltantes

	Reserva	Sucio	Tinturado
Costo por faltantes	\$ 0,40	\$ 0,65	\$ 0,30

Se procede a elaborar el plan, los cálculos se realizan por separado para cada servicio por tener diferentes tiempos de procesamiento, así como costos, pero al final se unifican todos los costos en cada mes para así obtener el costo global de la planeación

Tabla 75. Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTALES
Requerimientos de producción Reserva	3.411	5.352	4.872	7.478	6.694	5.689	7.748	6.853	4.935	7.101	8.556	9.534	78223
Requerimientos de producción Sucio	21.501	24.329	19.120	21.572	23.427	27.840	32.477	29.767	30.609	31.934	39.777	35.582	337935
Requerimientos de producción Tinturado	3.598	5.943	3.699	7.871	6.087	4.347	4.781	5.064	7.132	7.060	5.846	5.846	67274
Días hábiles por mes	16	19	22	20	20	22	21	22	22	20	22	21	247
Número de trabajadores	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
Horas de producción disponibles Reserva (días hábiles × 8 h/ día × 4 trabajadores)	512	608	704	640	640	704	672	704	704	640	704	672	
Horas de producción disponibles Sucio (días hábiles × 8 h/ día × 11 trabajadores)	1.408	1.672	1.936	1.760	1.760	1.936	1.848	1.936	1.936	1.760	1.936	1.848	
Horas de producción disponibles Tinturado (días hábiles × 8 h/ día × 1 trabajadores)	128	152	176	160	160	176	168	176	176	160	176	168	
Total de horas de producción disponibles (Horas normales)	2.048	2.432	2.816	2.560	2.560	2.816	2.688	2.816	2.816	2.560	2.816	2.688	
Producción de turno regular Reserva (horas de producción disponibles/ h por unidad)	5.426	6.443	7.460	6.782	6.782	7.460	7.121	7.460	7.460	6.782	7.460	7.121	
Producción de turno regular Sucio-Ston (horas de producción disponibles/ h por unidad)	21.302	25.296	29.290	26.627	26.627	29.290	27.958	29.290	29.290	26.627	29.290	27.958	
Producción de turno regular Tinturado (horas de producción disponibles/ h por unidad)	3.543	4.207	4.872	4.429	4.429	4.872	4.650	4.872	4.872	4.429	4.872	4.650	
Unidades faltantes Reserva (Producción de turno regular - requerimientos de producción)	2.015	1.091	2.588	-696	88	1.771	-627	607	2.525	-319	-1.096	-2.413	
Unidades Faltante Sucio-Ston (Producción de turno regular - requerimientos de producción)	-199	967	10.170	5.055	3.200	1.450	-4.519	-477	-1.319	-5.307	-10.487	-7.624	
Unidades Faltante Tinturado (Producción de turno regular - requerimientos de producción)	-55	-1.736	1.173	-3.442	-1.658	525	-131	-192	-2.260	-2.631	-974	-1.196	
Tiempo Improductivo Reserva (Solo si es positivo)	190,2	103,0	244,2	0,0	8,3	167,1	0,0	57,3	238,3	0,0	0,0	0,0	

Tabla 75. Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado (continuación)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Tiempo Improductivo Sucio-Ston (Solo si es positivo)	0,0	63,9	672,2	334,1	211,5	95,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tiempo Improductivo Tinturados (Solo si es positivo)	0,0	0,0	42,4	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tiempo total improductivo (Suma de todos los tiempos improductivos de reserva, sucio-ston y tinturado)	190,2	166,8	958,8	334,1	219,8	281,9	0,0	57,3	238,3	0,0	0,0	0,0	
Producción real final Reserva (Si las unidades faltantes son negativas; Requerimientos Faltantes; caso contrario toma el valor de los requerimientos)	3.411	5.352	4.872	6.782	6.694	5.689	7.121	6.853	4.935	6.782	7.460	7.121	
Producción real final Sucio (Si las unidades faltantes son negativas; Requerimientos Faltantes; caso contrario toma el valor de los requerimientos)	21.302	24.329	19.120	21.572	23.427	27.840	27.958	29.290	29.290	26.627	29.290	27.958	
Producción real final Tinturado (Si las unidades faltantes son negativas; Requerimientos- Faltantes; caso contrario toma el valor de los requerimientos)	3.543	4.207	3.699	4.429	4.429	4.347	4.650	4.872	4.872	4.429	4.872	4.650	TOTALES
Costo por servicio no procesado Reserva (Unidades faltantes x costo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 278,4	\$ -	\$ -	\$ 250,8	\$ -	\$ -	\$ 127,6	\$ 438,4	\$ 965,2	\$ 2.060,4
Costo por servicio no procesado Sucio Ston (Unidades faltantes x costo)	\$ 129,6	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.937,2	\$ 310,3	\$ 857,6	\$ 3.449,6	\$ 6.816,8	\$ 4.955,4	\$ 19.456,5
Costo por servicio no procesado Tinturado (Unidades faltantes x costo)	\$ 16,5	\$ 520,7	\$ -	\$ 1.032,7	\$ 497,5	\$ -	\$ 39,3	\$ 57,7	\$ 678,1	\$ 789,4	\$ 292,3	\$ 358,8	\$ 4.283,0
Costos por tiempo improductivo	\$ 808,5	\$ 709,4	\$ 4.076,7	\$ 1.420,7	\$ 934,6	\$ 1.198,6	\$ -	\$ 243,6	\$ 1.013,1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.405,2
Costo por contratación	\$ 113,30												
Costo de la mano de obra	\$ 8.707,9	\$ 10.340,6	\$ 11.973,4	\$ 10.884,9	\$ 10.884,9	\$ 11.973,4	\$ 11.429,1	\$ 11.973,4	\$ 11.973,4	\$ 10.884,9	\$ 11.973,4	\$ 11.429,1	\$134.428,2
Costo materia Prima Reserva	\$ 1.125,6	\$ 1.766,2	\$ 1.607,8	\$ 2.238,1	\$ 2.209,0	\$ 1.877,4	\$ 2.349,9	\$ 2.261,5	\$ 1.628,6	\$ 2.238,1	\$ 2.461,8	\$ 2.349,9	\$ 24.113,8
Costo materia Prima Sucio	\$ 5.112,4	\$ 5.839,0	\$ 4.588,8	\$ 5.177,3	\$ 5.622,5	\$ 6.681,6	\$ 6.710,0	\$ 7.029,5	\$ 7.029,5	\$ 6.390,5	\$ 7.029,5	\$ 6.710,0	\$ 73.920,5
Costo materia Prima Tinturado	\$ 1.771,5	\$ 2.103,6	\$ 1.849,5	\$ 2.214,4	\$ 2.214,4	\$ 2.173,5	\$ 2.325,1	\$ 2.435,8	\$ 2.435,8	\$ 2.214,4	\$ 2.435,8	\$ 2.325,1	\$ 26.498,7
Total, Costo por	\$17.785,3	\$21.279,5	\$ 24.096,1	\$23.246,3	\$22.362,9	\$ 23.904,4	\$ 26.041,3	\$ 24.311,7	\$ 25.616,1	\$ 26.094,3	\$ 31.448,0	\$ 29.093,5	\$295.279,5

Los costos de la mano de obra se calculan por las horas en tiempo normal y el valor de la hora de cada trabajador, los costos por servicio no procesado o bien por faltante esta dado por el siguiente calculo.

$$\text{Costos por servicio no procesado} = \text{Unidades faltantes} \times \text{costo por faltante}$$

Para modo de ejemplo en el mes de éneo el proceso de lavado sucio-ston se da un balance negativo por cual se procede a calcular su costo:

$$\begin{aligned} \text{Costos por servicio no procesado sucio - ston}_{\text{enero}} &= 199 \text{ unidades} \times \frac{\$ 0,65}{\text{unidad}} \\ &= \$ 129,35 \end{aligned}$$

El cálculo anterior se aplica para los balances que tengan signo negativo ya que si son valores positivos representan un tiempo improductivo y este valor del costo esta dado por las horas improductivas total de cada servicio de lavado y el costo de la mano de obra en tiempo regular, por otro lado, existen unidades que no se procesaran por lo cual la producción real está dada por la siguiente decisión:

$$Si = \text{unidades faltantes son negativos};$$

Valor si verdadero : Requerimientos – Faltantes

Valor si falso: toma el valor de los Requerimientos

En el mes de enero en el servicio de Reserva se tiene un requerimiento de producción de 3.411 unidades, como la mano de obra en ese periodo puede realizar el trabajo un total 5.426 prendas no se generan faltantes, todas las unidades pronosticadas en el mes se pueden procesar, pero el excedente de unidades genera costos por tiempos improductivos. A diferencia para el proceso sucio-ston que requiere 21.501 prendas, solo que la mano de obra para el periodo en tiempo regular puede dar servicio para 21.302 prendas, la diferencia de estos valores da como resultado la producción real de 21.302, este último resultado se multiplica por el costo de materia prima.

Los cálculos se aplican para cada mes y al final se suman todos los costos involucrados, la Tabla 75 se muestran los cálculos, el costo del cuarto plan agregado es de \$295.279,5 en el cual se incluyen costos por servicios no producidos, costos por tiempo

improductivos, además se añade los costos por materia prima de cada servicio, puesto que en ciertos meses no se cumple con la demanda las unidades faltantes no se producen y finalmente se toma en cuenta el costo de la mano de obra para los 14 trabajadores en una jornada normal de 8 horas.

Resumen de planes agregados

En la tabla 76 se muestra el resumen general de los modelos de planeación agregada aplicados para la empresa Ecuatintex, se puede detallar los costos generales de contratación, despido, mano de obra, costos por tiempos improductivos, por faltantes y los costos de materia prima involucrados en los servicios de lavado; Reserva, Sucio-ston y Tinturados para un horizonte de planeación a mediano plazo de 12 meses de año 2022.

Tabla 76. Resultados planes agregados

	Plan Agregado de Producción 1	Plan de Producción 2	Plan de Producción 3	Plan de Producción 4
	Producción Exacta con Fuerza de Trabajo Variable	Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra y tiempos improductivos	Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo	Fuerza de Trabajo Constante, tiempo improductivo y servicio agotado
Costos de Contratación	\$ 906,40			\$ 113,30
Costos por despidos	\$ 429,66		\$ 95,48	
*COSTO DE MANO OBRA				
Tiempo regular	\$ 132.149,20	\$ 120.005,76	\$ 102.862,08	\$ 134.428,22
Tiempo extra (50%)		\$ 19.075,34	\$ 27.991,46	
Tiempo extra (100%)			\$ 4.694,52	
Mano de obra eventual	\$ 12.021,12			
Costo por tiempo improductivo		\$ 6.423,77		\$ 10.405,16
Costo por servicios no prestados (faltantes)				\$ 25.799,86
Costo de materia prima	\$ 140.554,99	\$ 140.554,99	\$ 140.554,99	\$ 124.532,95
COSTO TOTAL	\$ 286.061,37	\$ 286.059,86	\$ 276.198,53	\$ 295.279,49

Análisis de resultados de cada uno de los métodos

El costo general de cada plan de puede apreciar en la Tabla 76, para el plan de producción exacta con fuerza de trabajo variable se tiene un costo global de \$ 286.061,37, cuyo valor del costo de mano de obra \$ 132.149,20, en el plan se tiene un cambio mes a mes de los trabajadores en función de la demanda y los trabajadores contratados de forma eventual tienen un salario del 35% más que los trabajadores de planta, el costo para este tipo de trabajadores es de \$ 12.021,12, los cambios constantes de trabajadores por lo general causa cierta desconfianza en ellos mismo y ciertas acusaciones podría afectar el nombre de la empresa al no asegurar estabilidad a la parte operativa.

El plan agregado 2, mantener una fuerza de trabajo constante con tiempo extra y tiempos improductivos, la empresa al brindar el servicio de lavado de prendas jeans, y al pertenecer a este grupo no genera inventario en sus productos terminados para satisfacer las demandas futuras, así mismo no se generan los costes de mantener inventarios, como lo seria en una empresa manufacturera, ya que el cliente es quien genera la orden de servicio y los productos terminados no están disponibles para responder a las variaciones de la demanda más bien se enfoca para generar registros de trabajo, en donde se enfocan en asignar horas de trabajo a los operarios de la manera más económica posible. Para este entonces se tiene un total de \$ 120.005,76 para trabajadores a tiempo normal y \$ 19.075,34 de los costes de tiempo extra necesario para cumplir con los servicios pronosticado. Existen meses donde la mano de obra supera a la demanda, y las horas-hombre disponibles que no se utilicen general tiempos improductivos que igual la empresa asume, estos costes improductivos ascienden a \$ \$ 6.423,77, además se debe tener en cuenta que no se debe sobrepasar las horas por ley máximo en tiempo extra estipulado en el Código del Trabajo, para un trabajador no se debe pasar las 4 horas extras al día. El total del plan asciende \$ 286.059,86 en donde además constan los costes de materia prima usada para procesar las prendas.

El plan 3 usando el método de Fuerza de Trabajo Constante con tiempo extra-50% y 100% de recargo, es una alternativa más económica ya que es una derivación del plan anterior, pero a su vez se usa las horas extras con recargo del 100%, estas horas las pueden completar en días de feriados o también en los fines de semana. Para este plan se reduce al mínimo permisible el número de trabajadores y a partir de las horas-hombre disponible

se asigna las cada hora de trabajo para cada servicio en tiempo regular, cuando la demanda aumenta se recurre a trabajar en tiempo extra al 50% de recargo, si existen meses donde aún se requiera mayor capacidad para cumplir con los servicios pronosticados se asigna los a los trabajadores horas en tiempo extra que pueden realizar por lo general en los fines de semana, el total del plan es de \$ 276.198,53. Por el hecho de tener menos trabajadores se reducen los tiempos improductivos reduciendo así los costes por mano de obra.

El último plan elaborado consiste en trabajar con un numero constante de trabajadores, así mismos promedios capaces de cumplir con la demanda en la mayoría de los meses, pero en caso de que no se puede cumplir con la demanda se asumen perdidas por ventas futuras, esto se puede expresar cuando la empresa acepta solo un número de lotes en específico para poder brindar el servicio a sus clientes, rechazar las unidades ya que no se podrá cumplir o bien generar retrasos por la baja fuerza laboral. Se reducirían los costes por materias primas pero aun así el costes y beneficio de las pérdidas de los faltantes es aún mayor que tiene como valor de \$ 25.799,86, por otro lado también se general costos por tiempos improductivos ya que los patrones de tiempo de los servicios de lavado muestran estacionalidad en ciertas épocas del año donde la demanda sea baja y la capacidad de la empresa es mayor los costes por estos cosas es de \$ 10.405,16, no se recomienda usar este tipo de método para trabajar a la empresa ya que es el más costoso y genera pérdidas.

