

DESARROLLO DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA **TEINCOL LTDA.**

AUTORES

NÉSTOR FERNANDO GUTIERREZ LEMUS.
CARLOS EDUARDO GUERRERO VARGAS.

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2013.

DESARROLLO DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA **TEINCOL LTDA.**

AUTORES

NÉSTOR FERNANDO GUTIERREZ LEMUS. COD: 062091191

CARLOS EDUARDO GUERRERO VARGAS. COD: 062091181

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL.

DIRECTOR

HERNANDO CASTRO PIÑERES

INGENIERO INDUSTRIAL.

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2013.

HOJA DE ACEPTACIÓN.

El proyecto de grado titulado, DESARROLLO DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA TEINCOL LTDA. Realizado por los estudiantes Néstor Fernando Gutiérrez Lemus con código 062091191 y Carlos Eduardo Guerrero Vargas con código 062091181, cumple con todos los requisitos establecidos por la Universidad Libre para optar por el título de Ingeniero Industrial.

Firma del Director

Firma de jurado Número 1.

Firma de jurado Número 2.

Bogotá D.C. Octubre del 2013.

DEDICATORIA.

Queremos dedicar este nuevo paso dado en la vida principalmente a Dios, el cual permitió durante la carrera y el proyecto, que los objetivos emprendidos se cumplieran de la manera más adecuada.

A nuestra familia, nuestros padres y hermanos, quienes apoyaron este proceso en gran forma de inicio a fin.

A nuestros compañeros, que estuvieron junto a nosotros haciendo lo mejor posible para cumplir con el plan de estudios establecido por la universidad.

Finalmente agradecemos a todo el grupo que conforma la Universidad Libre Sede Bosque popular Bogotá, directivas, docencia, biblioteca, mantenimiento, hicieron de la universidad un sitio agradable de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos a Dios, a nuestros padres, hermanos y abuelos.

Al señor Elkin Didacio González zarate, quien nos abrió las puertas de su organización, para poder desarrollar nuestro proyecto.

Al operario de TEINCOL LTDA, Jefferson Pinilla, el cual se encargó de atendernos y proporcionar la información que se requería debidamente, en cada una de las visitas realizadas a la empresa.

A nuestro director, Ingeniero Hernando Castro Piñeres, quien nos despejó cada una de las dudas presentadas a lo largo del proyecto.

A nuestros jurados, que mediante revisión y apoyo permitieron afianzar mayor las ideas, logrando mejores resultados.

A la Universidad Libre de Colombia seccional Bogotá Bosque popular, por incluirnos en el grupo de profesionales, el conformamos orgullosamente.

RESUMEN.

La planeación, programación y el control de la producción, hace referencia a la vigilancia y monitoreo que se debe dar a la fabricación de productos, buscando de esta manera que se cumpla lo que se ha trazado inicialmente en los objetivos.

El cuerpo principal del siguiente proyecto es buscar y aplicar la herramienta de producción con mayor acople posible a la situación actual, la cual permita la planeación, programación y el control de la producción en la empresa TEINCOL LTDA, obteniendo como resultado una mayor productividad y beneficio para la misma.

Para obtener los datos correspondientes que requería la elaboración del proyecto, se realizó una secuencia de visitas en las cuales se obtenía información por medio de interacción directa con los trabajadores y directivas de la empresa. Por otro lado se contó con asesoría profesional en el tema, la cual despejó dudas y permitió una mejor solución a la problemática.

En el presente proyecto se manejó una cadena de pasos para poder llegar a planear, controlar y programar la producción. Inicialmente es necesario tener conocimiento de las demandas anteriores, de éstas se parte para buscar un estudio de tiempos y poder llegar a escoger un pronóstico coherente, para finalizar se emplea la herramienta que permita la mejora continua de la producción.

Palabras claves: planeación, programación, control, pronostico, demanda.

ABSTRACT.

The planning, scheduling and control of production refers to the surveillance and monitoring to be given to the manufacture of products, thereby seeking to fulfill what it has set the objectives initially.

The main body of the next project is to search and apply more production tool can attach to the current situation, which allows planning, scheduling and control of production in the company TEINCOL LTDA, resulting in higher productivity and benefit for it.

For data that required the development of the project, we conducted a series of visits in which information was obtained, through direct interaction with workers and your organization's policies, on the other hand had professional advice on the subject who doubted cleared and allowed a better solution to the problem.

In this project managed a chain of steps to get to plan and schedule production control, initially you need to have prior knowledge of the demands of these are part to find a time study and can get to choose a consistent prognosis , to complete the tool is used to enable continuous improvement of production.

Keywords: planning, programming, control, forecast, demand.

CONTENIDO.

	Pág.
1. GENERALIDADES.	25
1.1. El problema.	25
1.1.1. Descripción del problema.	25
1.1.2. Formulación del problema.	27
1.1.3. Delimitación del proyecto.	27
1.2. OBJETIVOS.	28
1.2.1. Objetivo general.	28
1.2.2. Objetivos específicos.	28
1.3. MARCO METODOLOGICO.	28
1.3.1. Tipo de investigación.	28
1.3.2. Marco legal y normativo.	32
1.4. MARCO REFERENCIAL.	33
1.4.1. Antecedentes.	33
1.4.2. Marco teórico.	40
1.4.2.1. Requerimientos de recursos.	40

1.4.2.2. Asignación de costos de mano de obra directa.	41
1.4.2.3. Tiempo improductivo.	41
1.4.2.4. Requerimientos de procesamiento.	42
1.4.2.5. Pronósticos.	42
1.4.2.5.1. Elementos de pronósticos.	42
1.4.2.5.2. Pronósticos de demanda.	43
1.4.2.5.3. Pronósticos de demanda de varios artículos.	43
1.4.2.5.4. Tipos de métodos de pronósticos.	43
1.4.2.6. Planeación de la producción.	44
1.4.2.6.1. Meta de la planeación de la producción.	46
1.4.2.6.2. Planeación de requerimiento de materiales (mrp).	46
1.4.2.6.3. Listado de materiales y partes.	49
1.4.2.6.4. Planeación personalizada.	49
1.4.2.6.5. Planeación operativa.	50
1.4.2.6.6. Planeación estratégica.	50
1.4.2.6.7. Planeación sistémica.	52
1.4.2.6.8. Planeación táctica.	52
1.4.2.7. Programación de producción.	53

1.4.2.7.1. Control de producción.	54
1.4.2.7.2. Ventajas del control de la producción.	55
1.4.3. Marco conceptual.	56
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.	61
2.1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.	61
2.1.1. Historia de la organización.	61
2.1.2. Misión.	62
2.1.3. Visión.	62
2.1.4. Principios de la organización.	62
2.1.5. Actividad económica.	63
2.1.6. Productos elaborados.	64
2.1.7. Proceso de fabricación del producto.	66
2.1.8. Diagrama proceso de fabricación.	67
2.1.9. Organigrama funcional.	69
2.1.9.1. Departamento de finanzas.	70
2.1.9.2. Inversiones.	70
2.1.9.3. Financiamiento.	70
2.1.9.4. Departamento comercial.	70

2.1.9.5. Departamento de producción.	71
2.1.10. Materia prima.	71
2.1.11. Distribución de planta.	72
2.1.12. Turnos trabajados.	74
2.1.13. Costos de mano de obra.	76
2.1.14. Capacidad instalada.	78
2.1.15. Análisis de los factores del sistema.	81
2.1.16. Fuentes de información.	81
2.1.17. Lista de chequeo.	82
2.1.18. Matriz dofa.	84
2.2. IDENTIFICAR LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA, QUE DETERMINEN EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	86
2.2.1. Clasificación abc de los productos.	86
2.2.2. Estudio de tiempos y movimientos.	88
2.2.3. Tiempo normal del proceso.	89
2.2.3.1. Factor de calificación.	89
2.2.4. Tiempo estándar del proceso.	90
2.2.5. Observación del estudio de tiempos y movimientos.	90
2.2.6. Diagrama de flujo del proceso.	90

2.2.7. Promedio móvil simple.	94
2.2.8. Pronostico winter.	107
2.2.9. Selección de la técnica de pronóstico adecuada.	111
2.3. APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA PARA UN PROGRAMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	112
2.3.1. Plan maestro de producción (mps).	112
2.3.2. Planificación de los requerimientos de material (mrp).	117
2.3.3. Mrp con el modelo lote por lote.	118
2.4. VALIDAR EL DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE UNA SIMULACIÓN, PARA VERIFICAR LOS DATOS REALES CON LOS DATOS ESTIMADOS.	122
2.4.1. Elementos predeterminados (objetos del sistema).	123
2.4.1.1. Locaciones (location).	123
2.4.1.2. Entidades (entities).	124
2.4.1.3. Recursos (resources).	124
2.4.1.4. Red de rutas (path network).	125
2.4.2. Funcionamientos del sistema.	126
2.4.2.1. Procesos (processing).	126
2.4.2.2. Llegadas (arrivals).	127

2.4.2.3. Turnos o jornada laboral (shifts).	127
2.4.3. Prueba de bondad de ajuste de los datos de la simulación.	128
2.4.3.1. Elaboración de pieza a tubo (recepción de material).	128
2.4.3.2. Transporte de materia prima (área de corte).	129
2.4.3.3. Corte de pieza según el plano (corte).	131
2.4.3.4. Transporte de mp (área de torno).	133
2.4.3.5. Hacer roscado de la pieza uno (torno).	134
2.4.3.6. Transporte área de ensamble.	136
2.4.3.7. Elaboración de pieza b campana (recepción de material pieza b).	138
2.4.3.8. Transporte de mp (área de torno).	140
2.4.3.9. Hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).	142
2.4.3.10. Transporte área de ensamble.	144
2.4.3.11. Ensamble de piezas a y b (ensamble entre piezas a y b).	146
2.4.3.12. Transporte área de soldadura.	148
2.4.3.13. Soldar en plata pieza a y b.	150
2.4.3.14. Transporte área de limpieza.	152
2.4.3.15. Limpieza de la pieza ensamblada en acido.	154
2.4.3.16. Transporte área de torno (rosca exterior).	156

2.4.3.17. Hacer rosca externa de la pieza.	158
2.4.3.18. Transporte área esmeril.	160
2.4.3.19. Brillo de la pieza, esmerilado.	162
2.4.3.20. Transporte almacén producto terminado.	164
2.4.4. Simulación actual del proceso.	167
2.4.5. Análisis de resultados.	168
2.4.5.1. Locaciones.	168
2.4.5.2. Estados múltiples.	168
2.4.5.3. Estados simples.	169
2.4.5.4. Recursos.	169
2.4.5.5. Recursos de estados.	170
2.4.5.6. Llegadas fallidas.	171
2.4.5.7. Actividad de entidad.	171
2.4.5.8. Estados de entidad.	172
2.4.5.9. Variables.	173
2.4.6. Simulación propuesta.	173
2.4.7. Análisis de resultados.	174
2.4.7.1. Locaciones.	174

2.4.7.2. Estados múltiples.	175
2.4.7.3. Estados simples.	175
2.4.7.4. Recursos.	176
2.4.7.5. Recursos de estados.	176
2.4.7.6. Llegadas fallidas.	177
2.4.7.7. Actividad de entidad.	177
2.4.7. 8. Estados de entidad.	178
2.4.7.9. Variables.	178
2.4.8. Validación del modelo actual vs modelo propuesto.	179
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	182
3.1.1. CONCLUSIONES.	182
3.1.2. Recomendaciones.	184
3.2. Material complementario.	185
3.2.1. Bibliografía.	185
3.2.2. Cibergrafía.	187
3.3. Anexos.	188