En resumen, la planeación agregada con una fuerza de trabajo constante con tiempo extra al 50% y 100% de recargo a las horas de jornada, es la alternativa más económica en lo que es costos globales.

Cálculo de la productividad del año 2022

Con los costos globales de cada plan y el total de prendas procesadas para el año planificado de los servicios de lavado en estudio se procede a calcular la productividad.

Productividad parcial de la mano de obra: El total de horas usados incluyen horas en jornada normal, tiempos extras al 50% de recargo y 100%, los datos se toman de las tablas de cada plan realizando una suma general, para el cálculo se aplica la formula:

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{Producción}{Número\ de\ horas\ totales}$$

Calculamos productividad de mano de obra de cada alternativa de planeación agregada

$$Productividad\ mano\ de\ obra_{plan\ 1} = \frac{483.432\ unid/año}{33.136\ horas/año} = 14,589 \frac{unid}{hora_{hombre}}$$

$$Productividad\ mano\ de\ obra_{plan\ 2} = \frac{483.432\ unid/año}{33.545\ horas/año} = 14,412 \frac{unid}{hora_{hombre}}$$

$$Productividad\ mano\ de\ obra_{plan\ 3} = \frac{483.432\ unid/año}{33.252\ horas/año} = 14,538 \frac{unid}{hora_{hombre}}$$

$$Productividad\ mano\ de\ obra_{plan\ 4} = \frac{483.432\ unid/año}{31.616\ horas/año} = 13,729 \frac{unid}{hora_{hombre}}$$

Se puede observar que el plan 1 tiene mejor productividad respecto a los demás planes en lo que es mano de obra, además se expresa en términos porcentuales para conocer cuánto más productiva es cada alternativa elegida respecto a las otras tres

$$TV\ Productividad_{plan2} = \frac{14,589}{14,412} \times 100 - 100 = 1,23\%$$

$$TV\ Productividad_{plan3} = \frac{14,589}{14,538} \times 100 - 100 = 0,35\%$$

$$TV\ Productividad_{plan4} = \frac{14,589}{13,729} \times 100 - 100 = 6,26\%$$

Productividad global del cada plan: para hallar este índice se tiene la siguiente fórmula

$$Productividad\ global = \frac{Valor\ de\ la\ producción\ empresa}{Total\ de\ costes\ de\ los\ factores\ productivos} \quad (20)$$

Los valores de ingresos de la empresa se puede calcular con el precio de venta de cada productivo y la cantidad que se espera procesar para cada servicio de lavado, se debe tomar en cuenta que este valor es un aproximado ya que la realidad pueden incurrir más costos que no estén analizados en la planeación, esto se debe a factores con; técnicos, factores de producción , organizacionales, gestión entre otros. Con lo anterior

mencionado procedemos a calcular en valores de producción de la empresa expresado en unidades monetarias

Para el plan de producción 1, plan de producción 2 y plan de producción 3 se tiene los siguientes ingresos; \$101.689,90; \$523.799,25; \$67.274,00 para los servicios de lavado Reserva, Sucio-Ston y Tinturado teniendo total \$692.763,15 En cambio para el plan 4 se tiene \$94.993,60 \$477.402,98 \$52.997,45 para los servicios de lavado Reserva, Sucio-Ston y Tinturado teniendo total \$625.394,03.

$$Productividad\ global_{plan1} = \frac{\$692.763,15}{\$286.061,37} = 2,41$$

$$Productividad\ global_{plan2} = \frac{\$692.763,15}{\$286.059,86} = 2,42$$

$$Productividad\ global_{plan3} = \frac{\$692.763,15}{\$276.198,5} = 2,51$$

$$Productividad\ global_{plan4} = \frac{\$625.394,03}{\$295.279,49} = 2,12$$

Esta expresión supera los inconvenientes del empleo de las unidades físicas, permitiendo la homogeneización de las magnitudes al valorarlas en términos monetarios, los valores obtenidos tienen la siguiente valorización:

- PG>1: Los ingresos originados por la producción son mayores que los costes
- PG=1: Los ingresos de la producción son iguales a los costes de los factores
- PG<1: Los ingresos son menores a los costes (Incurren pérdidas)

Se puede observar que todos los planes agregados superan la unidad por lo que los ingresos son mayores que los costos, el plan con un índice mayor es la planeación agregado con fuerza constante trabajando con horas extras de 50% y horas de recargo al 100%, cuyo valor es de 2,51, así mismo con respecto a la mano de obra tiene un valor de 14,538 el cual representa las unidades que realiza el obrero en una hora de trabajo.

Planeación de la capacidad a largo plazo

Para cumplir con el tercer objetivo planteado se da una propuesta de planeación a largo plazo para la empresa Ecuatintex enfocado en el análisis de los servicios de lavado; Reserva, Sucio-Ston y Tinturados

Los servicios, a diferencia de los bienes, no se pueden guardar para usarlos más adelante. Debe haber capacidad disponible para producir un servicio en el momento que se necesita. Aun cuando la planeación de la capacidad en los servicios está sujeta a muchas de las mismas cuestiones que la planeación de la capacidad en la manufactura y que el cálculo del tamaño de las instalaciones se puede hacer de manera muy parecida.

El principal objetivo del plan es analizar si la capacidad actual de la planta puede enfrentar la demanda para el año siguiente lo cual permite conocer si es necesario aumentar o disminuir la capacidad de la planta por medio de la implantación de más maquinaria y mano de obra.

Método sistemático para las decisiones a largo plazo sobre capacidad

El método permite tomar decisiones a largo plazo para planificar la capacidad de cada proceso, por lo general incluyen cuantas máquina se deben agregar para cada departamento determinado, o cuantos trabajadores deben asignarse a un proceso

Estimación las necesidades de capacidad

La planificación de la capacidad requiere de pronósticos de la demanda para un periodo prolongado, para el caso de estudio se analiza para el año 2022, con los pronósticos ya calculados por mes procedemos a calcular los totales anuales de los servicios de lavado en análisis, así mismo los resultados del estudio de tiempos y capacidad son necesarios para la planeación de la capacidad a largo plazo

Además, para facilitar el estudio se procede a trabajar por lotes en los procesos donde interviene maquinarias y procesos donde se trabaje por lotes, para cada total se divide por su número promedio de lote.

$$Demanda\ Pronosticada_{Reserva} = \frac{65.181\ unidades}{año} \times \frac{1\ lote}{60\ unidades} = 1.086 \frac{lotes}{año}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda Pronosticada}_{\text{Sucio-ston}} &= \frac{28.1607 \text{ unidades}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ lote}}{66 \text{ unidades}} \\ &= 4.276 \frac{\text{lotes}}{\text{año}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda Pronosticada}_{\text{Sucio-ston}} &= \frac{56056 \text{ unidades}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ lote}}{54 \text{ unidades}} \\ &= 1.038 \frac{\text{lotes}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Número de máquinas en al área de lavado

Cada procedo de lavado y tinturado se lo realiza en el área de lavandería, actualmente existen 12 máquinas, para el análisis se usarán los tiempos estándar encontrados por medio del estudio de tiempos y movimientos anteriormente los resultados se encuentran en la Tabla 36, a partir de ello procesos a calcular de unidades; minutos por lote a horas por lote, con el fin de tener una mejor apreciación de los resultados se muestra la tabla 77.

Tabla 77. Tiempos estándar de máquina de lavado y tiempo del operario

Proceso	Tiempo Estándar	Tiempo de máquina	Tiempo de actividades manuales	Tiempo procesamiento	
				Máquina	Hombre
Reserva	138,17 min/lote	56,42 min/lote	81,75 min/lote	0,94 h/lote	1,36 h/lote
Dirty	123,48 min/lote	67,29 min/lote	56,19 min/lote	1,12 h/lote	0,94 h/lote
Tinturado	129,87 min/lote	61,14 min/lote	68,73 min/lote	1,02 h/lote	1,15 h/lote
Neutralizado	56,70 min/lote	27,49 min/lote	29,21 min/lote	0,46 h/lote	0,49 h/lote

Para calcular las necesidades de capacidad aplicamos la siguiente fórmula, tomamos en cuenta que el proceso de lavado neutralizado este ligado al proceso Reserva, por lo que se usan los mimos lotes pronosticados

Necesidad de capacidad

$$= \frac{\text{Horas de procesamiento y preparacion para la demanda del año} \\ \text{(sumado todos los servicios o productos)}}{\text{Horas disponibles de una sola unidad de capacidad} \\ \text{(como un empleado o máquina) por año,} \\ \text{después de deducir el colchon de capacidad}} \quad (21)$$

M

$$= \frac{\left[Dp + \left(\frac{D}{Q} \right) s \right]_{\text{servicio1}} + \left[Dp + \left(\frac{D}{Q} \right) s \right]_{\text{servicio2}} + \dots + \left[Dp + \left(\frac{D}{Q} \right) s \right]_{\text{servicio n}}}{N \left[1 - \left(\frac{C}{100} \right) \right]} \quad (22)$$

- D = pronóstico de demanda para el año (unidades de producto/servicios)
- p = tiempo de procesamiento de máquina (en horas o unidad producida)
- N = número total de horas por año, durante las cuales funciona el proceso
- C = colchón de capacidad deseado (expresado como porcentaje)
- Q = número de unidades en cada lote
- s = tiempo de preparación requerida (activades necesarias antes de cambiar máquina o herramienta)

Reemplazando datos se tiene:

$$M = \frac{\left[1086 \times 0,94 + \left(\frac{1086}{60} \right) 1,36 \right]_R + \left[4267 \times 1,12 + \left(\frac{4267}{66} \right) 0,94 \right]_{S-T}}{\frac{+ \left[1038 \times 1,02 + \left(\frac{1038}{54} \right) 1,15 \right]_{Ti} + \left[1086 \times 0,46 + \left(\frac{1086}{60} \right) 0,49 \right]_N}{8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 247 \text{ dias} \left[1 - \left(\frac{20}{100} \right) \right]}}$$

$$M = 6,7 \cong 7 \text{ maquinas}$$

Se sabe que los trabajadores necesarios para atender las 11 máquinas son de un solo 3 operario en, para el total de 7 máquinas encontrado se tiene, aplicando una regla de tres simple:

$$\frac{11 \text{ máquinas}}{7 \text{ máquinas}} = \frac{3 \text{ trabajadores}}{n \text{ trabajadores}}$$

Despejando n trabajadores se tiene un total de 1,9 equivalente a 2 trabajadores necesarios para opera las 7 máquinas.

Número de máquinas en al área de secado

Para el número de secadoras necesarios para los servicios de lavado en estudio usamos tiempo estándar del secado medio y secado final, por lo que se toma el tiempo de procesamiento de la máquina y el tiempo de preparación por parte del operario, se cuenta que el secado medio solo se aplica a los lotes en de reserva que igual representa una carga de producción para esta área, se muestran los tiempos transformados en horas por lote en la tabla

Tabla 78. Tiempos estándar de máquina de secado y tiempo del operario

Proceso	Tiempo Estándar	Tiempo de máquina	Tiempo de actividades manuales	Tiempo procesamiento	
				Máquina	Hombre
Secado Medio	43,98 min/lote	36,52 min/lote	7,46 min/lote	0,61 h/lote	0,12 h/lote
Secado	70,41 min/lote	46,04 min/lote	24,37 min/lote	0,77 h/lote	0,41 h/lote

Usamos la formula ya mencionada con anterioridad, y reemplazando los datos se obtiene los siguientes resultados:

$$M = \frac{\left[1086 \times 0,77 + \left(\frac{1086}{60}\right) 0,41\right]_R + \left[4267 \times 0,77 + \left(\frac{4267}{66}\right) 0,41\right]_{S-T}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 247 \text{ dias} \left[1 - \left(\frac{20}{100}\right)\right]} + \frac{\left[1038 \times 0,77 + \left(\frac{1038}{54}\right) 0,41\right]_{Ti} + \left[1086 \times 0,61 + \left(\frac{1086}{60}\right) 0,12\right]_{SM}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 247 \text{ dias} \left[1 - \left(\frac{20}{100}\right)\right]}$$

$$M = 3,5 \cong 4 \text{ máquinas}$$

Se sabe que los trabadores necesarios para atender los 7 secadores son de un solo 1 operario en, para el total de 4 máquinas encontrado se tiene, aplicando una regla de tres simple:

$$\frac{7 \text{ máquinas}}{4 \text{ máquinas}} = \frac{1 \text{ trabajadores}}{n \text{ trabajadores}}$$

Despejando n trabajadores se tiene un total de 0,57 equivalente a 1 trabajador necesarios para opera las 4 máquinas secadoras.

Número de máquinas en el área de centrifugado

Así mismo con el mismo análisis se calcula el número de máquinas necesarias para el área de centrifugado, en la tabla 79 se tiene los tiempos de máquina y preparación en horas por lote

Tabla 79. Tiempos estándar de máquina de centrifuga y tiempo del operario

Proceso	Tiempo estándar	Tiempo de máquina	Tiempo de actividades manuales	Tiempo procesamiento	Tiempo de preparación
				Máquina	Hombre
Centrifugado	48,00	18,01	29,99	0,30 h/lote	0,50 h/lote
	min/lote	min/lote	min/lote		

Reemplazando los datos se tiene:

$$M = \frac{2 \left[1086 \times 0,30 + \left(\frac{1086}{60} \right) 0,50 \right]_R + \left[4267 \times 0,30 + \left(\frac{4267}{66} \right) 0,5 \right]_{S-T}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 247 \text{días} \left[1 - \left(\frac{20}{100} \right) \right]} + \frac{\left[1038 \times 0,3 + \left(\frac{1038}{54} \right) 0,50 \right]_{Ti}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 247 \text{días} \left[1 - \left(\frac{20}{100} \right) \right]}$$

$$M = 1,45 \cong 2 \text{ Maquinas}$$

Para este caso en específico, un operario es necesario para operar las 2 maquinas

Número de trabajadores para el área de recepción y clasificado

Como en esta área no intervienen maquinas, es un proceso con actividades realizadas por la parte operaria, la misma fórmula para calcular el número de trabajadores es:

$$M = \frac{Dp_{Servicio1} + Dp_{Servicio2} + \dots + Dp_{Servicio3}}{N[1 - (C/100)]} \quad (23)$$

Con los tiempos estándar horas por lote, se tiene en la tabla

Tabla 80. Tiempos estándar de área de recepción y clasificación

Proceso	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar
Recepción y Clasificado	15,04 min/lote	0,25 h/lote

Reemplazando datos se tiene:

$$M = \frac{1086 * 0,25 + 4267 * 0,25 + 1083 * 0,25}{8 \text{ horas/dia} \times 247 \text{ dias} [1 - (20/100)]}$$

$$M = 1,01 \cong 1 \text{ Trabajador}$$

Número de trabajadores para el área de Sandblass

En este caso el sandblass solo son para los servicios de lavado de reserva y sucio ston ya que el tinturado no se realiza este proceso, los tiempos estándar en horas por lote se tiene en la Tabla 81.

Tabla 81. Tiempos estándar de área de sandblass

Proceso	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar
Sandblass	43,0 min/lote	0,72 horas/lote

Reemplazando datos se tiene

$$M = \frac{1086 * 0,72 + 4267 * 0,72}{8 \text{ horas/dia} \times 247 \text{ dias} [1 - (20/100)]}$$

$$M = 2,4 \cong 3 \text{ Trabajadores}$$

Número de trabajadores para el área de manualidades

Para este caso este especial se trabaja con el número de unidades ya que es un proceso que se realiza por prenda y los tiempos estándar como resultado del estudio de tiempos se muestran en la Tabla 82, se calcula en horas por unidad, además se sabe que el proceso de tinturado no requiere se de este proceso.

Tabla 82. Tiempo estándar manualidades

Proceso	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar
Manualidades	1,73 min/unidad	0,03 h/unidad

Reemplazando datos se tiene

$$M = \frac{Dp_{Servicio1} + Dp_{Servicio2} + \dots + Dp_{Servicio3}}{N[1 - (C/100)]}$$

$$M = \frac{65181 * 0,03 + 281607 * 0,03}{8 \text{ horas/dia} \times 247 \text{ dias} [1 - (20/100)]}$$

$$M = 6,32 \cong 7 \text{ Trabajadores}$$

Resumen de plan de capacidad para el 2022

Se muestra la cantidad necesario de maquinaria y trabajadores necesarios para satisfacer la demanda de los servicios de lavado Reserva, Sucio-Ston y tinturado, por área

Tabla 83. Resumen capacidad 2022

	Numero de máquinas	Número de trabajadores
Recepción y Clasificación		1
Manualidades		7
SandBlass		3
Lavado	7	2
Centrifugado	2	1
Secado	4	1
TOTALES	13	15

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se ha identificado los procedimientos y actividades que se debe realizar en cada área para lograr un servicio de lavandería en específico a través del reconocimiento del proceso productivo para el lavado y tinturado de prendas jeans permitiendo identificar además las maquinas, el número total de estas, su capacidad y las funciones que realizan. Por otra parte, se dio a conocer los trabajadores involucrados en el proceso y las funciones que desempeñan, esto mediante los levantamientos de procesos y cursogramas analíticos.
- Con el estudio de tiempo se logró obtener los tiempos estándar para cumplir con las actividades del proceso de lavado, secado, centrifugado, sandblass y manualidades, información bastante relevante al momento de establecer los requerimientos de capacidad laboral y la planificación de la producción.
- Para tener un tiempo de ciclo más cercano a la realidad del proceso se realizó los diagramas hombre máquina, ya que un trabajador del área de lavandería puede manejar varias máquinas a la vez de un mismo proceso de lavado, permitiendo así conocer el tiempo de ciclo entre el hombre y la máquina al trabajar en conjunto y la cantidad de lotes procesados.
- El estudio de series de tiempo de los servicios principales de lavado dio a conocer sus patrones y tendencias para así calcular los pronósticos por mes del año 2022. La herramienta Predictor, de Crystal Ball facilito el análisis de pronósticos ya que los métodos convencionales generaban predicciones atípicas, a causa de los datos irregulares de los últimos años por la pandemia de Covid-19. Las herramientas de ajuste como; inserción de eventos y ajuste de valores atípicos del software Predictor, ayudaron a minimizar los errores en las curvas de pronósticos. Como resultado el mejor modelo de pronóstico se dio por el modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “SARIMA”, el cual es un modelo dinámico

para series de tiempo, el método arrojó un error porcentual de 20%, el cual es aceptable para afrontar decisiones ante las variaciones de demanda y la estacionalidad en ciertas épocas del año.

- Los datos calculados de cada uno de los costos como: contratar, despedir y sueldo básico de un trabajador para este proyecto de investigación, están basados en la normativa vigente del código de trabajo, que ayudan a tener estimaciones reales al gestionar la fuerza laboral.
- Los cálculos de cada uno de los diferentes modelos de planes de producción, por el método tradicional a través del uso de tablas en Excel permiten conocer cada una de las alternativas que la empresa puede utilizar para cumplir con los servicios de lavandería y tintorería en todo el horizonte de planeación, los métodos están enfocados más en la asignación de horas de trabajo para todos los servicios en estudio, tratando de cumplir con la demanda, teniendo como el resultado más económico un valor de \$ 276.198,53, a través del modelo 3 de planeación agregada con una fuerza de trabajo constante con tiempo extra al 50% y 100%, así mismo se da a conocer su productividad parcial de mano de obra y su productividad global.
- Planear la capacidad para el siguiente año comprende una medida tomada para la gestión a largo plazo, misma que resulta necesaria para conocer el número de máquinas requeridas por área para cumplir con la demanda, además que ha permitido definir la asignación de número de trabajadores para cada proceso analizado.

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere que la alta dirección de la empresa analice las acciones propuestas de la planeación de capacidad de año venidero, enfocar su atención en los servicios de lavado más representativos en cuanto a utilidad y producción para afrontar la demanda futura
- Tomar el presente proyecto de investigación como punto de partida para elaborar planes de capacidad a mediano y largo plazo, de la demás familia de lavado que brinda las empresas, o que permitirá retroalimentar la metodología y ejecución de la planeación.

- A lo largo de desarrollo del proyecto de investigación se pudo identificar futuros casos de estudio para así brindar propuestas de mejoras como: profundizar el estudio de hombre-máquina para reducir los tiempos de ocio en el trabajador y el tiempo de inactividad de las maquinas en el área de lavado, redistribución de planta y riesgos laborales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. SWERT, Estudio para la implantación del sistema MRP de planificación y control de la producción de una empresa productora de maquinaria de control numérico, Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya, 2009.
- [2] V. Franklin, Planificación de los Requerimientos de Materiales (MRP) de Almacen para TEPECUADOR S.A, Quito: Escuela Plitecnica Nacional, 2015.
- [3] D. Salazar, «Estudio del sistma de produccion y propuesta de optimizacion para el proceso de empaque en la planta de compostaje Abonos Chavez-Miño,» UDLA, Quito-Ecuador, 2018.
- [4] M. Yopez, «Modelo metodologico d implementacion de lean manufacturing,» *EAN*, nº 83, pp. 51-71, 2017.
- [5] C. Abanto y V. Franco, «PROPUESTA DE UN PLAN ESTRATÉGICO INCLUYENDO GESTIÓN DE CALIDAD PARA PRODUCTORES DE MAIZ MORADO DEL VALLE DE CONDEBAMBA CON MIRAS A CREAR OFERTA EXPORTABLE,» Universidad privada del Norte, Cajamarca-Peru, 2017.
- [6] A. G. S. Heredia, «INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE LOGISTICA EXTERNA Y DELIVERY SERVICES DE LA EMPRESA URBANO EXPRESS MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING,» Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2018.
- [7] G. Natalia Marulanda y L. Gonzalo Emilio, «Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing,» Poliantea, Colombia, 2016.
- [8] «El Comercio,» [En línea]. Available: <https://lahora.com.ec/noticia/382604/jeans-una-industria-que-contamina>. [Último acceso: 2020 Noviembre 26].
- [9] R. Chase, J. Robert y N. Aquilano, Administración de Operaciones, México: Mc Graw Hill Educación, 2009.
- [10] J. Heizer, Dirección de la Producción: Descisiones estratégicas, Madril: Pertince Hall, 1997.

- [11] M. Castro y E. Maritza, Plan de requerimiento de materiales en la empresa Castro Maquinaria, 2015: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, Ambato.
- [12] A. Parra, Propuesta de Implementación de Políticas de Control de Inventarios y Planificación de los Recursos para la Producción en Tadoo Cía. Ltda., Quito: *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO*, 2009.
- [13] H. Pinargote, P. Ávila, T. Cedeño, M. Minaya, R. Minaya y A. Mendoza, Dirección de Operaciones, Alicante: *ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.*, 2020.
- [14] J. HANKE y A. REITSCH, PRONOSTICOS EN LOS NEGOCIOS, Quinta ed., Mexico: PRENTICE HALL., 1996.
- [15] D. N. GUJARATI y D. C. PORTER, . ECONOMETRÍA, Quinta ed., Mexico: McGraw-Hill, 2010.
- [16] L. P. Krajewski, Ritzman y M. Malhotra, Administración de operaciones, Octava ed., Mexico: PEARSON EDUCACIÓN, 2008.
- [17] S. & Bulfin, PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, 1998.
- [18] I. CHIAVENATO, Administración de recursos humanos, Cuarta ed., México: McGraw Hill, 2007.
- [19] S. Pepper, Levantamiento y descripción de los procesos, vol. XI, Medwave, 2001.
- [20] C. ESAN, «Universidad ESAN,» conexionesan, 12 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/11/el-uso-del-diagrama-de-flujo-para-la-gestion-de-calidad/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2021].
- [21] D. Lynch Guillén, «Accounting,» 30 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://accountingperu.wordpress.com/2011/09/30/flujograma-basico-de-cuentas-por-pagar/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2021].
- [22] B. Olinda, R. Vega, B. Sandro y V. Gonzales, MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS, 2011.

- [23] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo.*, Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1998.
- [24] W. Chasin, J. Morales y A. Muñoz, *Suplementos en el estudio de tiempos*, Puerto Ordaz: Repositorio Universidad Nacional Experimental de Guayana,, 2014..
- [25] Works, Erick, *Time Study Manual*, General Electric Company.
- [26] Corporación BIRT LH, «Programación de la producción,» BIRT LH PP05, [En línea]. Available: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PP/PP05/es_PPFM_PP05_Contenidos/wbsite_221_diagrama_de_hombremquina.html. [Último acceso: 14 Septiembre 2021].
- [27] C. Mendoza Roca, *Presupuestos para empresas de manufactura*. Barranquilla, Colombia:: Uninorte, 2004.
- [28] «Minitab,» [En línea]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/graphs/how-to/time-series-plot/interpret-the-results/key-results/>. [Último acceso: 29 noviembre 2021].

ANEXOS

Anexo 1. Cursogramas analíticos de los procesos productivos de la empresa Ecuatintex.

Tabla 84. Cursograma analítico de recepción y clasificado


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 001			Hoja: 1 de 1			
		o	Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Prendas jeans índigo o APT	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	NA		x		Operación	●	5				
Actividad	Recepción y clasificación				Transporte	⇒	2				
Área	Recepción				Inspección	■	0				
Operario	Jorge Pilco		N°	1	Espera	D	0				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	14/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	In. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		19,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		13,86				
Identificación de actividades		Cant. lotes	Distancia m	Tiempo min	V.A.	Símbolo			Observación		
N°	DESCRIPCIÓN					●	⇒	■	D	▲	
1	Trasladar las prendas	1	3,50	1,32							Al área de recepción
2	Contabilizar las prendas	1		2,23							
3	Organizar las prendas	1		2,41							Por tipo de color, talla, etc.
4	Trasladar los lotes a la balanza	1	15,50	2,80							
5	Pesar los lotes	1		0,57							
6	Realizar la orden de producción	1		3,11							
7	Arrumar lotes que tengan proceso similar	1		1,32							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	9,74	■	0,00	▲	00	D	00	⇒	4,12

Tabla 85. Cursograma analítico de lavado reserva


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 002			Hoja: 1 de 2			
Propuesto ()			RESUMEN								
Material	Jeans tela índigo	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Lavadora Vertical		x		Operación	●	17				
Actividad	Lavado Reserva				Transporte	⇒	1				
Área	Lavado				Inspección	■	1				
Operario	Maquinista	N°	1		Espera	D	6				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	14/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		12,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		127,80				
Identificación de actividades		Cant. Lotes	Distancia m	Tiempo min	V.A	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN					●	⇒	■	D	▲	
1	Trasladar las prendas hacia la máquina lavadora	1	5	1							A pie
2	Solicitar Químicos en bodega	1		1,4							Según orden de producción
3	Cerrar la compuerta y llenar con agua	1		3,2							
4	Cargar la máquina con las prendas	1		1,5							
5	Encender la máquina	1		0,2							
6	Agregar químicos para realizar el desengomado	1		0,4							Peróxido de Hidrogeno
7	Desengomado o descruce	1		10							
8	Abrir la compuerta de desfogue	1		2.4							Vaciar agua de la máquina

Tabla 85. Cursograma analítico de lavado reserva (continuación)


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Lavado Reserva			Diagrama N°: 002				Hoja: 2 de 2		
9	Enjuagar	1		10							Enjuague único
10	Apagar la máquina	1		0,2							
11	Retirar las prendas de la máquina	1		6							
12	Acomodar las prendas	1		25							
13	Preparar cloro agua y trapos	1		15							
14	Trasladar los trapos con cloro hacia la máquina donde se procesará	1	7	2,4							
15	Colocar los trapos en la máquina	1		1,8							
16	Colocar los pantalones encima de los trapos	1		3,2							
17	Encender máquina	1		0,2							
18	Trapeado de prendas	1		15							
19	Cerrar compuerta de desfogue y llenar de agua	1		2							
20	Enjuagar	1		2							
21	Dejar ingresar igual a la máquina	1		5							
22	Neutralizar	1		10							
23	Inspeccionar el proceso y las prendas	1		0,3							
24	Enjuagar	1		10							
25	Descargar el lote de la máquina	1		2							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	69,60	■	2,00	▲	0,00	D	55,20	⇒	1,00