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Horas productivas * mes.	76
Tabla 2. Capacidad y costos de mano de obra.	77
Tabla 3. Horarios de trabajo	78
Tabla 4. Horarios centros de trabajo por área	79
Tabla 5. Número de paradas por mantenimiento.	79
Tabla 6. Clasificación abc.	87
Tabla 7. Toma de tiempos de las actividades, elaboración boca para oxígeno.	88
Tabla 8. Tiempo normal, fabricación boca para oxígeno.	89
Tabla 9. Promedio móvil simple 2011.	95
Tabla 10. Promedio móvil simple 2012.	97
Tabla 11. Promedio móvil simple 2013.	99
Tabla 12. Promedio móvil ponderado (año 2011).	101
Tabla 13. Promedio móvil ponderado, año 2011 (winqsb).	102
Tabla 14. Promedio móvil ponderado año 2012.	103
Tabla 15. Promedio móvil ponderado, año 2012 (winqsb).	104
Tabla 16. Promedio móvil ponderado año 2013.	105
Tabla 17. Promedio móvil ponderado, año 2013(winqsb).	106
Tabla 18. Promedio de las demandas de dos años y sumatoria del promedio.	108
Tabla 19. Pronostico winter, bocas para oxígeno (winqsb).	110
Tabla 20. Diseño del mps bocas para oxígeno.	114
Tabla 21. Datos recopilados del diseño mps.	114
Tabla 22. Observación capacidad.	115
Tabla 23. Mps requerido para respetar la capacidad instalada.	115
Tabla 24. Capacidad con el nuevo mps.	116
Tabla 25. Lista de materiales (b.p.o, p.a, p.b).	119
Tabla 26. Mrp (bocas para oxígeno producto) modelo lote por lote.	120
Tabla 27. Mrp (pieza a tubo, pieza b campana) modelo lote por lote.	121
Tabla 28. Análisis de los resultados de las locaciones.	168
Tabla 29. Análisis de los resultados de los estados múltiples.	169
Tabla 30. Análisis de resultados localización estado simple.	169
Tabla 31. Análisis de resultados de recursos.	170
Tabla 32. Análisis de recursos de estados.	171
Tabla 33. Análisis de llegadas fallidas.	171
Tabla 34. Análisis de actividad de entidad.	172
Tabla 35. Análisis de estados de entidad.	172
Tabla 36. Análisis de variables.	173

Tabla 37. Análisis de resultados locaciones.	175
Tabla 38. Análisis de resultados estados múltiples.	175
Tabla 39. Análisis de resultados estados simples.	176
Tabla 40. Análisis de resultados recursos.	176
Tabla 41. Análisis de resultados recursos de estados.	177
Tabla 42. Análisis de resultados llegadas fallidas.	177
Tabla 43. Análisis de resultados actividad de entidad.	178
Tabla 44. Análisis de resultados estados de entidad.	178
Tabla 45. Análisis de resultados variables.	179

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Cuadro metodologico.	30
Cuadro 2. Marco legal normativo.	32
Cuadro 3. Trabajadores, fabricación de productos.	75
Cuadro 4. Lista de chequeo manejo adecuado de la maquinaria.	83
Cuadro 5. Diagrama de flujo “elaboración pieza a tubo”.	91
Cuadro 6. Diagrama de flujo “elaboración pieza b campana”.	92
Cuadro 7. Diagrama de flujo “ensamble entre piezas a-b”.	93
Cuadro 8. Plan maestro de producción (mps).	113
Cuadro 9. Producción sistema actual teicol ltda.	167
Cuadro 10. Producción sistema propuesto teicol ltda.	174

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama causa y efecto, componentes de análisis del proyecto.	27
Figura 2. Formato planeación requerida.	45
Figura 3. Formato necesidades de materia prima.	46
Figura 4. Estructura por partes mrp.	48
Figura 5. Proceso de fabricación productos teicol ltda.	67
Figura 6. Organigrama funcional teicol ltda.	69
Figura 7. Distribucion de planta teicol ltda.	72
Figura 8. Matriz dofa de teicol ltda.	84
Figura 9. Ecuación promedio móvil ponderada.	100
Figura 10. Sub ensamblés de los materiales físicos para la producción de bocas para oxígeno.	118
Figura 11. Locaciones del sistema de simulación.	123
Figura 12. Entidades del sistema de simulación.	124
Figura 13. Recursos del sistema de simulación.	125
Figura 14. Red de rutas del sistema de simulación.	126
Figura 15. Procesos del sistema de simulación.	126
Figura 16. Llegadas del sistema de simulación.	127
Figura 17. Turnos o jornada laboral del sistema de simulación.	127
Figura 18. Tiempos ingresados, recepción de material.	128
Figura 19. Estadística descriptiva del proceso recepción de material.	128
Figura 20. Ajuste recepción de material.	129
Figura 21. Tiempos ingresados, transporte de materia prima (área de corte).	130
Figura 22. Estadística descriptiva de transporte de materia prima (área de corte).	130
Figura 23. Ajuste transporte de mp (área de corte).	130
Figura 24. Tiempos ingresados, corte de pieza según el plano.	131
Figura 25. Estadística descriptiva, corte de pieza según el plano.	132
Figura 26. Ajuste, corte de pieza según el plano.	132
Figura 27. Tiempos ingresados, transporte de mp (área de torno).	133
Figura 28. Estadística descriptiva, transporte mp (área de torno).	133
Figura 29. Ajuste, transporte de mp (área de torno).	134
Figura 30. Tiempos ingresados, hacer roscado de pieza uno (torno).	135
Figura 31. Estadística descriptiva, hacer roscado de la pieza uno (torno).	135
Figura 32. Ajuste, hacer roscado de la pieza uno (torno).	136
Figura 33. Tiempos ingresados, transporte área de ensamble.	137
Figura 34. Estadística descriptiva, transporte área de ensamble.	137
Figura 35. Ajuste, área de ensamble.	137

Figura 36. Tiempos ingresados, recepción de material (pieza b).	138
Figura 37. Estadística descriptiva, recepción de material.	139
Figura 38. Ajuste, recepción de material pieza b.	139
Figura 39. Tiempos ingresados, transporte de mp (área de torno).	140
Figura 40. Estadística descriptiva, transporte de mp (área de torno).	141
Figura 41. Ajuste, transporte de mp (área de torno).	141
Figura 42. Tiempos ingresados, hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).	142
Figura 43. Estadística descriptiva, hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).	143
Figura 44. Ajuste, hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).	143
Figura 45. Tiempos ingresados, transporte área de ensamble.	144
Figura 46. Estadística descriptiva, transporte área de ensamble.	145
Figura 47. Ajuste, transporte área de ensamble.	145
Figura 48. Tiempos ingresados, ensamble entre piezas a y b.	146
Figura 49. Estadística descriptiva, ensamble entre piezas a y b.	147
Figura 50. Ajuste, ensamble entre piezas a y b.	147
Figura 51. Tiempos ingresados, área de soldadura.	148
Figura 52. Geometría descriptiva, área de soldadura.	149
Figura 53. Ajuste, área de soldadura.	149
Figura 54. Tiempos ingresados, soldar en plata pieza a y b.	150
Figura 55. Estadística descriptiva, soldar en plata pieza a y b.	151
Figura 56. Ajuste, soldar en plata pieza a y b.	151
Figura 57. Tiempos ingresado, transporte área de limpieza.	152
Figura 58. Estadística descriptiva, transporte área de limpieza.	153
Figura 59. Ajuste, transporte área de limpieza.	153
Figura 60. Tiempos ingresados, limpieza de la pieza ensamblada en acido.	154
Figura 61. Estadística descriptiva, limpieza de la pieza ensamblada en acido.	155
Figura 62. Ajuste, limpieza de la pieza ensamblada en acido.	155
Figura 63. Tiempos ingresados, transporte área de torno (rosca exterior).	156
Figura 64. Estadística descriptiva, transporte área de torno (rosca exterior).	157
Figura 65. Ajuste, transporte área de torno (rosca exterior).	157
Figura 66. Tiempos ingresados, hacer rosca externa de la pieza.	158
Figura 67. Estadística descriptiva, hacer rosca externa de la pieza.	159
Figura 68. Ajuste, hacer rosca externa de la pieza.	159
Figura 69. Tiempos ingresados, transporte área esmeril.	160
Figura 70. Estadística descriptiva, transporte área esmeril.	161
Figura 71. Ajuste, transporte área esmeril.	161
Figura 72. Tiempos ingresados, brillo de la pieza esmerilado.	162
Figura 73. Estadística descriptiva, brillo de la pieza esmerilado.	163
Figura 74. Ajuste, brillo de la pieza esmerilado.	163

Figura 75. Tiempos ingresados, transporte almacén producto terminado.	164
Figura 76. Estadística descriptiva, transporte almacén producto terminado.	165
Figura 77. Ajuste, transporte almacén producto terminado.	165
Figura 78. Simulación del sistema de producción actual teincol Ltda.	167
Figura 79. Simulación sistema de producción propuesto teincol Ltda.	174
Figura 80. Formula prueba t de student.	180
Figura 81. Aprobación del modelo de simulación.	181

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfico 1. Checklist teincol ltda.	83
Gráfico 2. Comparación entre demanda real y promedio móvil simple año 2011.	96
Gráfico 3. Comparación entre demanda real y promedio móvil simple año 2012.	98
Gráfico 4. Comparación entre demanda real y promedio móvil simple año 2013.	99
Gráfico 5. Comparación entre demanda real y promedio móvil ponderado año 2011.	102
Gráfico 6. Comparación entre demanda real y promedio móvil ponderado año 2012.	104
Gráfico 7. Comparación entre demanda real y promedio móvil ponderado año 2013.	107
Gráfico 8. Promedio para las bocas para oxígeno.	109
Gráfico 9. Pronostico winter, bocas para oxígeno.	111
Gráfico 10. Gráfico de distribuciones, recepción de material.	129
Gráfico 11. Gráfico de distribuciones, transporte de materia prima (área de corte).	131
Gráfico 12. Gráfico de distribuciones, corte de pieza según el plano.	132
Gráfico 13. Gráfico de distribuciones, transporte de mp (área de torno).	134
Gráfico 14. Gráfico de distribuciones, hacer roscado de la pieza uno (torno).	136
Gráfico 15. Gráfico de distribuciones, transporte área de ensamble.	138
Gráfico 16. Gráfico de distribuciones, recepción de material pieza b.	140
Gráfico 17. Gráfico de distribuciones, transporte de mp (área de torno).	142
Gráfico 18. Gráfico de distribuciones, roscado interno de la pieza 2 (torno).	144
Gráfico 19. Gráfico de distribuciones, transporte área de ensamble.	146
Gráfico 20. Gráfico de distribuciones, ensamble entre piezas a y b.	148
Gráfico 21. Gráfico de distribuciones, transporte área de soldadura.	150
Gráfico 22. Gráfico de distribuciones, soldar en plata pieza a y b.	152
Gráfico 23. Gráfico de distribuciones, transporte área de limpieza.	154
Gráfico 24. Gráfico de distribuciones, limpieza de la pieza ensamblada en acido.	156
Gráfico 25. Gráfico de distribuciones, transporte área de torno (rosca exterior).	158
Gráfico 26. Gráfico de distribuciones, hacer rosca externa de la pieza.	160
Gráfico 27. Gráfico de distribuciones, transporte área esmeril.	162
Gráfico 28. Gráfico de distribuciones, brillo de la pieza esmerilado.	164
Gráfico 29. Gráfico de distribuciones, transporte almacén producto terminado.	166

INTRODUCCIÓN.