Tabla 86. Cursograma analítico de lavado Dirty


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 003		Hoja: 1 de 2				
			Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Jeans tela Índigo	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Lavadora Horizontal		x		Operación	●	19				
Actividad	Lavado Dirty				Transporte	⇒	1				
Área	Lavado				Inspección	■	1				
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	6				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	15/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		12,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		126,60				
Identificación de actividades		Cant. Lotes	Distancia m	Tiempo min	V.A	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN					●	⇒	■	D	▲	
1	Trasladar lote hacia la máquina lavadora	1	5	1							Traslado a pie
2	Solicitar químicos en la bodega	1		1,4							
3	Cargar la máquina con las prendas	1		3,2							
4	Cerrar compuerta y llenar con agua	1		1,5							Compuerta de desfogue
5	Encender la máquina	1		0,2							
6	Añadir: alfamilasa, dispersante, ácido acético y la encima acida	1		0,4							Las cantidades están en la orden de producción
7	Proceso de desengome o descrude	1		10							Dejar 10 min
8	Descargar agua de la máquina	1		10							
9	Enjuagar	1		7							Enjuague doble

Tabla 86. Cursograma analítico de lavado Dirty (continuación)


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Lavado Dirty		Diagrama N°: 003			Hoja: 2 de 2				
10	Cargar agua a la máquina	1		1,8							
11	Añadir químicos para Ston	1		0,5							
12	Proceso de Stoneado	1		10							
13	Enjuagar	1		4							
14	Cargar de agua la máquina	1	7	3,2							
15	Añadir Humectante, secuestrante e igualante	1		0,2					Según orden de producción		
16	Añadir la tinta disuelta	1		1,5							
17	Subir la temperatura a 60°C	1		2,8							
18	Proceso de Dirty	1		30					En 60°C		
19	Añadir Sal	1		0,1							
20	Dejar que actúe la sal	1		15							
21	Descargar agua de la máquina	1		2,1							
22	Cargar agua a la máquina	1		2,3							
23	Proceso de fijado de tinte	1		5							
24	Enjuagar	1		8					Enjuague triple		
25	Verificar el color	1		0,2							
26	Apagar la máquina	1		0,2							
27	Sacar las prendas de la máquina	1		5					En un coche de transporte		
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	48,90	■	0,20	▲	0,00	D	76,50	⇒	1,00

Tabla 87. Cursograma analítico de lavado Tinturado


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 004			Hoja: 1 de 2			
			Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Jeans tela APT	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Lavadora Horizontal		x		Operación	●	18				
Actividad	Lavado tinturado reactivo				Transporte	⇒	1				
Área	Lavado				Inspección	■	1				
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	5				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	15/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	In. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		12,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		112,60				
Identificación de actividades		Cant. Lotes	Distancia	Tiempo	VA	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN		m	min		●	⇒	■	D	▲	
1	Trasladar lote hacia la máquina	1	5	1							Traslado a pie
2	Solicitar químicos en la bodega	1		1,4							
3	Cerrar compuerta y llenar con agua	1		3,2							Compuerta de desfogue
4	Cargar la máquina con el lote de prendas	1		1,5							
5	Encender la máquina	1		0,2							
6	Añadir la sosa, secuestrante y humectante	1		0,4							Cantidades en la orden de producción
7	Subir la temperatura a 40°C	1		3,1							

Tabla 87. Cursograma analítico de lavado Tinturado (continuación)


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Lavado Tinturado reactivo			Diagrama N°: 004			Hoja: 2 de 2			
8	Preblanqueo	1		10							
9	Enjuagar	1		7						Enjuague doble	
10	Llenar agua 1	1		1,8							
11	Añadir químicos	1		0,5						humectante, secuestrante e igualmente	
12	Prelavado de prendas	1		10							
13	Añadir la tinta disuelta	1		0,5							
14	Subir la temperatura a 60°C	1	7	3,2							
15	Añadir sal	1		0,2							
16	Añadir carbonato disuelto y luego sosa	1		15						Seguir el orden	
17	Proceso de tinturado reactivo	1		30							
18	Verificar temperatura y las prendas	1		0,1						Temperatura en 60°C	
19	Descargar agua de la máquina	1		3							
20	Llenar agua 2	1		2,1							
21	Añadir fijador	1		0,2							
22	Fijado de tintes	1		5							
23	Enjuagar	1		8							
24	Apagar la máquina	1		0,2						Enjuague triple	
25	Sacar las prendas de la máquina	1		5							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	54,70	■	0,10	▲	0,00	D	56,80	⇒	1,00

Tabla 88. Cursograma analítico de secado medio


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 006			Hoja: 1 de 1			
			Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Lotes centrifugados	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Secadora		x		Operación	●	2				
Actividad	Secado Medio				Transporte	⇒	1				
Área	Secado				Inspección	■	0				
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	1				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	17/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		26				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		46,6				
Identificación de actividades		Cant.	Distancia	Tiempo	v.A	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN		m	min		●	⇒	■	D	▲	
1	Cargar la secadora con las prendas	2		3,2		●					
2	Secado de lotes	2		35							
3	Descargar prendas de la máquina	2		4							En un coche de transporte
4	Trasladar al área de sandblass	2	23	4,4							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES	●	7,20	■	0,00	▲	0,00	D	35,00	⇒	4,40	

Tabla 89. Cursograma analítico de proceso de neutralizado


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 007			Hoja: 1 de 1			
			Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Lotes con Sandblass	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Lavadora Vertical		x		Operación	●	7				
Actividad	Neutralizado				Transporte	⇒	0				
Área	Lavado				Inspección	■	0				
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	4				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	27/9/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		0,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		48,30				
Identificación de actividades		Cant.	Distancia m	Tiempo min	V.A	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN					●	⇒	■	D	▲	
1	Cargar la máquina con las prendas	1		2,50							A pie
2	Dejar ingresar igual a la máquina	1		2,00							
3	Encender máquina	1		0,20							
4	Neutralizar	1		10,00							
5	Enjugar	1		5,00							
6	Dejar ingresar igual a la máquina	1		2,00							

Tabla 89. Cursograma analítico de proceso de neutralizado (continuación)


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Neutralizado			Diagrama N°: 007			Hoja: 2 de 2			
7	Realizar el blanqueo	1		15,00							
8	Enjuagar	1		5,00							
9	Abrir la compuerta para vaciar agua de la máquina	1		1,40							
10	Apagar la máquina	1		0,20							
11	Sacar las prendas de la máquina	1		5,00							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	13,30	■	0,00	▲	0,00	D	35,00	⇒	0,00

Tabla 90. Cursograma secado final


		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 008			Hoja: 1 de 1			
			Propuesto ()		RESUMEN						
Material	Lotes centrifugados	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.		
Maquinaria	Secadora		x		Operación	●	4				
Actividad	Secado Final				Transporte	⇒	1				
Área	Secado				Inspección	■	0				
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	1				
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	27/09/2021		Almacenamiento	▲	0				
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		26,00				
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		64,15				
Identificación de actividades		Cant.	Distancia	Tiempo	V.A	Símbolo					Observación
N°	DESCRIPCIÓN		m	min		●	⇒	■	D	▲	
1	Cargar la secadora con las prendas	2	3,00	2,3							
2	Secado de lotes	2		45,6							
3	Pulverizado	2		3,4							
4	Descargar prendas de la máquina	2		3,78						En un coche transportador	
5	Ordenas las prendas	2		4,67							
6	Trasladar a la bodega de productos terminados	2	23,00	4,4							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES		●	14,15	■	0,00	▲	0,00	D	45,60	⇒	4,40

Tabla 91. Cursograma analítico del proceso de Sandblass


		CURSOGRAMA ANALÍTICO											
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 009					Hoja: 1 de 1			
			Propuesto ()		RESUMEN								
Material	Jeans lavados	Operario	Material	Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.				
Maquinaria	NA		x		Operación	●	3						
Actividad	Sandblass				Transporte	⇒	1						
Área	Sand-Blass				Inspección	■	0						
Operario	Maquinista		N°	1	Espera	D	0						
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	27/09/2021		Almacenamiento	▲	0						
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha			Distancia (m)		3,00						
Aprobado por:		Fecha			Tiempo (min)		34,41						
Identificación de actividades		Cant. Lote	Distancia m	Tiempo min	V.A	Símbolo					Observación		
N°	DESCRIPCIÓN					●	⇒	■	D	▲			
1	Acomodar prendas en la mesa de trabajo	1	3,00	2,4		●							
2	Realizar el sandblass	1		24,4									
3	Acomodar las prendas	1		5,27									
4	Trasladar al área de lavado	1		2,34									
RESUMEN													
TIEMPOS PARCIALES		●	32,07	■	0,00	▲	0,00	D	0,00	⇒	2,34		

Tabla 92. Cursograma analítico del proceso de manualidades



		CURSOGRAMA ANALÍTICO							
		Método	Actual (X)		Diagrama N°: 010			Hoja: 1 de 2	
Material	Jeans tela índigo		Operario	Propuesto ()	RESUMEN				
		Material		Equipo	Actividad	S	Actual	Propuesto	Econ.
Maquinaria	NA		x						
Actividad	Manualidades - Lijado y Bigotes								
Área	Manualidades								
Operario	Operarios		N°	1					
Elaborado por:	Dennis Miranda	Fecha	30/9/2021						
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Fecha							
Aprobado por:		Fecha							
Identificación de actividades		Cant.	Distancia	Tiempo	V.A.	Símbolo			Observación
N°	DESCRIPCIÓN		m	seg		●	⇒	■	
1	Tomar prenda	1	1,34	2,71					
2	Colocar la prenda en el maniquí	1		2,87					Cualquier pierna del pantalón
3	Lijar la prenda	1		17,8					Según el diseño en orden de producción
4	Realizar motortull	1		23,64					
5	Cambiar de lado el pantalon	1		4,63					Pierna del pantalón faltante

Tabla 92. Cursograma analítico del proceso de manualidades (continuación)

		CURSOGRAMA ANALÍTICO									
		Manualidades				Diagrama N°: 010				Hoja: 2 de 2	
6	Lijar la prenda lado izquierdo	1		16,8							Según el diseño en orden de producción
7	Realizar motortull lado izquierdo	1		18,9							
8	Retirar prenda	1		2,67							
RESUMEN											
TIEMPOS PARCIALES	●	87,31	■	0,00	▲	0,00	D	0	⇒		2,71

Anexo 2. Descripción de las actividades de los procesos productivos de la empresa Ecuatintex.

Tabla 93. Descripción de actividades para lavado reserva


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 002	Estudio N° 02
Proceso		Lavado Reserva	
Área		Lavado	
N	LETRA	ACTIVIDAD	
1	LR1	Trasladar las prendas hacia la máquina lavadora	
2	LR2	Solicitar Químicos en bodega	
3	LR3	Cerrar la compuerta y llenar con agua	
4	LR4	Cargar la máquina con las prendas	
5	LR5	Encender la máquina	
6	LR6	Agregar químicos para realizar el desengomado	
7	LR7	Desengomado o descruce	
8	LR8	Abrir la compuerta de desfogue	
9	LR9	Enjuagar	
10	LR10	Apagar la máquina	
11	LR11	Retirar las prendas de la máquina	
12	LR12	Acomodar las prendas	
13	LR13	Preparar cloro agua y trapos	
14	LR14	Trasladar los trapos con cloro hacia la máquina donde se procesará	
15	LR15	Colocar los trapos en la máquina	
16	LR16	Colocar los pantalones encima de los trapos	
17	LR17	Encender máquina	
18	LR18	Trapeado de prendas	
19	LR19	Cerrar compuerta de desfogue y llenar de agua	
20	LR20	Enjuagar	
21	LR21	Dejar ingresar igual a la máquina	
22	LR22	Neutralizar	
23	LR23	Inspeccionar el proceso y las prendas	
24	LR24	Enjuagar	
25	LR25	Descargar el lote de la máquina	

Tabla 94. Descripción de actividades proceso lavado dirty


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 003	Estudio N° 03
Proceso		Lavado Dirty	
Área		Lavado	
N°	LETRA	ACTIVIDAD	
1	LD1	Trasladar lote hacia la máquina lavadora	
2	LD2	Solicitar químicos en la bodega	
3	LD3	Cargar la máquina con las prendas	
4	LD4	Cerrar compuerta y llenar con agua	
5	LD5	Encender la máquina	
6	LD6	Añadir: alquilasa, dispersante, ácido acético y la encima acida	
7	LD7	Proceso de desengome o descruce	
8	LD8	Descargar agua de la máquina	
9	LD9	Enjuagar	
10	LD10	Cargar agua a la máquina	
11	LD11	Añadir químicos para Ston	
12	LD12	Proceso de Stoneado	
13	LD13	Enjuagar	
14	LD14	Cargar de agua la máquina	
15	LD15	Añadir Humectante, secuestrante e igualante	
16	LD16	Añadir la tinta disuelta	
17	LD17	Subir la temperatura a 60°C	
18	LD18	Proceso de Dirty	
19	LD19	Añadir Sal	
20	LD20	Dejar que actúe la sal	
21	LD21	Descargar agua de la máquina	
22	LD22	Cargar agua a la máquina	
23	LD23	Proceso de fijado de tinte	
24	LD24	Enjuagar	
25	LD25	Verificar el color	
26	LD26	Apagar la máquina	
27	LD27	Sacar las prendas de la máquina	

Tabla 95. Descripción de actividades proceso tinturado reactivo


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 004	Estudio N° 04
Proceso		Tinturado Directo	
Área		Lavado	
N°	LETRA	ACTIVIDAD	
1	LT1	Trasladar lote hacia la máquina	
2	LT2	Solicitar químicos en la bodega	
3	LT3	Cerrar compuerta y llenar con agua	
4	LT4	Cargar la máquina con el lote de prendas	
5	LT5	Encender la máquina	
6	LT6	Añadir la sosa, secuestrante y humectante	
7	LT7	Subir la temperatura a 40°C	
8	LT8	Preblanqueo	
9	LT9	Enjuagar	
10	LT10	Llenar agua 1	
11	LT11	Añadir químicos	
12	LT12	Prelavado de prendas	
13	LT13	Añadir la tinta disuelta	
14	LT14	Subir la temperatura a 60°C	
15	LT15	Añadir sal	
16	LT16	Añadir carbonato disuelto y luego sosa	
17	LT17	Proceso de tinturado reactivo	
18	LT18	Verificar temperatura y las prendas	
19	LT19	Descargar agua de la máquina	
20	LT20	Llenar agua 2	
21	LT21	Añadir fijador	
22	LT22	Fijado de tintes	
23	LT23	Enjuagar	
24	LT24	Apagar la máquina	
25	LT25	Sacar las prendas de la máquina	