TEINCOL LTDA es una organización representativa del municipio de Sibaté Cundinamarca. Se clasifica como operadora del sector metalmecánico, con gran capacidad de realizar diferentes labores de exigencia técnica como profesional.

La empresa dio inicio a sus labores en el año 2008 como sociedad de responsabilidad limitada, desde esa fecha ha venido creciendo en instalaciones y recurso humano, por lo tanto ha logrado aumentar sus productos y servicios.

Los directivos de TEINCOL LTDA ven necesario optar por un buen manejo de los recursos empleados en la producción, optimización de tiempos y procesos que se llevan a cabo, todo esto mediante una buena aplicación de planeación, programación y control de la producción.

La opinión del principal propietario Don Elkin Didacio Zarate, es que al implementar esta serie de sistemas, la empresa se fortalece para competir en el mercado el cual está integrado tanto por empresas de nivel nacional que tienen amplio tiempo de trayectoria, como por empresas internacionales que ofrecen sus servicios en el país.

La organización se dedica básicamente a la fabricación de bocas para oxígeno, también bandas transportadoras para maquinaria pesada. Paralelamente ofrece servicio de diseño y elaboración de piezas por especificación, soldaduras especiales, reparación de mangueras de llenado, bombas centrifugas, bombas de vapor etc.

El sistema de producción de TEINCOL LTDA, consiste en realizar el correspondiente mecanizado de los diferentes materiales con los que trabaja la empresa como lo son: latón, hierro, aleaciones de magnesio, aluminio y aleaciones de zinc. Estos proveen características de resistencia, dureza, densidad y rendimiento ante la corrosión.

Para transformar los materiales anteriormente nombrados en un producto terminado, se emplea maquinaria como torno paralelo, fresadora, prensa hidráulica, equipos de soldadura, equipos de calibración etc.

El presente proyecto está conformado por un análisis minucioso del área de producción de la empresa, este trata de buscar a cabalidad que el empleo de la planta se asimile a su capacidad instalada, también que aumente la productividad y que se aproveche al máximo los recursos con los que se cuentan.

JUSTIFICACIÓN.

El mercado de bocas para oxígeno en Colombia es exclusivo, debido a que su fabricación requiere de gran conocimiento tanto del diseñador como del fabricante.

Las organizaciones se centran en cumplir con las diferentes exigencias del cliente, por lo tanto cada una de estas se empeñan a diario en mejorar calidad, cumplimiento y comodidad financiera para el cliente.

Una boca para oxígeno sirve como unión entre la manguera de llenado y el tanque de oxígeno, esta debe cumplir con características fundamentales referentes a resistencia del material, resistencia a la corrosión, ligereza del material y aislación de calor.

Debido a la exclusividad ya nombrada, pero con gran presencia de competidores en el mercado, se hace necesario resolver las diferentes problemáticas que afronta en la actualidad la organización como: control de entrada de materia prima, relación de los productos terminados y finalmente manejo de demora e incumplimiento con el cliente¹.

Las fallas anteriormente nombradas son de gran importancia, porque pueden traer diversas dificultades para la empresa, la más importante y la que se debe evitar a cabalidad es la pérdida de posesión en el mercado, esta es ocasionada por la ineficiencia del proceso de producción, la falta de calidad del producto y retraso en los pedidos.

Si no se resuelve la problemática a tiempo, la empresa puede verse enfrentada a crisis internas como externas tales como: alto endeudamiento, deficiencia organizacional administrativa, problemas con proveedores y baja rotación de cartera, estas dificultades nacen en la mayoría de los casos a raíz de la inconformidad del cliente².

El presente proyecto es una relación técnica y analítica, donde se deberá observar el enfoque actual de la empresa, partiendo de este se creará una propuesta con el fin de mejorar la productividad de la organización.

¹ TEINCOL LTDA. "Departamento de producción". Fecha: septiembre de 2012.

² TEINCOL LTDA. "Departamento de finanzas". Fecha: septiembre de 2012.

1. GENERALIDADES.

1.1. EL PROBLEMA.

1.1.1. Descripción del problema.

TEINCOL LTDA actualmente se encuentra etapa de evolución organizacional, por esto se interesa plenamente en el proceso de crecimiento competitivo en el cual la calidad juega un papel fundamental, como también poder brindar un servicio óptimo al cliente. Estos aspectos son claves para enfrentar dichos niveles de competencia que se presentan a diario.

Para comenzar se deben identificar las debilidades que se están presentando en la organización, que de una u otra manera impiden que la empresa crezca de manera adecuada en el mercado. Según el diagnóstico realizado no se está llevando de manera precisa el control de la materia prima en cuanto a las entradas, como también no se lleva una buena relación de los productos terminados que salen a suplir los diferentes pedidos por las fábricas³.

Lo anterior lleva a establecer posibles problemáticas que se están presentando, las cuales se deben solucionar en el lapso de tiempo más corto posible, los problemas que se presentan son los siguientes:

Algunas actividades productivas como son: manejo de materiales, administración de las demoras, compras, no son supervisadas y no tienen ningún tipo de control.

No hay manejo adecuado de la planeación de producción, debido a que no se le cumple al cliente en las fechas establecidas en el contrato, hay presencia de productos defectuosos en los pedidos, generando pérdidas significativas del 5% para la empresa.

No hay programación y control del proceso de producción, debido a que no se realiza una gestión a corto plazo, para administrar los recursos involucrados en el proceso de elaboración los productos ofrecidos⁴.

³TEINCOL LTDA. "Departamento de Producción" Fecha: Septiembre de 2012.

⁴Ibíd., "Departamento de Producción".

Por la falta de un buen manejo o administración de los recursos de producción, se está cayendo en un bajo nivel de servicio al cliente.

De igual forma afecta la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda que genera el mercado, debido a que no se cuenta con el dato de los materiales necesarios, cantidad de mano de obra a emplear, tiempo para elaboración de los productos, lo que crea un inadecuado clima organizacional, desinformación y discordia entre sus departamentos.

El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis, que “representada gráficamente muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado”.⁵

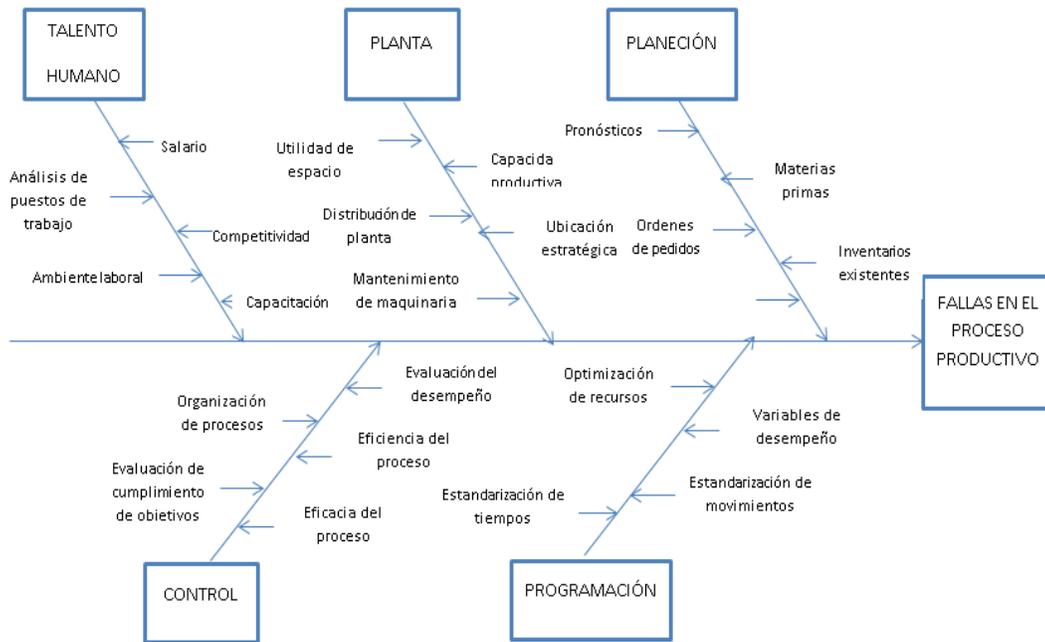
El diagrama nombrado anteriormente se utilizara en el proyecto, identificando las diferentes causas y efectos que le dan origen a las principales fallas del proceso productivo. Se realizara mediante la incorporación de las diferentes opiniones del grupo que labora en la empresa.

Debe quedar claro que el diagrama causa-efecto, no es una herramienta que resolverá la problemática, únicamente permitirá explicarlo y se analizarán las causas para posteriormente corregir y solucionar.

La figura 1 que se muestra a continuación, es una representación gráfica de las relaciones causa y efecto, entre las diferentes variables que interrelacionan en el proceso productivo de la empresa.

⁵Tomado de:<http://www.slideshare.net/jcfdzmxcal/diagrama-de-pescado-o-causa-efecto-1103180>.Fecha: Septiembre de 2012.

Figura 1. Diagrama causa y efecto, componentes de análisis del proyecto.



Fuente: Los Autores, Septiembre de 2012

1.1.2. Formulación del problema.

¿Qué herramientas de ingeniería se pueden utilizar en TEINCOL LTDA para optimizar el proceso de producción, para que responda de una mejor manera ante los nuevos retos del mercado?

1.1.3. Delimitación del proyecto.

Espacio del proyecto: Este proyecto tendrá como espacio, primordialmente las instalaciones de empresa TEINCOL LTDA, la cual está situada en la CLL 6 N70-43 barrio San Rafael Sibaté Cundinamarca, también lugares de consulta y establecimientos de trabajo y dialogo de la temática.

Tiempo: El proyecto tendrá alrededor de diez (10) meses de ejecución, luego de la aprobación del plan de acciones a realizar.

Temática: Recolección y análisis de hechos actuales referentes a la producción, con el fin de poder aplicar de manera adecuada la planeación, programación y proporcionalmente el control de la producción, buscando el mejor resultado posible.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo general.

Desarrollar un sistema de planeación, programación y control de producción mediante herramientas de ingeniería, para mejorar el proceso productivo actual de TEINCOL LTDA.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Elaborar un diagnóstico mediante observación directa del proceso, donde se identifiquen los puntos críticos que afectan negativamente el proceso de producción de la empresa TEINCOL LTDA.
- Identificar las herramientas de ingeniería mediante clasificación, utilización y selección, las cuales determinen el mejoramiento del proceso de producción.
- Emplear los instrumentos de ingeniería mediante aplicativos y hojas de excel, para un programa de planeación, programación y control del proceso de producción.
- Validar el desarrollo del procedimiento de planeación, programación y control de la producción a través de una simulación, para verificar los datos reales con los datos estimados.

1.3. MARCO METODOLOGICO.

1.3.1. Tipo de investigación.

La propuesta tiene un enfoque investigativo de tipo mixto, se llevará a cabo tanto investigación cualitativa como investigación cuantitativa, debido a los análisis y pruebas que se deben tener en cuenta para la toma de decisiones final.

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, también se entiende como una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, puede responder a distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema, se fundamentan en la triangulación de métodos⁶.

⁶ Hernández, R. y otros (2006) Metodología de la Investigación. Pag 128 México D. F.: McGraw Hill. Fecha: Octubre de 2012.

Este tipo de investigación implica mezclar la lógica inductiva y la deductiva, razón por la cual se debe visualizar su aplicación desde el planteamiento del problema, la recolección y análisis de datos y por supuesto en el informe del estudio.