Tabla 96. Descripción de actividades proceso de centrifugado


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 005	Estudio N° 05
Proceso	Centrifugado		
Área	Centrifugado		
N°	LETRA	ACITIVIDAD	
1	CT1	Trasladar lotes a la máquina	
2	CT2	Cargar los lotes de prendas ala centrifuga	
3	CT3	Centrifugar	
4	CT4	Descargar la centrifuga	
5	CT5	Llevar al área de secado	

Tabla 97. Descripción de actividades proceso de secado medio


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 006	Estudio N° 06
Proceso	Secado Medio		
Área	Secado		
N°	LETRA	ACITIVIDAD	
1	SCM1	Cargar la secadora con las prendas	
2	SCM2	Secado de lotes	
3	SCM3	Descargar prendas de la máquina	
4	SCM4	Trasladar al área de sandblass	

Tabla 98. Descripción de actividades de sandblass


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 009	Estudio N° 09
Proceso	Sandblass		
Área	Sandblass		
N°	LETRA	ACITIVIDAD	
1	SB1	Acomodar prendas en la mesa de trabajo	
2	SB2	Realizar el sandblass	
3	SB3	Acomodar las prendas	
4	SB4	Trasladar al área de lavado	

Tabla 99. Descripción de actividades proceso de secado final


		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 008	Estudio N° 08
Proceso		Secado final	
Área		Secado	
N°	LETRA	ACITIVIDAD	
1	SCF1	Cargar la secadora con las prendas	
2	SCF2	Secado de lotes	
3	SCF3	Pulverizado	
4	SCF4	Descargar prendas de la máquina	
5	SCF5	Ordenas las prendas	
6	SCF6	Trasladar a la bodega de productos terminados	

Tabla 100. Descripción de actividades proceso de neutralizado




		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 007	Estudio N° 07
Proceso		Neutralizado	
Área		Lavado	
N°	LETRA	ACITIVIDAD	
1	LN01	Cargar la máquina con las prendas	
2	LN02	Dejar ingresar igual a la máquina	
3	LN03	Encender máquina	
4	LN04	Neutralizar	
5	LN05	Enjuagar	
6	LN06	Dejar ingresar igual a la máquina	
7	LN07	Realizar el blanqueo	
8	LN08	Enjuagar	
9	LN09	Abrir la compuerta para vaciar agua de la máquina	
10	LN10	Apagar la máquina	
11	LN11	Sacar las prendas de la máquina	

Tabla 101. Descripción de actividades de manualidades

		DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
		REF CURSOGRAMA N° 010	Estudio N° 10
Proceso	Manualidades lijado y bigote		
Área	Manualidades		
N°	LETRA	ACTIVIDAD	
1	MLB1	Tomar prenda	
2	MLB2	Colocar la prenda en el maniquí	
3	MLB3	Lijar la prenda	
4	MLB4	Realizar motortull	
5	MLB5	Cambiar de lado el pantalon	
6	MLB6	Lijar la prenda	
7	MLB7	Realizar motortull	
8	MLB8	Retirar prenda de maniquí	


Anexo 3. Estudio de tiempos de los procesos en estudio.

Tabla 102. Estudio de tiempos de proceso de lavado reserva.

ESTUDIO DE TIEMPOS								
Producto	Lavado							
Proceso	Reserva							
Área	Lavado							
Máquina	Lavadora Vertical							
Operario	Jorge Pilco							
Analista	Dennis Miranda							
Cronometro	Vuelta a cero							
Unidad tiempo	Minutos							
					Estudio N°	02		
					Hoja N°	1 de 1		
					Fecha Inicio	25/11/2021		
					Fecha fin	30/11/2021		
					Transcurrido	1 semana		
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen			
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB
1	LR1	1,6	2,40	1,80	5,80	1,93	100,00	1,93
2	LR2	1,23	1,02	0,80	3,05	1,02	100,00	1,02
3	LR3	3,15	3,45	3,58	10,18	3,39	100,00	3,39
4	LR4	1,43	1,56	1,30	4,29	1,43	100,00	1,43
5	LR5	0,17	0,13	0,23	0,53	0,18	100,00	0,18
6	LR6	0,37	0,36	0,32	1,05	0,35	100,00	0,35
7	LR7	10,67	11,02	10,30	31,99	10,66	100,00	10,66
8	LR8	2,7	4,10	3,10	9,90	3,30	100,00	3,30
9	LR9	5,27	5,21	5,24	15,72	5,24	100,00	5,24
10	LR10	0,16	0,13	0,15	0,44	0,15	100,00	0,15
11	LR11	7,2	5,8	6,5	19,50	6,50	100,00	6,50
12	LR12	26,6	27,34	26,5	80,44	26,81	100,00	26,81
13	LR13	15,34	16,9	15,73	47,97	15,99	100,00	15,99
14	LR14	2,1	2,09	1,86	6,05	2,02	100,00	2,02
15	LR15	1,5	1,67	1,45	4,62	1,54	100,00	1,54
16	LR16	3,47	3,29	3,3	10,06	3,35	100,00	3,35
17	LR17	0,14	0,11	0,2	0,45	0,15	100,00	0,15
18	LR18	15,6	15,41	15,84	46,85	15,62	100,00	15,62
19	LR19	2,62	3,01	2,58	8,21	2,74	100,00	2,74
20	LR20	2,45	3,02	2,69	8,16	2,72	100,00	2,72
21	LR21	4,28	5,01	4,9	14,19	4,73	100,00	4,73
22	LR22	10,05	11,3	9,85	31,20	10,40	100,00	10,40
23	LR23	0,28	0,21	0,23	0,72	0,24	100,00	0,24
24	LR24	5,2	4,8	4,9	14,90	4,97	100,00	4,97
25	LR25	2,1	2,06	2,1	6,26	2,09	100,00	2,09
					Tiempo básico de ciclo			127,51
					T.A.M			71,09
					TM (LR7, LR9, LR18, LR20, LR21, LR22, LR24, LR25)			56,42


Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina

Tabla 103. Estudio de tiempos de proceso de lavado dirty.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Producto	Lavado Dirty								Estudio N°
Proceso	Lavado				Hoja N°	1 de 2			
Máquina	Lavadora Vertical				Fecha Inicio	25/10/2021			
Operario	Dennis Miranda				Fecha fin	30/10/2021			
Analista	Dennis Miranda				Transcurrido	1 semana			
Cronometro	Vuelta a cero								
Unidad tiempo	Minutos								
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen				
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB	
1	LD1	1,2	1,34	1,27	3,81	1,27	100,00	1,27	
2	LD2	1,7	1,84	1,75	5,29	1,76	100,00	1,76	
3	LD3	3,02	3,12	3,17	9,31	3,10	100,00	3,10	
4	LD4	1,6	1,70	1,80	5,10	1,70	100,00	1,70	
5	LD5	0,12	0,11	0,09	0,32	0,11	100,00	0,11	
6	LD6	0,5	0,47	0,39	1,36	0,45	100,00	0,45	
7	LD7	10,21	10,43	11,20	31,84	10,61	100,00	10,61	
8	LD8	7,3	5,60	9,20	22,10	7,37	100,00	7,37	
9	LD9	6,1	6,5	5,93	18,53	6,18	100,00	6,18	
10	LD10	2,13	1,89	2,2	6,22	2,07	100,00	2,07	
11	LD11	0,43	0,46	0,52	1,41	0,47	100,00	0,47	
12	LD12	10,23	11,41	10,47	32,11	10,70	100,00	10,70	
13	LD13	4,5	4,37	4,78	13,65	4,55	100,00	4,55	
14	LD14	3,38	3,56	3,45	10,39	3,46	100,00	3,46	
15	LD15	0,25	0,18	0,21	0,64	0,21	100,00	0,21	
16	LD16	1,5	1,6	1,53	4,63	1,54	100,00	1,54	
17	LD17	2,78	3,1	2,94	8,82	2,94	100,00	2,94	
18	LD18	30,23	30,26	31,02	91,51	30,50	100,00	30,50	
19	LD19	0,13	0,16	0,17	0,46	0,15	100,00	0,15	
20	LD20	2,45	3,02	2,69	8,16	2,72	100,00	2,72	
21	LD21	2,1	2,5	2,7	7,30	2,43	100,00	2,43	
22	LD22	2,1	2,6	2,7	7,40	2,47	100,00	2,47	
23	LD23	5,2	5,34	5,6	16,14	5,38	100,00	5,38	
24	LD24	8,28	8,3	8,6	25,18	8,39	100,00	8,39	
25	LD25	0,21	0,15	0,19	0,55	0,18	100,00	0,18	
26	LD26	0,12	0,11	0,97	1,20	0,40	100,00	0,40	
27	LD27	4,89	5,12	5,01	15,02	5,01	100,00	5,01	
		Tiempo básico de ciclo						116,15	
		T.A.M						48,86	
		TM (LD7, LD8, LD12, LD18, LD20, LD23, LD30)						67,29	

Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina

Tabla 104. Estudio de tiempos de proceso de lavado tinturado reactivo.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Producto	Tinturado Reactivo								
Proceso	Lavado								
Área	Lavado								
Máquina	Lavadora Vertical				Estudio N°	04			
Operario	Dennis Miranda				Hoja N°	1 de 2			
Analista	Dennis Miranda				Fecha Inicio	25/10/2021			
Cronometro	Vuelta a cero				Fecha fin	30/10/2021			
Unidad tiempo	Minutos				Transcurrido	1 semana			
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen				
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB	
1	LT1	1,34	1,25	1,36	3,95	1,32	100,00	1,32	
2	LT2	1,56	1,69	1,74	4,99	1,66	100,00	1,66	
3	LT3	3,4	3,67	3,53	10,60	3,53	100,00	3,53	
4	LT4	1,3	1,45	1,53	4,28	1,43	100,00	1,43	
5	LT5	0,23	0,12	0,30	0,65	0,22	100,00	0,22	
6	LT6	0,51	0,47	0,53	1,51	0,50	100,00	0,50	
7	LT7	4,1	3,50	4,50	12,10	4,03	100,00	4,03	
8	LT8	10,43	10,50	10,34	31,27	10,42	100,00	10,42	
9	LT9	7,6	7,5	7,3	22,40	7,47	100,00	7,47	
10	LT10	1,95	1,89	1,87	5,71	1,90	100,00	1,90	
11	LT11	0,48	0,46	0,42	1,36	0,45	100,00	0,45	
12	LT12	10,3	10,4	10,5	31,20	10,40	100,00	10,40	
13	LT13	0,48	0,32	0,47	1,27	0,42	100,00	0,42	
14	LT14	3,47	3,51	3,35	10,33	3,44	100,00	3,44	
15	LT15	0,19	0,25	0,21	0,65	0,22	100,00	0,22	
16	LT16	15,5	15,7	15,8	47,00	15,67	100,00	15,67	
17	LT17	33,5	32,2	33,1	98,80	32,93	100,00	32,93	
18	LT18	0,14	0,2	0,13	0,47	0,16	100,00	0,16	
19	LT19	3,5	3,6	3,7	10,80	3,60	100,00	3,60	
20	LT20	2,31	2,45	2,41	7,17	2,39	100,00	2,39	
21	LT21	0,16	0,15	0,1	0,41	0,14	100,00	0,14	
22	LT22	6,3	5,7	5,4	17,40	5,80	100,00	5,80	
23	LT23	7,2	7,61	7,32	22,13	7,38	100,00	7,38	
24	LT24	0,15	0,13	0,12	0,40	0,13	100,00	0,13	
25	LT25	4,85	5,1	5,3	15,25	5,08	100,00	5,08	
		Tiempo básico de ciclo						120,70	
		T.A.M						61,14	
		TM (LT8, LT9, LT10, LT12, LT17, LT22)						59,56	

Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina

Tabla 105. Estudio de tiempos de proceso de centrifugado


ESTUDIO DE TIEMPOS								
Proceso	Centrifugado							
Área	Centrifugado				Hoja N°		1 de 1	
Máquina	Centrifugadora				Fecha Inicio		25/11/2021	
Operario	Centrifugador				Fecha fin		30/11/2021	
Analista	Dennis Miranda				Transcurrido		1 semana	
Cronometro	Vuelta a cero							
Unidad tiempo	Minutos							
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen			
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB
1	CT1	1,53	1,65	2,1	5,28	1,76	100,00	1,76
2	CT2	4,78	5,2	5,23	15,21	5,07	100,00	5,07
3	CT3	17,34	18,5	18,2	54,04	18,01	100,00	18,01
4	CT4	16,8	17,1	16,94	50,84	16,95	100,00	16,95
5	CT5	2,5	2,3	2,11	6,91	2,30	100,00	2,30
Tiempo básico de ciclo								44,09
T.A.M								26,08
TM (CT3)								18,01
Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina								

Tabla 106. Estudio de tiempos de proceso de secado medio


ESTUDIO DE TIEMPOS								
Proceso	Secado Medio							
Área	Secado				Hoja N°		1 de 1	
Máquina	Secadora Vertical				Fecha Inicio		25/11/2021	
Operario	Maquinista Secador				Fecha fin		30/11/2021	
Analista	Dennis Miranda				Transcurrido		1 semana	
Cronometro	Vuelta a cero							
Unidad tiempo	Minutos							
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen			
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB
1	SCM1	2,13	2,16	2,26	6,55	2,18	100,00	2,18
2	SCM2	36,4	36,45	36,70	109,55	36,52	100,00	36,52
3	SCM3	1,47	1,56	1,39	4,42	1,47	100,00	1,47
4	SCM4	2,76	2,78	2,62	8,16	2,72	100,00	2,72
Tiempo básico de ciclo								42,89
T.A.M								6,38
T.M (SCI2)								36,52
Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina								

Tabla 107. Estudio de tiempos de proceso de neutralizado


ESTUDIO DE TIEMPOS								
Producto	Neutralizado							
Proceso	Lavado							
Área	Lavado							
Máquina	Lavadora Horizontal				Estudio N°	07		
Operario	Maquinista lavador				Hoja N°	1 de 1		
Analista	Dennis Miranda				Fecha Inicio	25/11/2021		
Cronometro	Vuelta a cero				Fecha fin	30/11/2021		
Unidad tiempo	Minutos				Transcurrido	1 semana		
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen			
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB
1	LN01	2,1	1,78	2,03	5,91	1,97	100,00	1,97
2	LN02	2,8	3,02	2,78	8,60	2,87	100,00	2,87
3	LN03	0,14	0,20	0,13	0,47	0,16	100,00	0,16
4	LN04	10,2	13,20	11,40	34,80	11,60	100,00	11,60
5	LN05	5,2	5,70	5,80	16,70	5,57	100,00	5,57
6	LN06	3,1	2,60	3,40	9,10	3,03	100,00	3,03
7	LN07	15,5	15,87	16,30	47,67	15,89	100,00	15,89
8	LN08	4,2	5,10	3,10	12,40	4,13	100,00	4,13
9	LN09	2,4	3,20	2,10	7,70	2,57	100,00	2,57
10	LN10	0,13	0,20	0,21	0,54	0,18	100,00	0,18
11	LN11	4,35	4,12	5,01	13,48	4,49	100,00	4,49
		Tiempo básico de ciclo						52,46
		T.A.M						24,97
		T.M(LN04, LN07)						27,49
Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina								

Tabla 108. Estudio de tiempos de proceso secado final


ESTUDIO DE TIEMPOS								
Proceso	General							
Área	Secado Final				Hoja N°		1 de 1	
Máquina	Secadora 40 KG				Fecha Inicio		25/11/2021	
Operario	Dennis Miranda				Fecha fin		30/11/2021	
Analista	Dennis Miranda				Transcurrido		1 semana	
Cronometro	Vuelta a cero							
Unidad tiempo	Minutos							
N°	Actividad Código	Ciclos (min)			Resumen			
		1	2	3	Total	TP	V (%)	TB
1	SCF1	1,98	2,14	2,12	6,24	2,08	100,00	2,08
2	SCF2	46,7	45,70	45,71	138,11	46,04	100,00	46,04
3	SCF3	3,21	3,19	3,23	9,63	3,21	100,00	3,21
4	SCF4	2,1	1,30	1,40	4,80	1,60	100,00	1,60
5	SCF5	13,5	12,40	10,40	36,30	12,10	100,00	12,10
6	SCF6	2,4	2,6	2,75	7,75	2,58	100,00	2,58
Tiempo básico de ciclo								67,61
T.A.M								21,57
T.M (SCF2)								46,04
Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina								

Tabla 109. Estudio de tiempos proceso de sandblass


ESTUDIO DE TIEMPOS										
Producto	Lavado Reserva									
Proceso	Sandblass						Hoja N°		1 de 1	
Área	Sandblass						Fecha Inicio		25/11/2021	
Máquina	NA						Fecha fin		30/11/2021	
Operario	William Caiza						Transcurrido		1 semana	
Analista	Dennis Miranda									
Cronometro	Vuelta a cero									
Unidad tiempo	Minutos									
N°	Actividad Código	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	Total	TP	V (%)	TB
2	LR37	2,48	2,35	2,64	2,70	2,47	12,64	2,53	100,00	2,53
3	LR38	25,30	24,52	25,13	25,31	26,40	126,66	25,33	100,00	25,33
4	LR39	5,27	6,01	5,84	5,56	5,78	28,46	5,69	100,00	5,69
5	LR40	2,34	2,64	2,51	2,53	2,67	12,69	2,54	100,00	2,54
Tiempo básico de ciclo										36,09
T.A.M										36,09
T.M										0
Nota: TP=Promedio, V=Valoración, TB=Tiempo básico, TAM=Tiempo manual, TM=Tiempo máquina										

Tabla 110. Estudio de tiempos de proceso de manualidades



ESTUDIO DE TIEMPOS														
Producto	Lijado y motortull													
Proceso	Manualidades													
Área	Manualidades													
Máquina	NA	Estudio N°		10										
Operario	William Machuca	Hoja N°		1 de 2										
Analista	Dennis Miranda	Fecha Inicio		25/10/2021										
Cronometro	Vuelta a cero	Fecha fin		30/10/2021										
Unidad tiempo	segundos	Transcurrido		1 semana										
N	Actividad Código	Ciclos (s)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	MLB1	2,47	2,41	2,39	2,58	2,46	2,38	2,45	2,45	2,46	2,47	2,47	2,45	2,43
2	MLB2	2,87	2,79	2,84	2,77	2,82	2,81	2,82	2,86	2,84	2,89	2,87	2,90	2,86
3	MLB3	17,86	18,46	17,61	17,89	17,37	17,68	17,52	17,00	18,36	17,74	18,23	18,32	17,49
4	MLB4	23,64	23,28	24,97	24,24	25,87	23,96	25,72	24,82	26,21	25,40	24,43	23,83	26,04
5	MLB5	4,60	4,76	4,59	4,85	4,66	4,71	4,57	4,84	4,77	4,64	4,64	4,66	4,59
6	MLB6	16,80	16,95	18,01	17,31	17,22	17,60	17,57	17,94	17,38	17,68	16,98	17,90	17,39
7	MLB7	18,90	18,68	19,66	18,48	19,05	19,76	18,80	19,89	19,59	18,54	18,61	18,82	20,07
8	MLB8	2,67	2,76	2,58	2,60	2,63	2,61	2,79	2,73	2,64	2,61	2,69	2,74	2,57

Tabla 110. Estudio de tiempos de proceso de manualidades (Continuación).

ESTUDIO DE TIEMPOS												
Producto	Lijado y motortull											
Proceso	Manualidades											
Área	Manualidades											
Máquina	NA	Estudio N°	10									
Operario	William Machuca	Hoja N°	2 de 2									
Analista	Dennis Miranda	Fecha inicio	25/10/2021									
Cronometro	Vuelta a cero	Fecha fin	30/10/2021									
Unidad tiempo	Segundos	Transcurrido	1 semana									
N	Actividad Código	Ciclos (s)							Resumen			
		14	15	16	17	18	19	20	Total	TP	V (%)	TB
1	MLB1	2,39	2,50	2,48	2,49	2,43	2,44	2,45	49,05	2,45	100,00	2,45
2	MLB2	2,91	2,85	2,92	2,79	2,83	2,86	2,82	56,92	2,85	100,00	2,85
3	MLB3	17,65	17,34	18,47	17,81	17,84	17,89	17,80	356,33	17,82	100,00	17,82
4	MLB4	22,55	25,02	25,19	25,64	25,31	25,28	25,30	496,70	24,84	100,00	24,84
5	MLB5	4,87	4,59	4,76	4,60	4,67	4,78	4,62	93,77	4,69	100,00	4,69
6	MLB6	17,37	17,48	17,24	18,00	17,87	16,89	17,02	348,60	17,43	100,00	17,43
7	MLB7	18,66	18,54	19,89	19,99	18,36	19,43	18,54	382,26	19,11	100,00	19,11
8	MLB8	2,68	2,71	2,57	2,73	2,79	2,59	2,67	53,36	2,67	100,00	2,67
											Tiempo básico de ciclo	91,85
											T.A.M	91,85
											TM	0,00
											Tiempo básico de ciclo (min)	1,53

Anexo 4. Cálculo de tiempo estándar y suplementos de los procesos en estudio.

Tabla 111. Cálculo de suplementos de lavado reversa.


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Lavado			
Actividad: Lavado Reserva			
Genero del operario: Hombre			
		Estudio N°	02
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	1	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Concentración intensa	0	
	F. Ruido	0	
	G. Tensión mental	1	
	H Monotonía	0	
	I. Tedio	2	
Total		15	
TB (Tiempo básico de ciclo)		127,51	
T.A.M		71,09	
T.M		56,42	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$		138,17

Tabla 112. Cálculo de suplementos de lavado dirty.


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Lavado			
Actividad: Lavado dirty			
Genero del operario: Hombre			
		Estudio N°	03
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	3	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Concentración intensa	0	
	F. Ruido	0	
	G. Tensión mental	1	
	H Monotonía	0	
	I. Tedio	0	
Total		15	
TB (Tiempo básico de ciclo)		116,15	
T.A.M		48,86	
T.M		67,29	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$		123,48

Tabla 113. Cálculo de suplementos de lavado tinturado reactivo


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Lavado			
Actividad: Tinturado Reactivo			
Genero del operario: Hombre			
		Estudio N°	04
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	3	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Condiciones atmosféricas	0	
	F. Concentración intensa	0	
	G. Ruido	0	
	H. Tensión mental	1	
	I. Monotonía	0	
	J. Tedio	0	
Total		15	
TB (Tiempo básico de ciclo)		120,70	
T.A.M		61,14	
T.M		59,56	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$	129,87	

Tabla 114. Cálculo de suplementos de centrifugado


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Centrifugado			
Actividad: Centrifugado			
Genero del operario: Hombre			
		Estudio N°	05
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	1	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Concentración intensa	0	
	F. Ruido	0	
	G. Tensión mental	1	
	H. Monotonía	0	
	I. Tedio	2	
Total		15	
TB (Tiempo básico de ciclo)		44,09	
T.A.M		26,08	
T.M		18,01	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$	48,00	

Tabla 115. Cálculo de suplementos de proceso secado medio


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Recepción y Clasificación			
Actividad: Lavado Reserva			
Genero del operario: Hombre		Estudio N°	06
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	3	
	D. Mala iluminación	0	
	F. Concentración intensa	0	
	G. Ruido	0	
	H. Tensión mental		
	I. Monotonía	1	
	J. Tedio	2	
	Total		17,00
TB (Tiempo básico de ciclo)		42,89	
T.A.M		6,38	
T.M		36,52	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$		43,98

Tabla 116. Cálculo de suplementos de proceso de neutralizado


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Lavado			
Actividad: Neutralizado			
Genero del operario: Hombre		Estudio N°	07
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	3	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Condiciones atmosféricas	0	
	F. Concentración intensa	0	
	G. Ruido	0	
	H. Tensión mental	1	
	I. Monotonía	0	
	J. Tedio	2	
Total		17	
TB (Tiempo básico de ciclo)		52,46	
T.A.M		24,97	
T.M		27,49	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$		56,701

Tabla 117. Cálculo de suplementos de secado final


SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Recepción y Clasificación			
Actividad: Secado			
Genero del operario: Hombre		Estudio N°	08
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	1	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Concentración intensa	0	
	F. Ruido	0	
	G. Tensión mental	1	
	H. Monotonía	0	
	JI Tedio	0	
	Total		13
TB (Tiempo básico de ciclo)		67,61	
T.A.M		21,57	
T.M		46,04	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$	70,41	

Tabla 118. Cálculo de suplementos de proceso de sandblass



SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Sandblass			
Actividad: Lavado Reserva			
Genero del operario: Hombre		Estudio N°	4
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	3	
	D. Mala iluminación	0	
	F. Concentración intensa	2	
	G. Ruido	0	
	H. Tensión mental	1	
	I. Monotonía	0	
	J. Tedio	2	
	Total		19
TB (Tiempo básico de ciclo)		36,09	
T.A.M		36,09	
T.M		0,00	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$	42,9471	

Tabla 119. Cálculo de suplementos de proceso de manualidades

SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
Proceso: Manualidades			
Actividad: Lijado y motortull		Estudio N°	
Genero del operario: Hombre		10	
Tipo	Detalle	Valor	
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	A. Por necesidades personales	5	
	B. Por fatiga	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	A. Trabajo de pie	2	
	B. Postura anormal	0	
	C. Uso de fuerza/energía muscular	0	
	D. Mala iluminación	0	
	E. Condiciones atmosféricas	0	
	F. Concentración intensa	0	
	G. Ruido	0	
	H. Tensión mental	1	
	I. Monotonía	1	
	J. Tedio	0	
Total		13	
TB (Tiempo básico de ciclo)		1,53	
T.A.M		1,53	
T.M		0,00	
Tiempo estándar	$T.A. M+(T.A.M*S)+T.M$		1,73

Anexo 5. Suplementos por descanso OIT

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. **Ejemplo sin valor normativo**

Figura 45. Suplementos por descanso OIT

Anexo 6. Hísticos de los servicios de lavado últimos cuatro años

Tabla 120. Históricos de servicios principales de lavado

	Mes	Periodo	Reserva	Sucio	Tinturado
2018	en.	1	3.017	11.052	8.485
2018	febr.	2	8.289	16.622	9.271
2018	mzo.	3	9.627	18.296	10.399
2018	abr.	4	8.033	13.018	9.697
2018	my.	5	10.467	20.054	12.308
2018	jun.	6	8.073	19.122	9.973
2018	jul.	7	10.096	23.971	7.776
2018	ag.	8	16.142	34.501	10.157
2018	sept.	9	10.902	21.862	7.653
2018	oct.	10	13.843	28.112	9.640
2018	nov.	11	21.054	40.855	13.597
2018	dic.	12	18.333	39.048	19.003
2019	en.	13	5.876	14.491	5.961
2019	febr.	14	9.132	25.231	10.682
2019	mzo.	15	7.205	23.401	4.318
2019	abr.	16	7.482	24.908	4.047
2019	my.	17	7.129	24.558	5.946
2019	jun.	18	9.617	27.091	8.105
2019	Jul..	19	9.436	29.973	7.294
2019	ag.	20	13.136	26.133	7.892
2019	sept.	21	13.469	24.979	4.954
2019	oct.	22	11.184	25.802	5.228
2019	nov.	23	15.862	25.693	12.176
2019	dic.	24	19.431	47.145	12.028
2020	en.	25	8.413	10.343	7.774
2020	febr.	26	9.821	11.491	3.078
2020	mzo.	27	5.866	9.081	3.007
2020	abr.	28	--	--	--
2020	my.	29	--	--	--
2020	jun.	30	4.309	8.188	955
2020	jul.	31	3.807	7.767	669
2020	ag.	32	6.712	12.006	991
2020	sept.	33	9.209	19.838	411
2020	oct.	34	8.757	18.107	835
2020	nov.	35	10.262	17.216	1.953
2020	dic.	36	16.887	30.126	4.854
2021	en.	37	2.749	10.707	3.920
2021	febr.	38	4.316	13.997	5.536
2021	mzo.	39	2.881	12.684	4.116
2021	abr.	40	2.453	12.476	4.068
2021	my.	41	3.739	14.994	4.941
2021	jun.	42	3.186	22.569	2.875
2021	jul.	43	3.518	29.473	3.332
2021	ag.	44	5.501	23.307	2.353
2021	sept.	45	5.898	26.424	5.060
2021	oct.	46	4.228	27.106	5.421