Las ventajas de este tipo de investigación son:

La multiplicidad de observaciones que produce datos más variados; se consideran diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes de análisis.

Apoyan con mayor solidez las inferencias científicas, que se emplean aisladamente.

Ayuda aclarar y formular el planteamiento del problema, así como las formas más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de investigación.

Formular el planteamiento del problema con mayor claridad, buscando las maneras más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de investigación.

Efectuar indagaciones más dinámicas⁷.

⁷Mertens, D. M. (2005) Research and evaluation in Education and Psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods pag 241 (2a. ed.) Thousand Oaks: Sage. Fecha: Octubre del 2012.

En el cuadro 1 se refleja cada uno de los objetivos que conforma el proyecto, con su respectiva metodología de solución y técnica de recolección de datos, con el único fin de llegar a una solución óptima.

Cuadro 1. Cuadro Metodologico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS	METODOLOGIA	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS
<p>Elaborar un diagnóstico donde se identifiquen, los puntos críticos que afectan negativamente el proceso de líneas de producción de la empresa TEINCOL LTDA.</p>	<p>Análisis de las líneas de producción.</p> <p>Identificar las diferentes áreas de la organización.</p> <p>Estudiar la productividad y competencia de los operarios.</p> <p>Análisis del proceso de fabricación.</p> <p>Realizar la matriz D.O.F.A</p>	<p>Entrevistas.</p> <p>Observación directa.</p> <p>Análisis de documentos obtenidos de la empresa.</p> <p>Cuestionarios.</p> <p>Checklist.</p> <p>Sesión de grupo.</p>
<p>Identificar las herramientas de ingeniería, que determinen el mejoramiento del proceso de producción.</p>	<p>Clasificación ABC de los productos.</p> <p>Determinación de tiempos estándar de los procesos</p> <p>Diagramas de flujo de los diferentes procesos.</p> <p>Pronósticos de la demanda actual y futura.</p>	<p>Datos e informes otorgados por la alta gerencia.</p> <p>Toma de tiempos, número de productos y más datos necesarios.</p>

<p>Aplicar los instrumentos de ingeniería para un programa de planeación, programación y control del proceso de producción.</p>	<p>Hacer un plan de requerimientos (MRP).</p> <p>Desarrollar el programa MPS de producción.</p> <p>Analizar y planear la capacidad de la empresa.</p>	<p>Lista de materiales comprados.</p> <p>Cantidad de MP, PP t PT.</p> <p>Documentación que se requiera de cualquier área tales como área de ventas, producción, financiera, recursos humanos, etc.</p> <p>Trabajo de campo.</p>
<p>Validar el desarrollo del procedimiento de planeación, programación y control de la producción a través de una simulación.</p>	<p>La simulación se hará en el programa de computador Promodel.</p>	<p>Tener toda la información requerida para realizar la simulación correctamente.</p>

Fuente: Los autores 2012.

1.3.2. Marco legal y normativo.

El marco legal normativo difunde y registra las disposiciones normativas, que regulan la gestión interna de una dependencia o entidad de la Administración Pública.

Evita una inadecuada interpretación y aplicación de la norma, contribuyendo a mejorar la gestión interna, haciéndola más eficiente.

Integra una fuente de información confiable y actualizada, de acceso a la población en general.

Contribuye a la transparencia y claridad sobre todos los temas legales vigentes.⁸

En el cuadro 2, se reflejan todas las leyes y artículos con su correspondiente descripción, que se relacionan de una y otra forma con el proyecto en ejecución.

Cuadro 2. Marco Legal Normativo.

Ley Artículo	Descripción
Ley 99 de 1993	Determina la formulación y ejecución de políticas ambientales prevaleciendo los siguientes problemas: Desarticulación de la implementación de políticas de producción más limpia por problemas como: recurso humano capacitado, deficiencia en el seguimiento y monitoreo.
Decreto 2811/74	Artículo 74: se prohibirá, restringirá o condicionará la descarga en la atmósfera de polvo, vapores, gases, humos, emanaciones y en general, de sustancias de cualquier naturaleza que pueda causar enfermedad, daño o molestia a la comunidad o a sus integrantes, cuando sobrepasen los grados o niveles fijados.
Ley 16.744	Artículo 67: las empresas o entidades estarán obligadas a mantener al día los reglamentos internos de seguridad en el área de producción, estos deberán contemplar aplicación de multas y sanciones aplicables a las correspondientes organizaciones.
Ley 16.744	Artículo 21: El presente reglamento (seguridad), deberá ser exhibido en lugares visibles de la empresa, se da por conocido por todos los trabajadores, quienes deberán poseer un ejemplar proporcionado por la entidad empleadora.

⁸Indesol.2010;Técnicas de Normalización; disponibilidad en internet desde:
http://www.indesol.gob.mx/es/web_indesol/Marco_Normativo Fecha: Octubre de 2012.

Ley 16.744	Artículo 51: Todos los trabajadores deberán ser respetuosos con sus superiores u observar las instrucciones que éstos impartan en orden al buen servicio y/o los intereses de la empresa.
Ley 16.744	Artículo 81: Los trabajadores a cargo de estos equipos deberá usarlos en forma permanente cuando desarrollen la tarea que los exija, como asimismo preservar su mantención.
Ley 16.744	Artículo 111: Los trabajadores deberán preocuparse y cooperar con el mantenimiento y buen estado de funcionamiento y uso de las maquinarias e instalaciones en general, tanto las destinadas a producción como las de seguridad e higiene ⁹ .

Fuente: Los autores 2012.

1.4. MARCO REFERENCIAL.

1.4.1. Antecedentes.

La organización TEINCOL LTDA se encuentra a las afueras de la capital de Bogotá, ésta funciona en la calle 6 N 70-43 en el barrio San Rafael del municipio de Sibaté Cundinamarca.

TEINCOL LTDA, lleva en el mercado alrededor de dos (2) años prestando sus diferentes servicios, tanto en el municipio como en la ciudad de Bogotá, labor que ha hecho que la empresa se posicione aún más.

La actividad económica a la cual se dedica diariamente es: realización y montaje de mecanizados industriales para maquinaria, de la misma forma tienen un servicio de mantenimiento, el cual es prestado por trabajadores especialistas de la empresa.

La organización labora en un sector que es muy competitivo, por lo tanto se tienen que destacar ante las demás empresas del mismo, también se debe tener presente la influencia de empresas Internacionales que con frecuencia llegan con nuevas ideas y tecnologías al país, esta situación se presenta a diario debido a los tratados recientes que ha firmado Colombia con los demás países del mundo.

⁹Oiporc Internacional. 2011;Disponibilidad en internet desde: (http://www.oiporc.com/plantilla/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=67). Fecha: Noviembre 2012.

TEINCOL LTDA, está centrada hacia la idea de fortalecer al máximo todas las cualidades que ha obtenido hasta el momento, todo esto con el fin de estar prevenidos actual y futuramente frente a la competencia Nacional e Internacional que presenta el mercado.

Al identificar el servicio que presta TEINCOL LTDA, se llega a la conclusión de que tiene mayor competencia en la parte de mantenimiento, se presenta más que todo a nivel Bogotá en empresas sobresalientes del mercado como:

Parque De Maquinaria LTDA ubicada en la Cra 86 D 15 A-06, Diatec LTDA ubicada en Cra 68 h 21 A-52 S, Torno Petrolero Autoclaves D.C ubicado en la calle 11 39-60, Cocome LTDA ubicada en la Cra 32 38 A-43 S , acería de los-Andes LTDA ubicada en AV 68 39 I-65 S, Talleres Wersin LTDA ubicada CII 12 A 21-87¹⁰.

Con el nivel de entrada de maquinaria a Colombia de diferentes partes del mundo, se convierte en una necesidad buscar repuestos de la parte interna, tanto para el fabricante como para el cliente, esto pasa debido a que en oportunidades los centros de ensamble no ofrecen la variedad por completo, se presentan casos en los que se deben buscar los faltantes para poder tener la máquina en funcionamiento y lista para la venta.

En cuanto al consumidor, con el paso del tiempo el deterioro de los piñones y engranajes que componen el motor de la máquina se empiezan a desgastar, motivo por el cual, buscan como primera opción al fabricante donde se adquirió el equipo.

En las petroleras prestadoras de servicio, la utilidad de maquinaria como: broca tónica, collarín de perforación, estabilizador de perforación, motor para perforación de fondo, tijera de perforación y válvula de macho kelly¹¹, es supremamente indispensable. Por el trabajo continuo y pesado requiere de mantenimiento continuo y cambio de piezas internas si es necesario, proceso que se debe realizar para poder obtener un trabajo óptimo y seguro en el campo de perforación.

En general TEINCOL LTDA tiene que suplir las necesidades de estos dos grandes sectores, por el volumen de trabajo que presentan a diario dan gran utilidad al equipo y maquinaria, por ende se someten a comprar piezas y también deben hacer el respectivo mantenimiento.

¹⁰Adaptado de:<http://www.cylex.com.co/bogotá/mecanizados industriales>. Fecha: Noviembre de 2012.

¹¹Adaptado de:<http://www.carmel.com.co>. Fecha: Noviembre de 2012.

Esta situación se convierte en una gran oportunidad para la organización, sobresaliendo principalmente por la calidad, durabilidad y cumplimiento del servicio prestado. De esta manera se obtendrá como recompensa la fidelidad de los clientes pequeños, medianos y grandes, que poco a poco permitirán hacer de TEINCOL LTDA una empresa reconocida.

Dando a conocer todos estos detalles de TEINCOL LTDA se hace necesario desarrollar un sistema de planeación, programación y control para poder suplir todas estas necesidades, como se hizo en la tesis “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA FÁBRICA DE PERFUMES¹²” presentada por Sandra Antonia Condori Condori en Lima Perú en el año 2007. Esta tesis presenta la evaluación y propuesta de un sistema de planeación de la producción en una empresa dedicada a la fabricación de perfumes. El tema abarca la descripción actual de la empresa y su sistema productivo, la evaluación del sistema y el planteamiento de una metodología para una mejor planificación del sistema.

Se inicia con una descripción general de la empresa, se enfatiza en el sistema de planeación de la producción, siendo el enfoque principal la evaluación del funcionamiento actual del sistema de planificación del requerimiento de materiales (MRPI), en una empresa de fabricación de perfumes, de esta manera proponer el empleo de un sistema de planificación de recursos de manufactura (MRPII).

Con el análisis aplicado en la empresa empleando los enfoques, las técnicas y los lineamientos de los sistemas integrados de gestión de la producción, se busca encontrar los puntos críticos a mejorar del sistema. Empleando la información real se evalúa y se compara los sistemas de planificación, para finalmente obtener la mejor metodología de planificación.

Esta tesis también busca aprovechar y mejorar los procesos aplicados, como también mostrar la real aplicación de un sistema de planificación, generando nuevas alternativas de mejorar la manera de organización y optimización en la gestión de la empresa, siendo fundamental contar con la información confiable y apropiada a la planificación y control de la producción.

Por tal motivo el punto principal es la evaluación del funcionamiento del sistema, dando soluciones de mejora para la planeación, programación y control de la producción, localizando los puntos críticos que indican una inadecuada aplicación del sistema actual, iniciado con la obtención de mayor información de temas concernientes a los

¹²Adaptado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/313>. Fecha: Noviembre de 2012.

pronósticos y los sistemas de planificación actuales, las metodologías y técnicas que se utilizan.