**Anexo 7. Resultados de todos los modelos de pronósticos con software Crystal Ball-
 Predictor para la serie Reserva**

Tabla 121.Modelo Aditivo de Holt-Winters, “H-W AD”

Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		3.017				
2		8.289				
3		9.627				
4		8.033				
5		10.467				
6		8.073				
7		10.096				
8		16.142				
9		10.902				
10		13.843				
11		21.054				
12		18.333				
13		5.876		3.017		2.859
14		9.132		8.955		177
15		7.205		10.335		-3.130
16		7.482		8.012		-530
17		7.129		10.323		-3.194
18		9.617		7.185		2.432
19		9.436		9.773		-337
20		13.136		15.741		-2.605
21		13.469		9.893		3.576
22		11.184		13.666		-2.482
23		15.862		20.299		-4.437
24		19.431		16.544		2.887
25		8.413		4.067		4.346
26		9.821		8.316		1.505
27		5.866		7.496		-1.630
28	1	4.309		4.363		-54
29	1	3.807		2.687		1.120
30	1	6.712		6.153		559
31	1	9.209		7.127		2.082
32	1	8.757		9.912		-1.155
33	1	10.262		9.023		1.239
34		16.887		12.708		4.179
35		6.670		19.410		-12.740
36		6.392		19.280		-12.887
37		2.881		4.235		-1.354
38		2.453		4.998		-2.545
39		3.739		852		2.887
40		3.186		3.093		93
41		3.518		4.414		-896
42		5.501		5.650		-149
43		5.898		6.687		-789
44		4.228		8.369		-4.141
45			2.150	8.664	15.179	
46			2.134	9.234	16.335	
47			-5.126	2.121	9.369	
48			-2.722	4.839	12.400	
49			-6.154	1.542	9.237	
50			-6.209	1.715	9.639	
51			-5.970	2.281	10.533	
52			-6.819	1.729	10.278	
53			-6.840	2.277	11.394	
54			-5.216	4.287	13.790	
55			-4.406	4.872	14.150	
56			-4.634	4.194	13.022	
57			-349	8.594	17.537	
58				9-857		
59						

Tabla 122. Modelo aditivo estacional de tendencia desechada, “DES-AD-TD

Periodo	Datos					
	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		3.017				
2		8.289				
3		9.627				
4		8.033				
5		10.467				
6		8.073				
7		10.096				
8		16.142				
9		10.902				
10		13.843				
11		21.054				
12		18.333				
13		5.876		3.017		2.859
14		9.132		8.959		173
15		7.205		10.337		-3.132
16		7.482		8.010		-528
17		7.129		10.320		-3.191
18		9.617		7.179		2.438
19		9.436		9.773		-337
20		13.136		15.740		-2.604
21		13.469		9.890		3.579
22		11.184		13.669		-2.485
23		15.862		20.298		-4.436
24		19.431		16.538		2.893
25		8.413		4.070		4.343
26		9.821		8.320		1.501
27		5.866		7.500		-1.634
28	1	4.309		4.369		-60
29	1	3.807		2.691		1.116
30	1	6.712		6.162		550
31	1	9.209		7.130		2.079
32	1	8.757		9.915		-1.158
33	1	10.262		9.028		1.234
34		16.887		12.705		4.182
35		6.724		19.414		-12.690
36		6.497		19.285		-12.789
37		2.881		4.246		-1.365
38		2.453		5.002		-2.549
39		3.739		854		2.885
40		3.186		3.107		79
41		3.518		4.431		-913
42		5.501		5.667		-166
43		5.898		6.705		-807
44		4.228		8.383		-4.155
45			2.188	8.680	15.171	
46			2.179	9.255	16.331	
47			-5.046	2.177	9.399	
48			-2.592	4.945	12.481	
49			-6.097	1.573	9.243	
50			-6.150	1.749	9.648	
51			-5.904	2.323	10.551	
52			-6.753	1.771	10.295	
53			-6.768	2.323	11.415	
54			-5.135	4.340	13.815	
55			-4.322	4.930	14.183	
56			-4.549	4.256	13.060	
57			-239	8.680	17.599	
58			44	9.255	18.467	
59			44	9.255	18.467	

Tabla 123. Modelo Multiplicativo de Holt-Winters, “H-W MULT”

Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		3.017				
2		8.289				
3		9.627				
4		8.033				
5		10.467				
6		8.073				
7		10.096				
8		16.142				
9		10.902				
10		13.843				
11		21.054				
12		18.333				
13		5.876		3.017		2.859
14		9.132		11.431		-2.299
15		7.205		14.032		-6.827
16		7.482		10.506		-3.024
17		7.129		12.032		-4.903
18		9.617		7.097		2.520
19		9.436		8.353		1.083
20		13.136		12.203		933
21		13.469		7.482		5.987
22		11.184		11.416		-232
23		15.862		17.822		-1.960
24		19.431		15.297		4.134
25		8.413		4.480		3.933
26		9.821		9.158		663
27		5.866		8.991		-3.125
28	1	4.309		6.663		-2.354
29	1	3.807		5.663		-1.856
30	1	6.712		11.193		-4.481
31	1	9.209		11.574		-2.365
32	1	8.757		14.403		-5.646
33	1	10.262		9.306		956
34		16.887		9.420		7.467
35		2.749		13.892		-11.143
36		4.316		8.930		-4.614
37		2.881		963		1.918
38		2.453		-53		2.506
39		3.739		-241		3.980
40		3.186		1.041		2.145
41		3.518		2.735		783
42		5.501		5.076		425
43		5.898		8.363		-2.465
44		4.228		12.568		-8.340
45			7.812	14.691	21.569	
46			9.883	17.807	25.730	
47			-3.910	4.874	13.659	
48			-626	11.178	22.982	
49			-891	14.143	29.177	
50			14.085	35.467	56.849	
51			-1.364	24.967	51.298	
52			-18.083	10.148	38.379	
53			-27.819	7.171	42.160	
54			-32.397	8.155	48.706	
55			-27.430	7.515	42.460	
56				5.802		
57				18.169		
58				21.941		
59				19.864		

Tabla 124. Modelo Multiplicativo estacional de tendencia desecheda, “*DES MULT TD*”

Periodo	Datos					
	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		3.017				
2		8.289				
3		9.627				
4		8.033				
5		10.467				
6		8.073				
7		10.096				
8		16.142				
9		10.902				
10		13.843				
11		21.054				
12		18.333				
13		5.876		3.017		2.859
14		9.132		11.430		-2.298
15		7.205		14.028		-6.823
16		7.482		10.502		-3.020
17		7.129		12.027		-4.898
18		9.617		7.096		2.521
19		9.436		8.355		1.081
20		13.136		12.213		923
21		13.469		7.491		5.978
22		11.184		11.429		-245
23		15.862		17.838		-1.976
24		19.431		15.305		4.126
25		8.413		4.485		3.928
26		9.821		9.146		675
27		5.866		8.967		-3.101
28	1	4.309		6.651		-2.342
29	1	3.807		5.647		-1.840
30	1	6.712		11.206		-4.494
31	1	9.209		11.578		-2.369
32	1	8.757		14.405		-5.648
33	1	10.262		9.325		937
34		16.887		9.429		7.458
35		2.749		13.914		-11.165
36		4.316		8.971		-4.655
37		2.881		977		1.904
38		2.453		-43		2.496
39		3.739		-237		3.976
40		3.186		1.044		2.142
41		3.518		2.735		783
42		5.501		5.068		433
43		5.898		8.350		-2.452
44		4.228		12.536		-8.308
45			7.785	14.661	21.537	
46			9.848	17.769	25.689	
47			-3.952	4.819	13.591	
48			-692	11.090	22.871	
49			-964	14.034	29.032	
50			13.576	34.894	56.212	
51			-1.443	24.796	51.034	
52			-17.998	10.110	38.218	
53			-27.670	7.145	41.960	
54			-32.201	8.125	48.451	
55			-27.247	7.479	42.206	
56				5.755		
57				18.063		
58				21.808		
59				19.557		

Tabla 125. Modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “*SARIMA*”.

Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		3.017		7.554		-4.537
2		8.289		6.955		1.334
3		9.627		9.118		509
4		8.033		9.610		-1.577
5		10.467		10.692		-225
6		8.073		8.727		-654
7		10.096		10.253		-157
8		16.142		13.220		2.922
9		10.902		11.686		-784
10		13.843		13.722		121
11		20.565		13.656		6.909
12		18.333		13.271		5.062
13		5.876		12.116		-6.240
14		9.132		8.081		1.051
15		7.205		9.664		-2.459
16		7.482		6.812		670
17		7.129		8.005		-876
18		9.617		7.448		2.169
19		9.436		9.495		-59
20		13.136		11.664		1.472
21		13.469		11.403		2.066
22		11.184		12.301		-1.117
23		15.862		15.810		52
24		19.431		17.591		1.840
25		8.413		11.590		-3.177
26		9.821		9.582		239
27		5.866		7.921		-2.055
28	1	4.309		4.449		-140
29	1	3.807		2.285		1.522
30	1	6.712		6.943		-231
31	1	9.209		7.269		1.940
32	1	8.757		7.444		1.313
33	1	10.262		8.879		1.383
34		16.887		12.623		4.264
35		11.207		14.555		-3.349
36		4.316		12.053		-7.737
37		2.881		3.673		-792
38		2.453		5.246		-2.793
39		3.739		3.251		488
40		3.186		5.543		-2.357
41		3.518		6.407		-2.889
42		5.501		5.326		175
43		5.898		8.279		-2.381
44		4.228		8.080		-3.852
45			2.517	7.006	11.495	
46			5.608	11.023	16.439	
47			2.282	8.070	13.857	
48			-3.137	2.842	8.762	
49			-1.589	4.459	10.455	
50			-2.017	4.059	10.092	
51			142	6.231	12.281	
52			-514	5.578	11.637	
53			-1.351	4.740	10.806	
54			364	6.456	12.524	
55			-380	5.710	11.781	
56			-1.977	4.112	10.185	
57			-1.064	5.917	12.851	
58			-221	7.130	14.422	
59			-345	7.945	14.643	

**Anexo 8. Resultados de todos los modelos de pronósticos con software Crystal Ball-
Predictor para la serie Tinturado.**

Tabla 126. Modelo aditivo de Holt-Winters, “*H-W AD*”.

Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		8.485				
2		9.271				
3		10.399				
4		9.697				
5		12.308				
6		9.973				
7		7.776				
8		10.157				
9		7.653				
10		9.640				
11		13.597				
12		19.003				
13		5.961		8.485		-2.524
14		10.682		8.771		1.911
15		4.318		10.261		-5.943
16		4.047		8.378		-4.331
17		5.946		10.087		-4.141
18		8.105		6.859		1.246
19		7.294		4.807		2.487
20		7.892		7.588		304
21		4.954		5.068		-114
22		5.228		6.959		-1.731
23		12.176		10.498		1.678
24		12.028		16.150		-4.122
25		7.774		3.797		3.977
26		3.078		6.926		-3.848
27		3.007		4.281		-1.274
28	1	955		1.511		-556
29	1	669		3.422		-2.753
30	1	991		2.499		-1.508
31	1	411		-509		920
32	1	835		1.255		-420
33	1	1.953		-771		2.724
34		4.854		3.649		1.205
35		3.920		8.997		-5.077
36		5.536		11.117		-5.581
37		4.116		1.430		2.686
38		4.068		1.296		2.772
39		4.941		834		4.107
40		2.875		1.667		1.208
41		3.332		3.647		-315
42		2.353		3.616		-1.263
43		5.060		2.425		2.635
44		5.421		3.888		1.533
45			-2.135	2.601	7.338	
46			-1.626	3.322	8.269	
47			966	6.110	11.253	
48			4.310	9.065	13.821	
49			-885	3.625	8.135	
50			-1.243	3.081	7.406	
51			-2.126	2.641	7.407	
52			-3.414	1.631	6.675	
53			-2.202	2.828	7.857	
54			-2.814	2.522	7.858	
55			-2.222	3.058	8.337	
56			-2.087	3.615	9.318	
57			-4.119	1.462	7.044	
58			-3.885	2.183	8.251	
59			-1.203	4.971	11.144	

Tabla 127. Modelo aditivo estacional de tendencia desechada, “DES-AD-TD”

Periodo	Datos					
	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		8.485				
2		9.271				
3		10.399				
4		9.697				
5		12.308				
6		9.973				
7		7.776				
8		10.157				
9		7.653				
10		9.640				
11		13.597				
12		19.003				
13		5.961		8.485		-2.524
14		10.682		9.089		1.593
15		4.318		10.250		-5.932
16		4.047		9.096		-5.049
17		5.946		11.127		-5.181
18		8.105		8.052		53
19		7.294		5.346		1.948
20		7.892		7.389		503
21		4.954		4.537		417
22		5.228		6.211		-983
23		12.176		9.789		2.387
24		12.028		15.046		-3.018
25		7.774		3.286		4.488
26		3.078		5.398		-2.320
27		3.007		3.824		-817
28	1	955		821		134
29	1	669		2.629		-1.960
30	1	991		1.674		-683
31	1	411		-1.066		1.477
32	1	835		862		-27
33	1	1.953		-1.012		2.965
34		4.854		3.197		1.657
35		3.920		8.270		-4.350
36		5.536		11.627		-6.091
37		4.116		2.099		2.017
38		4.068		1.829		2.239
39		4.941		944		3.997
40		2.875		945		1.930
41		3.332		2.959		373
42		2.353		2.760		-407
43		5.060		1.871		3.189
44		5.421		3.573		1.848
45			-2.423	2.259	6.942	
46			-1.208	3.569	8.346	
47			1.959	6.860	11.760	
48			5.604	10.153	14.703	
49			-336	3.952	8.240	
50			69	4.094	8.119	
51			-373	3.998	8.369	
52			-1.217	3.346	7.908	
53			386	4.869	9.352	
54			-333	4.467	9.266	
55			100	4.806	9.513	
56			749	5.917	11.086	
57			-1.243	3.839	8.922	
58			-528	5.049	10.626	
59			2.535	8.245	13.954	

Tabla 128. Modelo Multiplicativo de Holt-Winters, “*H-W MULT*”