Una vez conocida la aplicación teórica de los sistemas y sabiendo diferenciar la aplicación de ellas en las diferentes realidades de las empresas, se procede a la descripción de la empresa en cuestión; desde su sistema productivo (productos, procesos, materiales, equipos, personal, etc.) hasta la gestión de la producción sistema de información, planificación, programación y control de la producción; realizando un análisis y evaluación de ellos.

Como se puede observar en este proyecto se quieren también optimizar los procesos, para mejorar la competitividad y los retos que se vengán a futuro, por medio de recolección de datos, herramientas de ingeniería y controles que permitan un alto nivel de servicio y de funcionalidad de la empresa, como se quiere en todas las empresas así como se muestra en la tesis “PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DE MUEBLES EL CARRUSEL CÍA. LTDA¹³.” Presentada por Henry Medardo Criollo Tacuri en cual tiene por objetivo proponer, guías generales, para mejorar la eficiencia de los procesos de Planificación y Control de la producción de la empresa Muebles Carrusel Cía. Ltda. La empresa trabaja de manera directa bajo contrato o pedido. Se dedica a la fabricación de muebles de madera, la principal materia prima utilizada es el laurel y también madera de Fernán Sánchez. Para objeto de la investigación el autor dividió el trabajo en cuatro capítulos: Antecedentes o Generalidades, Situación Actual de la Empresa y el Área de Producción, Planeación y Control de la Producción y Flujo de Materiales.

Dichos procesos de Planificación se subdividieron a su vez en sus partes componentes como por ejemplo, los elementos de la Planificación de la Producción, Control de la Producción, Planeación de Materiales, Planeación de la Capacidad, Programación de la Producción, Programa Maestro de Producción, Control de Planta, Flujo de Materiales, Clasificación de Materiales, Programación de Materiales, Control de Existencias. Es interesante hacer notar que mediante estos sistemas se consigue coordinar conjuntamente las actividades de las distintas áreas de la empresa, lo cual está de acuerdo con la concepción sistémica de la misma.

Para obtener la información con respecto al proceso de Planificación y Control de la producción empleado por la empresa se recurrió a: Entrevistas, dirigidas al Gerente General, Jefe de Producción y también a los Supervisores de la Planta de Producción, también se empleó la observación directa del lugar y forma de trabajo de los operarios

¹³ Adaptado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/918>. Fecha: Noviembre del 2012.

del área de producción. La revisión documental de bibliografía especializada y documentos de la empresa como los pedidos de trabajo, órdenes de producción, notas de entrega, etc. Algo que también se está implementado en TEINCOL LTDA.

Mediante la aproximación a la empresa Muebles Carrusel Cía. Ltda., se pudo establecer que los procesos de Planificación y Control de la producción son poco eficientes debido a que dichos procesos no están establecidos de acuerdo a un estudio. Si bien algunos procesos de Planificación existen, sus elementos no están integrados formalmente. Mientras que otros procesos de Planificación nunca se realizaron. Por otro lado, el proceso de Control de la producción es poco ordenado y necesita de algunos mecanismos de control complementarios que permitan hacer más eficiente dicho proceso. En base a esta aproximación se pudo definir el problema de investigación y establecer los objetivos de la investigación entre otros. La investigación de campo permitió identificar una serie de deficiencias en los procesos de Planificación y Control de la producción que en conjunto restan eficiencia a las operaciones de la empresa Muebles Carrusel Cía. Ltda.

En la empresa Muebles Carrusel Cía. Ltda., existen algunos elementos de Planificación y Control de la producción pero no están definidos formalmente mediante un estudio, lo que hace que la administración de la producción sea ineficiente. Esto a su vez hace difícil mantener una estrategia y alcanzar los objetivos a largo plazo de la empresa. Es así que para mejorar la eficiencia en los procesos de Planificación y Control de la producción se sugiere implementar varias guías en base a un nuevo proceso de Planificación y Control de la producción. Las guías propuestas están clasificadas de la siguiente manera: guías para la Planificación a largo plazo, guías para la Planificación a mediano plazo y guías para la Planificación a corto plazo. En esta última, también se proponen las guías para el proceso de Control de la Producción.

Como conclusión final se puede indicar que con la aplicación de las políticas propuestas se espera que la empresa mejore la eficiencia en los procesos de Planificación y Control de la producción, esto a su vez va a repercutir en un mejor manejo y control de los recursos humanos, materiales y financieros logrando una visión sistémica, al enfocar los conceptos vistos hacia una correcta ejecución y Control de las Operaciones de Planta a través de las diversas metodologías de control de Operaciones y brinda un cuerpo de conocimientos sólido, basado en la aplicación de las Mejores Prácticas de Planificación y Control de la Producción. Todo ello tendrá un impacto positivo en las utilidades de la empresa y permitirá tener una base sólida para construir una ventaja competitiva a largo plazo, se desarrollaron también casos de aplicación en el cual se utilizan las políticas, procedimientos y cuadros propuestos para mejorar la eficiencia en

los procesos de Planificación y Control de la producción de la empresa Muebles Carrusel Cía. Ltda.

En otro planteamiento de mejorar la planeación y programación de X empresa tenemos el siguiente estudio titulado “DISEÑO DE UNA PLANEACIÓN AGREGADA PARA LA MEJORA DE LAS OPERACIONES DE LA DIVISIÓN DE PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA METALMECÁNICA DE SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA - SIMA- CHIMBOTE¹⁴” expuesto por Brenda Milagros Herrera Dávila Este trabajo presenta un modelo de planificación agregada para la optimización en la planificación de la producción e instalación de una empresa que ejecuta proyectos relacionados con la Industria Naval y Metal Mecánica para el sector estatal y privado. Estos proyectos mayormente son de construcción de puentes y plataformas de material de acero de distintos tipos con una cobertura a nivel nacional.

Para la empresa es muy importante mejorar la planificación de su producción, ya que la forma en la cual se desempeña en el mercado es, en su mayoría, por concursos como en la mayoría de países la mejor propuesta es la que saldrá vencedora. De acuerdo a ello, es necesario que la empresa realice presupuestos atractivos para poder adjudicarse a los proyectos, y para poder realizar proyectos atractivos y con bajos costos es necesario implementar un buen manejo de la planeación, programación y control.

Previo a la existencia de este modelo, los presupuestos se realizaban arbitrariamente, lo cual provocaba grandes problemas; entre ellos:

No existía relación entre los presupuestos y las decisiones operacionales, lo que producía márgenes de utilidad diferentes a los estimados en el presupuesto.

Cuando la empresa diseñaba un presupuesto para concursar por un nuevo proyecto, no podía evaluar el impacto en su actual capacidad productiva y proyectos en ejecución.

La empresa no podía determinar qué decisiones se deberían tomar con respecto al manejo o ampliación de su capacidad productiva (mano de obra).

Cuando la empresa presenta un presupuesto más costoso que el de sus competidores, no existen posibilidades de ganar los concursos o proyectos.

Por lo anterior, es importante implementar un modelo de planeación y control que le permita a la empresa alcanzar mejores rendimientos de su actividad y afrontar de una

¹⁴ Adaptado de: <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/44614967.pdf>. Fecha: Noviembre de 2012.

forma cuantitativa los presupuestos y proyectos que se quieren realizar logrando el diseño de presupuestos ajustados a la realidad y características actuales de la empresa.

Es de esperar que la organización con el poco tiempo que lleva en el mercado y con el sector tan grande en el cual trabaja, por el momento es pequeña frente a las demás empresas que tienen ya más trayectoria en el mercado.

”TEINCOL LTDA se proyecta aumentar las ventas anuales para el próximo año, debido a que no fueron las mejores para el año 2011, lo anterior es afirmado debido las ventas que se obtuvieron los últimos 10 meses del año que fueron alrededor de \$170.000.000”¹⁵, esto conlleva a tener presente generalidades como: aumentar las instalaciones de la empresa, aumentar el portafolio de servicios, aumentar el personal para obtener una mayor producción entre otros.

“Este sector es tan grande, que la empresa en oportunidades no alcanza a cumplir con los pedidos y con los servicios que solicitan las empresas ubicadas en Bogotá y en Cundinamarca”¹⁶.

Al analizar lo que quiere el gerente de TEINCOL LTDA y las debilidades que presenta actualmente, se puede optar por ejecutar la mejora y el análisis continuo de la producción, mediante herramientas fundamentales como lo son la planeación, el control y la programación de la producción, esta se lograra mediante los siguientes objetivos específicos:

Elaborar un diagnóstico mediante observación directa del proceso, donde se identifiquen los puntos críticos que afectan negativamente el proceso de producción.

Identificar las herramientas de ingeniería mediante clasificación, utilización y selección, las cuales determinen el mejoramiento del proceso de producción.

Emplear los instrumentos de ingeniería mediante aplicativos y hojas de excel, para un programa de planeación, programación y control del proceso de producción.

Validar el desarrollo del procedimiento de planeación, programación y control de la producción a través de una simulación, para verificar los datos reales con los datos estimados.

¹⁵TEINCOL LTDA. “Informe periódico de gerencia”. Noviembre de 2012.

¹⁶TEINCOLLTDA. “Departamento de finanzas y contabilidad”. Fecha: Noviembre de 2012.

1.4.2. Marco teórico.

1.4.2.1. Requerimientos de recursos.

Entendemos el plan de requerimiento como la práctica de gestión que establece los diferentes factores y recursos necesarios, relacionados con la producción y gestión que se realiza, con el fin de llevar un orden y utilización adecuada de los materiales¹⁷.

En el momento de llevar a cabo la planeación de la maquinaria, equipo, instalaciones y recursos humanos necesarios, se debe llevar una relación directa con el producto, esto hace referencia a las ventas y a la producción obtenida para la toma de decisiones.

Generalmente las organizaciones deben realizar un análisis preciso de las ventas y de la producción actual, esto con el fin de acondicionar de manera adecuada el financiamiento necesario requerido, como el adicional¹⁸.

Por otro lado se debe controlar permanentemente la capacidad monetaria financiera de la empresa, esto con el fin de tener fundamentos que sustenten ejecutar los planes a largo plazo, también que ayuden a precisar la inversión en la planeación de los requerimientos los recursos, luego de esto poder encaminar una óptima planeación de la producción.

Para cumplir con un sistema de producción a nivel organizacional, se debe contar con especificaciones fundamentales como lo son: mano de obra (recurso humano), equipo (maquinaria), materiales (directos e indirectos) e instalaciones.

Cuando se cuenta con estos parámetros los cuales permiten elaborar los diferentes productos y servicios, se procede realizar su identificación individual la cual llamamos elementos de costos, generalmente hay que asemejar las situaciones en las que estos costos pasan a ser valores agregados, de aquí las decisiones de cobro de parte del fabricante-comerciante y comerciante- consumidor¹⁹.

“De acuerdo con **Stewart Bennet**, valor agregado es un concepto económico que se refiere al valor que una firma agrega al costo de sus insumos como resultado de sus actividades, llegando de esa manera al precio de su producción.

¹⁷OSPINA, Dagoberto. “Sistemas administrativos de producción y de operaciones”. Página 85. Primera edición. Pereira UTP 1996.Fecha. Enero de 2013.

¹⁸CHASE, Aquilano. “Administración de la producción”. Página 74.Quinta edición Mc-Graw Hill. Bogotá 2007. Fecha. Enero de 2013.

¹⁹ NARASIMHAN & MCLEAVEY. “Planeación y control de la producción”. Página 105 . Segunda edición Mc-Graw Hill México 1998. Fecha. Enero de 2013.

Una segunda definición sugiere que es una medida de contribución al valor de un producto que aporta una organización antes de que llegue al consumidor final.

Para poder medir el valor agregado de un producto, se debe sustraer el costo total de la materia prima y demás gastos con los cuales fue fabricado, del costo que la empresa cobra al comprador por el producto final”²⁰.

1.4.2.2. Asignación de costos de mano de obra directa.

Se deben tener en cuenta para determinar la mano de obra los siguientes aspectos:

1. Jornada laboral.
2. Días hábiles del periodo laboral.
3. Tiempo estándar del producto (horas-hombres / unidad).
4. Tiempo real de fabricación del producto (horas-hombres / unidad).
5. Factor de eficiencia (Medida de qué tanto logran los estándares predeterminados).
6. Capacidad disponible por trabajador (horas / periodo).
7. Capacidad disponible total en una sección o departamento (horas-hombres / periodo).
8. Porcentaje de tolerancia o de suplemento.
Tasa salarial o costo por hora-hombre de la MOD²¹.

1.4.2.3. Tiempo improductivo.

Los tiempos improductivos, son aquellos que requiere el trabajador y que no tienen que ver con el proceso productivo que se está llevando a cabo, se caracterizan por cumplirse dentro del horario laboral establecido por el contrato, estos se clasifican de la siguiente manera:

1. Tiempos improductivos por descanso (**TIPD**).
2. Tiempos improductivos por necesidades personales (**TIPNP**).
3. Tiempos improductivos por errores en el diseño (**TIED**).
4. Tiempos improductivos por errores en los métodos y procesos (**TIEMP**).
5. Tiempos improductivos por errores del trabajador (**TIET**).

²⁰ASKIN,Ronald.StewartBennet. “Desing And Analysis of Lean Production Systems”. Página 57. Second edition.Wiley & Sons. Boston. 2005. Fecha: Enero de 2013.

²¹ ASKIN, Ronald I. “Modeling and analysis of lean production systems”.Página 89.fourth edition Prentice Hall, Boston USA 2004. Fecha: Enero de 2013.

1.4.2.4. Requerimientos de procesamiento.

Este se encarga de determinar las características y tipo de maquinaria y equipo, que se requiere para la transformación de la materia prima en el producto final²².

1.4.2.5. Pronósticos.

“Los altos mandos de las organizaciones, deben estar prevenidos hacia acciones futuras que puedan afectar la empresa, por esto es importante pronosticar y buscar información importante sobre el futuro, obteniendo ventajas significativas como:

Alternativas rentables que signifiquen una buena elección y garanticen el bienestar de empresa y los trabajadores, gracias a la buena toma de decisiones ejecutada por la gerencia.

Prevención hacia posibles riesgos e incertidumbres que se presenten con el paso del tiempo.

Se deben ejecutar los pronósticos debido a la existencia de tiempos de implantación como: entregas, procesos, decisiones y construcción.

1.4.2.5.1. Elementos de pronósticos.

“Los pronósticos se utilizan como predicciones a acontecimientos futuros en la organización, para que un pronóstico sea productivo se debe tener en cuenta los siguientes factores:

Entendemos como pronostico al estimado de una condición o ganancia futura.

El pronóstico debe tener características fundamentales como: ser un estimado probabilístico de un valor futuro que incluye media, rango y una inferencia de probabilidad.

Frecuentemente se presentan pronósticos con margen de error, cuando son precisos son por razones equivocadas.

²²ASKIN, Ronald. “Desing And Analysis of Lean Production Systems”. Página 154. Secondedition. Wiley&Sons. Boston. 2005. Fecha: Enero de 2013.

1.4.2.5.2. Pronósticos de demanda.

La dirección de la demanda tiene como objeto organizar y controlar todos los medios referentes con la demanda, buscando continuamente el rendimiento al máximo de los sistemas de producción. Para tener un manejo adecuado de la demanda, se debe llevar a cabo la elaboración constante de pronósticos, estos se deben realizar en base a las demandas anteriores, para poder adelantarse a los posibles requerimientos futuros²³.

Cuando ejecutamos pronósticos buscamos predecir las demandas independientes y calcular las dependientes.

Principio del pronóstico único: Todos los pronósticos de un producto o actividad deben ser iguales.

Normalmente existen diferentes pronósticos de demanda de un producto realizados por diferentes funciones de la empresa, unos a nivel agregado y otros a nivel desagregado.

La utilización de diferentes pronósticos origina que la toma de decisiones en las funciones de la empresa sea inconsistente e incongruente.

1.4.2.5.3. Pronósticos de demanda de varios artículos.

Cuando se hacen pronósticos de demanda con varios artículos, frecuentemente el error acumulativo de los pronósticos es menor que los errores de cada uno de ellos.

Cuando se presentan variaciones continuas positivas y negativas, no podemos aplicar lo dicho anteriormente.

Primordialmente se debe tener en cuenta, que los errores acumulativos son inferiores a los errores de los artículos²⁴.

1.4.2.5.4. Tipos de métodos de pronósticos.

Análisis de series de tiempos: este método se trabaja en base a los datos históricos y se busca primordialmente la predicción futura.

Cualitativos: Métodos basados en opiniones o estimados subjetivos o de juicio.

²³ FOGARTY& BLACKSTONE. "Administración de la producción e inventarios". Página 76. Segunda edición CECSA Méjico 2002. Fecha: Enero de 2013.

²⁴ JHONSON, Linwood. "Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control". Pagina 157 SecondEdition.Wiley&Sons Boston.1980.Fecha: Enero de 2013.

Análisis de causa y efecto: la demanda o el factor de interés, se afecta por la variación de otras variables²⁵.

1.4.2.6. Planeación de la producción.

La planeación de la producción, es el área de la empresa la cual se encarga de sistematizar por adelantado los requerimientos correspondientes a: mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo.

Este proceso se realiza teniendo en cuenta factores primordiales como: utilidades que se quieran lograr, demanda del mercado actual, capacidad e instalaciones de la planta y puestos y lugares labores que se piensen crear.

El proceso de planeación de la producción, tiene como objeto llevar un control consecutivo, de los siguientes aspectos primordiales para la empresa:

Materias primas y elementos de fabricación, en el lugar y en el momento oportuno.

Minimizar en lo posible los periodos en espera de la maquinaria y de los operarios.

Llevar un control de las jornadas laborales diarias, las cuales no sean excesivas ni cortas para el trabajador.

Determina la manera más adecuada de satisfacer la demanda prevista acoplándola a los ritmos de producción los inventarios, la mano de obra, horas extras etc.

La planeación de la producción bien ejecutada puede traer las siguientes ventajas para la organización:

Se define la cantidad de unidades de producto terminado a producir por periodo.

Se puede estimar superficialmente los requerimientos referentes a: mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo de acuerdo a lo producido en los periodos anteriores.

Se puede calcular la compra de materia prima actual, teniendo en cuenta la existencia de materia prima pasada.

Se calcula el presupuesto financiero necesario para llevar a cabo el proceso productivo²⁶.

²⁵ NARASIMHAN & MCLEAVEY. "Planeación y control de la producción". Página 89. Segunda edición Mc-Graw Hill México 1998. Fecha: Enero de 2013.

Para llevar una óptima planeación de producción, se puede trabajar de la siguiente manera:

En primer lugar se debe definir el periodo para el cual se planea la producción, luego de esto se debe calcular la producción requerida. Cuando se conozca la cantidad requerida de productos a comercializar, se debe definir la cantidad de unidades a producir por cada periodo, calcular las necesidades de materia prima y finalmente calcular las necesidades de mano de obra, maquinaria y equipo, se puede calcular en base a la información de los periodos pasados²⁷.

En la figura 2 se muestra el formato de planeación requerida, donde se lleva el control de cada producto y su mismo conteo para poder estar seguros de las unidades que se tienen.

Figura 2. Formato Planeación requerida.

Empresa: _____				
Producto: _____				
Número de unidades estimadas en				
(+) número de unidades en inventario al finalizar el periodo				
Total unidades disponibles				
(-) número de unidades en inventario al iniciar producción				
Total unidades a producir				

Fuente: (Castro Piñeres Hernado.planeación de producción.2011.)

En la Figura 3 se muestra el formato de necesidades de materia prima, donde se especifican aspectos como lo que se necesita para nuestro producto terminado, sus componentes y cantidades necesarias para la realización del producto final.

²⁶ NARASIMHAN & MCLEAVEY. "Planeación y control de la producción". Página 143. Segunda edición Mc-Graw Hill México 1998. Fecha: Enero de 2013.

²⁷ JHONSON, Linwood. "Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control".Página 97 Second Edition. Wiley&Sons Boston.1980.Fecha: Enero de 2013.

Figura 3. Formato Necesidades de materia prima.

Empresa: _____ Producto: _____ Período: _____ <p style="text-align: center;">Materia Prima Requerida:</p>			
Lista de materia prima	Cantidad necesaria por producto	Número de unidades a producir	Cantidad total de materia prima requerida

Fuente: (Castro Piñeres Hernado.planeación de producción.2011.)

1.4.2.6.1. Meta de la planeación de la producción.

La planeación de la producción se enfoca primordialmente en la función objeto del modelo lineal, el cual es minimizar al máximo los costos referentes a la planeación²⁸.

1.4.2.6.2. Planeación de requerimiento de materiales (mrp).

Intención fundamental de la planeación del requerimiento de materiales:

Planear y controlar constantemente los requerimientos e inventarios de los productos de demanda dependiente.

Minimizar al máximo los inventarios, por medio de la información existente de lo que se requiere, se cuenta con el cada vez que sea necesario.

El requerimiento de materiales esta principalmente encaminado a:

Establecer órdenes de compra y órdenes de producción, para poder llevar un control óptimo del inventario de materia prima y del producto en proceso.

Tener siempre seguro la disponibilidad de factores importantes para realizar el producto como lo son: materia prima, maquinaria y recursos.

²⁸ SIPPER, Daniel. "Planeación y control de la producción". Segunda edición. Mc-Graw Hill pag 72 Méjico. 1998. Fecha: Enero de 2013.

Mantener siempre los niveles mínimos posibles de inventario de productos de la demanda dependiente²⁹.