Datos						
Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		8.485				
2		9.271				
3		10.399				
4		9.697				
5		12.308				
6		9.973				
7		7.776				
8		10.157				
9		7.653				
10		9.640				
11		13.597				
12		19.003				
13		5.961		8.485		-2.524
14		10.682		8.371		2.311
15		4.318		10.175		-5.857
16		4.047		7.696		-3.649
17		5.946		8.108		-2.162
18		8.105		5.804		2.301
19		7.294		4.933		2.361
20		7.892		7.263		629
21		4.954		5.533		-579
22		5.228		6.624		-1.396
23		12.176		8.528		3.648
24		12.028		13.288		-1.260
25		7.774		5.661		2.113
26		3.078		6.835		-3.757
27		3.007		6.218		-3.211
28	1	955		2.364		-1.409
29	1	669		2.237		-1.568
30	1	991		679		312
31	1	411		-1.056		1.467
32	1	835		265		570
33	1	1.953		167		1.786
34		4.854		4.067		787
35		3.920		5.883		-1.963
36		5.536		7.050		-1.514
37		4.116		2.781		1.335
38		4.068		3.339		729
39		4.941		3.846		1.095
40		2.875		3.784		-909
41		3.332		4.278		-946
42		2.353		3.079		-726
43		5.060		2.096		2.964
44		5.421		3.828		1.593
45			-420	3.205	6.829	
46			-14	3.975	7.963	
47			1.155	5.520	9.885	
48			3.617	7.594	11.570	
49			-437	3.339	7.114	
50			-114	3.588	7.290	
51			-28	3.956	7.941	
52			-309	3.628	7.565	
53			805	4.528	8.251	
54			-871	3.609	8.088	
55			-1.577	2.768	7.113	
56			-1.460	3.548	8.556	
57			-2.235	2.625	7.484	
58			-2.193	3.244	8.681	
59			-1.720	4.490	10.700	

Tabla 129. Multiplicativo estacional de tendencia desechada, “DES MULT TD”

Periodo	Datos					
	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		8.485				
2		9.271				
3		10.399				
4		9.697				
5		12.308				
6		9.973				
7		7.776				
8		10.157				
9		7.653				
10		9.640				
11		13.597				
12		19.003				
13		5.961		8.485		-2.524
14		10.682		8.071		2.611
15		4.318		10.327		-6.009
16		4.047		7.192		-3.145
17		5.946		7.391		-1.445
18		8.105		5.479		2.626
19		7.294		5.163		2.131
20		7.892		7.955		-63
21		4.954		5.973		-1.019
22		5.228		6.965		-1.737
23		12.176		8.758		3.418
24		12.028		14.319		-2.291
25		7.774		5.947		1.827
26		3.078		7.369		-4.291
27		3.007		6.168		-3.161
28	1	955		2.153		-1.198
29	1	669		2.146		-1.477
30	1	991		734		257
31	1	411		-803		1.214
32	1	835		918		-83
33	1	1.953		658		1.295
34		4.854		4.860		-6
35		3.920		6.854		-2.934
36		5.536		7.792		-2.256
37		4.116		3.041		1.075
38		4.068		3.833		235
39		4.941		4.412		529
40		2.875		4.330		-1.455
41		3.332		4.693		-1.361
42		2.353		3.325		-972
43		5.060		2.263		2.797
44		5.421		4.544		877
45			22	3.712	7.401	
46			543	4.674	8.806	
47			1.969	6.593	11.217	
48			4.947	9.213	13.479	
49			65	4.115	8.166	
50			639	4.495	8.350	
51			845	5.039	9.234	
52			270	4.699	9.128	
53			1.424	5.966	10.507	
54			-579	4.837	10.253	
55			-1.677	3.774	9.225	
56			-979	4.926	10.831	
57			-2.239	3.712	9.662	
58			-1.786	4.674	11.135	
59			-741	6.593	13.928	

Tabla 130. Modelo autorregresivo integrado de media móvil estacional “SARIMA”.

Periodo	Datos					
	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		8.485				
2		9.271		7.843		1.428
3		10.399		12.005		-1.606
4		9.697		12.281		-2.584
5		12.308		12.481		-173
6		9.973		10.173		-200
7		7.776		8.225		-449
8		10.157		9.402		755
9		7.653		9.591		-1.938
10		9.640		10.550		-910
11		13.597		8.799		4.798
12		19.003		14.094		4.909
13		5.961		8.394		-2.433
14		10.682		12.029		-1.347
15		4.318		9.511		-5.193
16		4.047		7.553		-3.506
17		5.946		8.531		-2.585
18		8.105		8.025		80
19		7.294		7.806		-512
20		7.892		8.637		-745
21		4.954		6.407		-1.453
22		5.228		6.709		-1.481
23		12.176		10.994		1.182
24		12.028		11.992		36
25		7.774		6.694		1.080
26		3.078		7.422		-4.344
27		3.007		3.303		-296
28	1	955		1.561		-606
29	1	669		1.148		-479
30	1	991		2.930		-1.939
31	1	411		1.269		-858
32	1	835		1.011		-176
33	1	1.953		1.145		808
34		4.854		3.691		1.163
35		3.920		5.865		-1.945
36		5.536		4.752		784
37		4.116		5.752		-1.636
38		4.068		1.173		2.895
39		4.941		4.373		568
40		2.875		4.177		-1.302
41		3.332		3.961		-629
42		2.353		2.583		-230
43		5.060		3.147		1.913
44		5.421		3.920		1.501
45			1.648	4.968	8.287	
46			2.005	5.377	8.748	
47			-425	2.998	6.420	
48			1.479	4.952	8.425	
49			-441	3.082	6.605	
50			2.987	6.559	10.130	
51			1.452	5.072	8.692	
52			-45	3.622	7.290	
53			269	3.984	7.698	
54			459	4.220	7.981	
55			2.136	5.943	9.750	
56			2.031	5.883	9.735	
57			-208	4.871	9.951	
58			-320	4.871	10.063	
59			-429	4.871	10.172	

Anexo 9. Resultados de todos los modelos de pronósticos con software Crystal Ball-Predictor para la serie Sucio-Ston.

Tabla 131. Modelo SARIMA

Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		11.052,00		13.579,46		-2.527,46
2		16.622,00		12.918,37		3.703,63
3		18.296,00		16.747,20		1.548,80
4		13.018,00		12.549,13		468,87
5		20.054,00		15.909,00		4.145,00
6		19.122,00		18.813,13		308,87
7		23.971,00		19.524,73		4.446,27
8		34.501,00		30.137,97		4.363,03
9		21.862,00		26.246,25		-4.384,25
10		28.112,00		26.382,17		1.729,83
11		40.855,00		27.765,38		13.089,62
12		39.048,00		23.734,69		15.313,31
13		14.491,00		29.100,63		-14.609,63
14		25.231,00		21.043,47		4.187,53
15		23.401,00		25.009,96		-1.608,96
16		24.908,00		23.210,89		1.697,11
17		24.558,00		26.855,50		-2.297,50
18		27.091,00		23.694,18		3.396,82
19		29.973,00		28.235,52		1.737,48
20		26.133,00		29.684,11		-3.551,11
21		24.979,00		20.878,40		4.100,60
22		25.802,00		25.018,16		783,84
23		25.693,00		34.267,58		-8.574,58
24		47.145,00		35.936,35		11.208,65
25		10.343,00		23.973,94		-13.630,94
26		11.491,00		19.241,16		-7.750,16
27		9.081,00		15.344,77		-6.263,77
28	1	8.188,00		12.746,09		-4.558,09
29	1	7.767,00		7.796,63		-29,63
30	1	12.006,00		15.027,58		-3.021,58
31	1	19.838,00		20.143,71		-305,71
32	1	18.107,00		12.879,88		5.227,12
33	1	17.216,00		16.500,12		715,88
34		30.126,00		25.407,80		4.718,20
35		10.707,00		19.722,45		-9.015,45
36		13.997,00		24.881,98		-10.884,98
37		12.684,00		7.329,25		5.354,75
38		12.476,00		11.204,44		1.271,56
39		14.994,00		12.248,95		2.745,05
40		22.569,00		14.894,94		7.674,06
41		29.473,00		22.387,12		7.085,88
42		23.307,00		23.689,75		-382,75
43		26.424,00		22.560,31		3.863,69
44		27.106,00		28.491,40		-1.385,40
45			15.060,24	25.347,92	35.635,60	
46			15.911,88	27.531,39	39.150,90	
47			6.057,34	18.017,95	29.978,57	
48			-481,13	17.917,12	23.624,78	
49			8.714,06	20.274,20	32.870,63	
50			10.379,00	15.933,25	34.549,51	
51			12.398,61	17.976,34	36.572,97	
52			17.285,32	19.522,56	41.460,74	
53			19.394,67	23.199,25	43.570,39	
54			14.705,18	27.063,01	38.880,97	
55			15.539,00	24.805,04	39.714,81	
56			11.902,53	25.507,42	36.078,35	
57			8.666,71	26.612,17	37.646,18	
58			7.633,79	33.147,15	37.803,32	
59			7.243,92	29.652,17	37.733,36	

Tabla 132. Modelo Multiplicativo estacional

Periodo	Datos					
	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		11.052,00				
2		16.622,00				
3		18.296,00				
4		13.018,00				
5		20.054,00				
6		19.122,00				
7		23.971,00				
8		34.501,00				
9		21.862,00				
10		28.112,00				
11		40.855,00				
12		39.048,00				
13		14.491,00		11.052,00		3.439,00
14		25.231,00		19.636,12		5.594,88
15		23.401,00		25.202,47		-1.801,47
16		24.908,00		17.185,14		7.722,86
17		24.558,00		33.406,39		-8.848,39
18		27.091,00		26.937,05		153,95
19		29.973,00		33.880,27		-3.907,27
20		26.133,00		45.486,01		-19.353,01
21		24.979,00		21.676,31		3.302,69
22		25.802,00		30.348,11		-4.546,11
23		25.693,00		40.254,56		-14.561,56
24		47.145,00		30.363,63		16.781,37
25		10.343,00		12.609,40		-2.266,40
26		11.491,00		16.856,45		-5.365,45
27		9.081,00		13.289,04		-4.208,04
28	1	8.188,00		5.239,91		2.948,09
29	1	7.767,00		5.335,41		2.431,59
30	1	12.006,00		9.383,27		2.622,73
31	1	19.838,00		18.903,13		934,87
32	1	18.107,00		18.017,55		89,45
33	1	17.216,00		11.224,71		5.991,29
34		30.126,00		27.866,83		2.259,17
35		11.038,68		36.828,39		-25.789,71
36		13.997,00		30.244,04		-16.247,04
37		12.684,00		5.092,49		7.591,51
38		12.476,00		12.981,87		-505,87
39		14.994,00		12.295,03		2.698,97
40		22.569,00		15.533,63		7.035,37
41		29.473,00		22.050,09		7.422,91
42		23.307,00		28.786,93		-5.479,93
43		26.424,00		29.060,89		-2.636,89
44		27.106,00		31.377,21		-4.271,21
45			13.729,00	27.879,83	42.030,67	
46			11.700,98	29.575,18	47.449,38	
47			726,99	18.326,50	35.926,01	
48			14.023,73	33.811,34	53.598,95	
49			-3.305,24	16.383,95	36.073,14	
50			-3.801,65	16.494,13	36.789,90	
51			-2.967,14	17.573,23	38.113,59	
52			2.983,47	20.926,52	38.869,57	
53			6.303,59	22.846,74	39.389,89	
54			3.031,57	20.325,47	37.619,36	
55			5.513,75	24.328,87	43.143,99	
56			8.619,94	27.107,78	45.595,63	
57			9.943,55	27.879,83	45.816,12	
58			8.855,45	29.575,18	50.294,91	
59			-2.940,31	18.326,50	39.593,31	

Tabla 133. ModeloTendencia desechada no estacional

		Datos				
Periodo	Nº de evento	Datos históricos	Inferior: 5%	Ajuste y previsión	Superior: 95%	Residuales
1		11.052,00				
2		16.622,00				
3		18.296,00				
4		13.018,00				
5		20.054,00				
6		19.122,00				
7		23.971,00				
8		34.501,00				
9		21.862,00				
10		28.112,00				
11		40.855,00				
12		39.048,00				
13		14.491,00		11.052,00		3.439,00
14		25.231,00		17.220,21		8.010,79
15		23.401,00		20.287,67		3.113,33
16		24.908,00		15.551,22		9.356,78
17		24.558,00		24.214,82		343,18
18		27.091,00		23.342,51		3.748,49
19		29.973,00		28.843,55		1.129,45
20		26.133,00		39.570,02		-13.437,02
21		24.979,00		24.593,68		385,32
22		25.802,00		30.910,70		-5.108,70
23		25.693,00		42.765,06		-17.072,06
24		47.145,00		37.988,41		9.156,59
25		10.343,00		13.344,24		-3.001,24
26		11.491,00		20.730,67		-9.239,67
27		9.081,00		18.292,38		-9.211,38
28	1	8.188,00		10.706,19		-2.518,19
29	1	7.767,00		9.266,25		-1.499,25
30	1	12.006,00		11.047,85		958,15
31	1	19.838,00		19.549,44		288,56
32	1	18.107,00		17.941,41		165,59
33	1	17.216,00		8.503,96		8.712,04
34		30.126,00		23.362,76		6.763,24
35		10.794,82		31.162,92		-20.368,10
36		17.804,73		39.228,97		-21.424,24
37		12.684,00		3.046,56		9.637,44
38		12.476,00		9.440,48		3.035,52
39		14.994,00		9.151,91		5.842,09
40		22.569,00		11.507,25		11.061,75
41		29.473,00		16.378,13		13.094,87
42		23.307,00		20.722,75		2.584,25
43		26.424,00		24.339,13		2.084,87
44		27.106,00		27.718,09		-612,09
45			12.179,63	26.414,33	40.649,03	
46			13.646,36	28.857,30	44.068,24	
47			6.294,84	21.603,23	36.911,63	
48			16.646,72	32.672,06	48.697,40	
49			141,17	16.104,50	32.067,83	
50			1.502,92	17.445,10	33.387,29	
51			2.166,60	18.064,08	33.961,56	
52			6.039,88	22.073,08	38.106,28	
53			9.732,00	26.059,74	42.387,48	
54			5.594,07	22.750,31	39.906,56	
55			7.875,85	25.661,73	43.447,61	
56			10.345,73	27.298,53	44.251,33	
57			9.397,25	26.414,33	43.431,41	
58			11.158,79	28.857,30	46.555,81	
59			4.257,67	21.603,23	38.948,80	