El MRP este sistema es básicamente el que responde a las preguntas de, cuánto y cuándo vamos a producir y cuáles son mis recursos disponibles para esto, todos estos ítems van conectados como lo podemos ver en la figura 5, para el mrp se debe tener en cuenta:

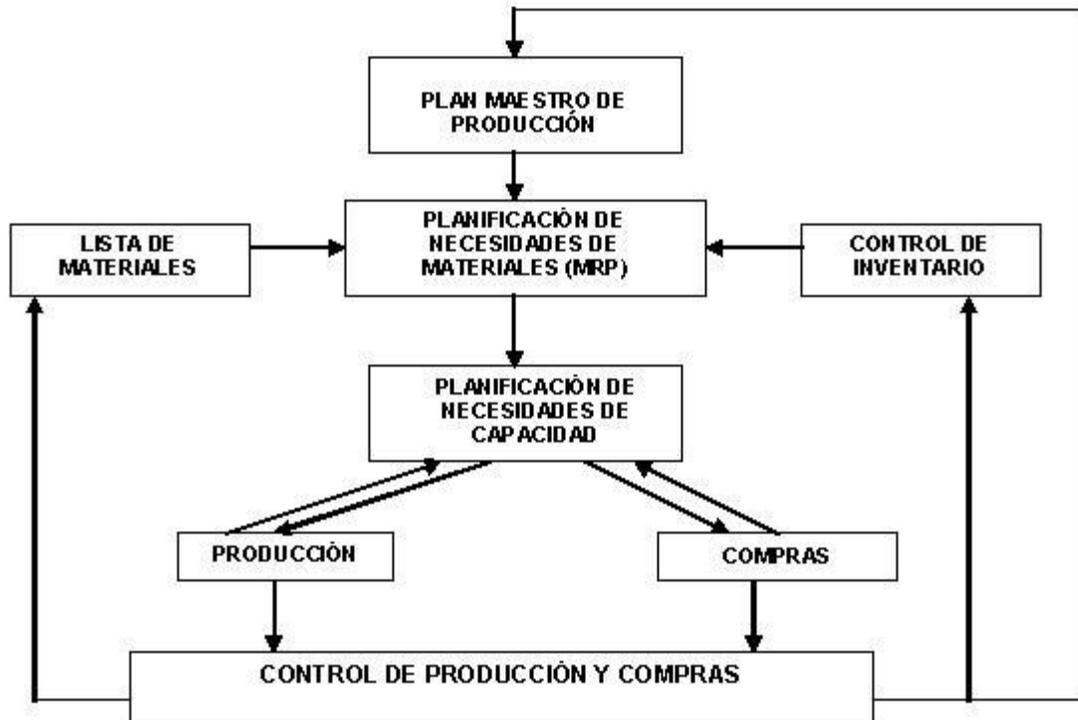
- Planificar las necesidades de material para el proceso de fabricación o aprovisionamiento.
- Calcular la necesidad bruta para el nivel más elevado de la lista de materiales basándose en los pedidos de ventas y demandas independientes.
- Calcular la necesidad bruta de los niveles más bajos de la lista de materiales bajando las demandas superiores de neto a través de la estructura de la lista de materiales.

Como el sistema MRP, nos garantiza la prevención y solución de errores de aprovisionamiento de materias primas. Los niveles dependientes pueden tener sus propias demandas independientes, como pedidos de ventas y pronósticos.

²⁹ ZANDIN, Kjell B. "Maynard Manual del ingeniero industrial". Pag 194 Quinta edición Mc-Graw Hill. Méjico. 2001. Enero 2013. Figura 4. "Planeación de producción". Fecha: Enero de 2013.

En la Figura 4 se muestra la estructura MRP con los diferentes factores claves para su ejecución en la organización, debido a que las decisiones de índole productivo guardan una interrelación, no sólo con otras decisiones internas al área sino con otras de naturaleza comercial, financiera, de personal, de ingeniería, etc.

Figura 4. Estructura por partes MRP.



Fuente: Render, Barry; Principios de administración de operaciones: < <http://books.google.com.co/books?> >. Fecha: Enero de 2013.

El MRP es una metodología de planeación de los recursos de producción que va de lo general a lo específico. Así, inicia con el desarrollo de un plan de negocios cuya flexibilidad es evaluada inicialmente de manera gruesa para generar un plan maestro de producción. Este plan maestro se detalla por producto para obtener los requerimientos específicos de material a través del tiempo. Un análisis de capacidad complementa el ciclo y retroalimenta el sistema para mantener la viabilidad del plan.

1.4.2.6.3. Listado de materiales y partes.

En esta parte se realiza la requisición de materiales y partes necesarias para obtener el producto terminado.

Está constituida de acuerdo a la secuencia de producción, por cada nivel de la estructura representa un periodo de la producción.

Debe estar actualizada y precisa.

Cada fase debe estar identificada por medio de un número, de la misma forma una descripción, cantidad requerida por unidad de producto o ensamblaje y unidad de medida³⁰.

1.4.2.6.4. Planeación personalizada.

Parte del enfoque analítico de los acontecimientos y de las acciones que intervienen en la persona humana como origen y punto de equilibrio del contexto conocido. El individuo posee cualidades derivadas de la herencia, la educación familiar, el medio social, la percepción y adaptación física, la cultura etc.³¹.

Esta planeación presenta algunas ventajas como:

Contribuye a actividades ordenadas y con un propósito. Todos los esfuerzos están apuntados hacia los resultados deseados y se logra una secuencia efectiva de tales esfuerzos. El trabajo no productivo se minimiza.

Señala la necesidad de cambios futuros. Ayuda a visualizar las amenazas y oportunidades que se pueden presentar y evaluar nuevos campos para una posible participación en ellos. Lo anterior permite evitar la entropía.

Proporciona una base para el control. La planificación y el control son inseparables, ya que son como los gemelos de la administración. Cualquier intento de controlar sin planes carece de sentido, puesto que no hay forma que las personas sepan si van en la dirección correcta, a no ser que primero tengan en claro a donde ir. Así, los planes proporcionan los estándares de control.

Se obtiene una identificación constructiva con los distintos problemas y las diversas potencialidades de la organización en general. Esta forma de abarcar todo es valiosa,

³⁰ VOLLMAN & BERRY. Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management. Pag 64 FifthEdition. McGraw Hill. Boston. 2005. Fecha: Enero 2013.

³¹ NARASIMHAD, Sim; MC. LEAVEY, Dennis; BILLINGTON, Peter; Planeación de la producción y control de inventarios; Pág. 256; Editorial: Prentice Hall; Año: 1996.Fecha: Enero del 2013.

pues capacita al gerente a ver relaciones de importancia, a obtener una comprensión más plena de cada actividad y a apreciar las bases sobre las cuales están apoyadas sus acciones administrativas.

Dirige la atención hacia los objetivos. Ayuda a tener siempre presente, por parte de todos los componentes de la organización, los objetivos de esta y la adecuación de ellos al medio, cuando es necesario³².

1.4.2.6.5. Planeación operativa.

La planeación operativa se refiere básicamente a la asignación previa de las tareas específicas que deben realizar las personas en cada una de sus unidades de operaciones. Las características más sobresalientes de la planeación operacional son: se da dentro de los lineamientos sugeridos por la planeación estratégica y táctica; es conducida y ejecutada por los jefes de menor rango jerárquico; trata con actividades normalmente programables; sigue procedimientos y reglas definidas con toda precisión; cubre períodos reducidos; su parámetro principal es la eficiencia.

Los detalles del plan a plazo medio no son suficientes para lograr las operaciones corrientes inmediatas, es necesario detallar aún más este plana, esto se puede hacer con planes de corto y largo plazo.

Los planes a corto plazo son usualmente planes a desarrollarse en un año o menos y contienen detalles y calendarios de tipo de presupuesto o planes de financiamiento para su realización³³.

1.4.2.6.6. Planeación estratégica.

La planeación estratégica es un proceso que sienta las bases de una actuación integrada a largo plazo, establece un sistema continuo de toma de decisiones, identifica cursos de acción específicos, formula indicadores de seguimiento sobre los resultados e involucra a los agentes sociales y económicos locales a lo largo de todo el proceso.

Como tendencia general en la planeación actual se encuentra la planeación estratégica. Este tipo de planeación contiene elementos que pudiesen hacer que se considere de ella un método; considerando que éste se refiere tanto al enfoque de la dirección, como al proceso.

³²<http://www.webscolar.com/planeacion-tactica-y-operativa>. Fecha: Febrero del 2013.

³³ Cano, J. 2011; Enero de 2011; Tesis de grado para optar al título de magister en ingeniería administrativa; Disponible en < www.bdigital.unal.edu.co>. Fecha: Febrero del 2013.

“Otro aspecto importante es el cual considera que un plan debe operacionalizarse (elemento fundamental para hacer funcionar un plan) y además hace énfasis en la efectividad del mismo (finalidad de todo plan)”³⁴.

La planeación estratégica no puede estar separada de funciones administrativas tales como la organización, dirección, motivación y control puesto que están van todas en conjunto. Además, este tipo de planeación está proyectada al logro de los objetivos institucionales de la empresa y tienen como finalidad básica el establecimiento de guías generales de acción de la misma.

Este tipo de planeación se concibe como el proceso que consiste en decidir sobre los objetivos y metas de la organización, sobre los recursos que serán utilizados, y las políticas generales que orientarán la adquisición y administración de tales recursos, considerando a la empresa como una entidad total y unida que se colabore y fluya en un objetivo común.

Un elemento fundamental principal dentro de la planeación estratégica es la efectividad, se considera que los instrumentos de evaluación más utilizados en la Planeación Estratégica son³⁵:

- Sistema de indicadores para evaluar el progreso de los programas y proyectos estratégicos.
- Sistema de indicadores para evaluar el grado de impacto de la puesta en marcha de las actuaciones del Plan Estratégico sobre el desarrollo socioeconómico de la ciudad.
- Sistema de indicadores para evaluar la evolución de los factores eternos a la ciudad y para explorar escenarios futuros.
- Seminarios anuales para efectuar una evaluación global del progreso del Plan.

Debido a que la planeación estratégica toma en cuenta a la empresa en toda su totalidad este tipo de planeación debe ser realizado por la cúpula o nivel de gerencia de la empresa y ser proyectada a largo plazo, más o menos para un periodo de entre 5 y 10 años, aunque debido a los cambio globales que se están dando muy rápidamente se

³⁴ <http://www.slideshare.net/yibet190711/planeacion-operativa-7298596>. Fecha: Febrero del 2013.

³⁵ <http://manuelgross.bligoo.com/elementos-de-planeacion-estrategica-metodologia-y-ejemplo-desarrollado>. Fecha: Febrero del 2013.

debe estar observando y teniendo seguimiento de este para en cualquier momento darle un giro o hacerle cambios de acuerdo a las circunstancias³⁶.

1.4.2.6.7. Planeación sistémica.

La planificación sistémica es un proceso permanente, sistemático y entrelazado con la operación de la empresa. Está destinado a mantener actualizado el plan de trabajo en la empresa, el que a su vez incluye un fondo de emoción y un primer plano con resultados visibles: misión, imagen deseada, objetivos y programa de acción. El plan es la base para las decisiones del día a día, contiene la proyección de la empresa en un futuro supuesto y representa el rendimiento mínimo que esperamos superar con las oportunidades que el medio ofrecerá.

En la planificación sistémica, el sujeto de estudio es la organización, en el sentido de una empresa, para entender mejor un sistema social es un conjunto de personas. Aprende e incorpora la necesaria variedad, flexibilidad, sorpresa e intuición propias de un sistema autónomo.

La planificación sistémica considera que una buena idea, tal vez aquélla que puede llevar muy lejos a la organización, puede surgir en cualquier momento y lugar, dentro o fuera de la empresa, ser concebida o recogida por cualquiera de sus integrantes, evaluada y estudiada para posteriormente ser aceptada y ponerla en marcha.

1.4.2.6.8. Planeación táctica.

La planeación táctica es el compromiso presente de gerentes y empleados importantes para elaborar planes para la empresa como un todo, así como para sus unidades independientes. Su propósito es asegurar que el rendimiento de la empresa en la producción de resultados a corto plazo sea consistente con la dirección estratégica, además de lograr el uso más efectivo de los recursos disponibles.

Este tipo de planeación es importante por lo siguiente:

1. Transforma el pensamiento estratégico y la planeación a largo plazo en resultados específicos susceptibles de medición.
2. Acentúa la planeación del equipo que da a los participantes posesión en el plan y los resultados proyectados.

³⁶ NARASIMHAD, Sim; MC. LEAVEY, Dennis; BILLINGTON, Peter; Planeación de la producción y control de inventarios; Pág. 256; Editorial: Prentice Hall; Año: 1996.Fecha: Febrero del 2013.

3. Proporciona un medio para llevar a cabo los planes a corto plazo y para asegurar la comprensión y el compromiso hacia ellos.
4. Es diferente del pensamiento estratégico y de la planeación a largo plazo en que es, en gran medida, analítico con un considerable énfasis en la toma de decisiones basadas en la información.
5. Está más centrado y es más específico y detallado que el pensamiento estratégico y la planeación a largo plazo.
6. Por lo general, tiene un horizonte de un año, aunque apoya la administración futura.
7. Se utiliza como un proceso progresivo para dirigir los problemas o las oportunidades, así como para establecer planes anuales.
8. Es una fuente vital de información ante la preparación del presupuesto.
9. Lo emplean los colaboradores en la planeación así como las unidades de trabajo, los departamentos, las divisiones y toda la empresa³⁷.

La planeación táctica es el proceso que le ayuda a aspirar a oportunidades que valgan la pena, a mejorar los resultados, a evitar o minimizar sus pérdidas y a proporcionar retroalimentación continua para que tomar acciones correctivas cuando sea necesario³⁸.

1.4.2.7. Programación de producción.

La podemos definir como la actividad que consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinado así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

La Programación de la Producción exactamente nos sirve para proporcionar la herramienta operativa de soporte a la programación de la producción a medio y corto plazo. Se programan las órdenes a capacidad finita, respetando todas las restricciones del proceso productivo y la reglas de optimización de los recursos productivos³⁹.

El programa de producción es afectado por:

³⁷ <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/biblioteca/compendios-informativos/sistema-de-gestion-de-produccion/24>.
Fecha: Febrero del 2013.

³⁸ RITZMAN, Larri; KRAJEWSKI, Lee; MALOTHIA, Manoj; Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor; pag 154 Editorial: Pearson; Año: 2008.Fecha: Febrero del 2013.

³⁹ <http://www.revistavirtualpro.com/revista/index.php?ed=2011-04-01&pag=4>.Fecha: Febrero del 2013.

- * Materiales: Para cumplir con las fechas comprometidas para su entrega.
- * Capacidad del personal: Para mantener bajos costos al utilizarlo eficazmente, en ocasiones afecta la fecha de entrega.
- * Capacidad de producción de la maquinaria: Para tener una utilización adecuada de ellas, deben observarse las condiciones ambientales, especificaciones, calidad y cantidad de los materiales, la experiencia y capacidad de las operaciones en aquellas.
- * Sistemas de producción: Realizar un estudio y seleccionar el más adecuado, acorde con las necesidades de la empresa.

La función de la programación de producción tiene como finalidad lo siguiente:

- * Prever las pérdidas de tiempo o las sobrecargas entre los centros de producción.
- * Mantener ocupada la mano de obra disponible.
- * Cumplir con los plazos de entrega establecidos.

Existen diversos medios de programación de la producción, los cuales destacamos unos a continuación⁴⁰:

Gráfica de Barras. Muestra las líneas de tendencia.

Gráfica de Gantt. Se utiliza en la resolución de problemas relativamente pequeños y de poca complejidad.

Camino Crítico. Se conoce también como teoría de redes, es un método matemático que permite una secuencia y utilización óptima de los recursos.

Pert- Cost. Es una variación del camino crítico, en la cual además de tener como objetivo minimizar el tiempo, se desea lograr el máximo de calidad del trabajo y la reducción mínima de costos.

1.4.2.7.1. Control de producción.

El control de la producción tiene que establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, etc. Esta evaluación deberá tomar en cuenta no solo el estado actual de estos factores sino que deberá también proyectarlo hacia el futuro.

⁴⁰FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; pag 206 Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997.Fecha: Febrero del 2013.

Se puede definir el control de producción como la toma de decisiones y acciones que son necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de tal manera que cumpla un plan trazado.

Para definir con más amplitud este término, una definición más amplia y de mayor certeza es: Función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas hasta la entrega del producto terminado, por medio de la transmisión sistemática de instrucciones a los subordinados, definición según el diccionario de términos para el control de la producción y el inventario. Para lograr el objetivo, la gerencia debe estar al tanto del desarrollo de los trabajos a realizar, el tiempo y la cantidad producida, así como modificar los planes establecidos, respondiendo a situaciones cambiantes⁴¹.

1.4.2.7.2. Ventajas del control de la producción.

El control de la producción trae algunas ventajas como son:

- Organización en la producción.
- Se controla el consumo de materias primas.
- Se controla en tiempo trabajado por operario.
- Se verifican las cantidades producidas.

A continuación se presentamos los pasos a seguir para controlar la producción:
Primero: Elaboración de reportes de trabajo.

El reporte de trabajo es la información que el operario suministra al supervisor o dueño de la empresa.

Segundo: Control de Producción la información de los reportes de trabajo debe compararse con las de las órdenes de producción⁴².

Tercero: análisis del cuadro de control. Al llenar el cuadro de control de producción se pueden presentar 3 situaciones:

1. Lo programado igual a lo realizado o sea se cumplió con la programación establecida.

⁴¹ DE CASTRO, Emilio. PGARCÍA DEL JUNCO, pag 86 Julio Administración y Dirección2.001España: McGraw
Fecha: Febrero del 2013

⁴² CHIAVENATTO, AdalbertoAdministración: Proceso Administrativo pag 91 Tercera EdiciónColombia:
MakronBooksDoBrasilEditora, LTDA.Fecha: Febrero del 2013.

2. Lo realizado mayor que lo programado. En este caso hay que hacer un análisis de las causas por las cuales hay mayor producción de la requerida.
3. Lo realizado menor que lo programado. Se debe determinar las causas por las cuales no se pudo cumplir con la producción requerida e implementar los correctivos necesarios en el futuro.

Cuarto: Control de materias primas. Es el registro de las materias primas que se entregan para la producción. Al hacer entrega de materias primas se debe indicar la orden de producción en la que se va a utilizar, la cantidad entregada, la cantidad de vuelta y la persona que las recibe.

La finalidad del Planeamiento y Control de la Producción es aumentar la eficiencia y la eficacia del proceso productivo en una empresa. Por tanto tiene una doble finalidad: actuar sobre los medios de producción para aumentar la eficiencia y cuidar para que los objetivos de producción sean plenamente alcanzados para aumentar la eficacia. Para atender esta doble finalidad, el Planeamiento y Control de la Producción tiene que planear la producción y controlar su desempeño⁴³. Por un lado, establece anticipadamente lo que la empresa deberá producir y en consecuencia lo que deberá disponer de materias primas y materiales, de equipos, de personas, máquinas y equipos, así como existencias de productos acabados para proveer las ventas. Por otro lado, el Planeamiento y Control de la Producción monitorea y controla el desempeño de la producción en relación con lo que fue planeado, corrigiendo eventuales desviaciones o errores que puedan surgir. El Planeamiento y Control de la Producción actúa antes, durante y después del proceso productivo. Antes, cuando planea el proceso productivo, programa de materiales, máquinas, personas y existencias. Durante y después, cuando controla el funcionamiento del proceso productivo para mantenerlo de acuerdo con lo que fue planeado. Así, el Planeamiento y Control de la Producción asegura la obtención de la máxima eficiencia y eficacia del proceso de producción de la empresa.

1.4.3. Marco conceptual.

En la actividad que lleva a cabo TEINCOL LTDA, para el proceso de transformación de materia prima a producto terminado, actualmente utiliza un vocabulario en específico, este se identificará a continuación con el fin de lograr un mayor nivel de entendimiento de los objetos a cumplir.

⁴³ IVANCEVICH, John MLORENZI, Peter SKINNERJ., Steven Gestión: Calidad y Competitividad 1997 España: McGraw - Hill Interamericana de España, S.A. Fecha: Febrero del 2013

Acero: “Metal conformado por aleaciones de hierro y carbono, se caracteriza por su resistencia y por ser dominable en altas temperaturas”⁴⁴.

Aleación: Llamamos aleación a una sustancia resistente, compuesta por dos o más elementos químicos, de estos por lo menos uno debe ser un metal.

Acero inoxidable: Este acero se caracteriza por tener gran resistencia a la acción de la oxidación, esta se cumple debido a la aleación que tiene con el Cromo y con el Níquel.

Acero rápido: “Se caracteriza por su gran contenido de Carbono, permite que tenga gran cantidad de dureza, se presta para procesos exigentes como el de limado”⁴⁵.

Aditivos: Los aditivos son sustancias químicas o naturales, los cuales se pueden agregar a metales que exijan gran resistencia y dureza.

Anodizado: “Mezcla química que tienen como función el recubrimiento de algunos compuestos metálicos de ciertas características”⁴⁶.

Actividad: “Conjunto de actividades y tareas que se proponen para lograr un objetivo fijado”⁴⁷.

Artículo: Es cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para satisfacer un deseo o una necesidad.

Biselado: corrección de los bordes hasta conseguir una superficie angular plana en forma de (v).

Corrosión: “Llamamos corrosión al desgaste químico sobre un metal, producido por la atmosfera, humedad, tiempo y e innumerables factores.”⁴⁸

Coordinación: Unificación de ideas entre líderes de departamentos, con el único fin de alcanzar un objetivo en específico.

Capacidad: La capacidad es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. Esta capacidad es fundamental para la gestión de la

⁴⁴SandvikCoromant (2006). “*Guía Técnica de Mecanizado*”. AB SandvikCoromant 2005.10. Fecha: Febrero del 2013.

⁴⁵ GRIFFITH, Gary; Manual técnico control de herramientas; Pag.276; Editorial: Prentice Hall; Año1998.Fecha: Febrero del 2013.

⁴⁶ARRIZABALAGA ,Nicolás;Mnual de técnica y herramientas; pág.205; Editorial: Thomson; Año:2004.Fecha: Febrero del 2013.

⁴⁷ Ibíd. Pág. 250

⁴⁸Ibid. Pág. 266

empresa en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos que se tienen en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos⁴⁹.

Cuello de botella: Son actividades que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento en los costos, lo cual produce una caída considerable de la eficiencia de la empresa⁵⁰.

Diagnóstico: “es la etapa donde se realiza un análisis crítico del área y su entorno, partiendo de recolección, clasificación y análisis de información relevante, buscando identificar logros necesidades y problemas”⁵¹.

Desgaste: El desgaste se cumple cuando la pieza o material empieza a sufrir cualquier tipo de pérdida en la superficie, luego de cualquier tipo de acción mecánica.

Estampación: “Elaboración de piezas mediante moldes predeterminados de diferentes formas y tamaños”⁵².

Entropía: Es la tendencia a que las cosas sigan su curso hacia la destrucción.

Extrusión: Llamamos extrusión a la acción de forzar un metal, por medio de un troquel con el fin de darle una forma predeterminada.

Esmeril: El esmeril se encarga de buscar limados especiales como puntas, circulares, angulares etc.

Estudio de métodos: Este consiste en el registro, análisis y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de tratar de encontrar métodos más sencillos y eficaces⁵³.

Eficiencia: Este concepto relaciona y mide directamente, la materia prima empleada con el producto final.

Eficacia: “Mide el grado y tiempo que se puede emplear, para poder lograr los resultados trazados inicialmente”⁵⁴.

⁴⁹ GRIFFITH, Gary; Manual técnico control de herramientas; Pag.225: Editorial: Prentice Hall; Año1998.
Fecha: Marzo 2013

⁵⁰ Ibid. Pag.175

⁵¹ SandvikCoromant (2006). “Guía Técnica de Mecanizado”. AB SandvikCoromant 2005.10.Fecha: Marzo 2013

⁵² Ibid. pág. 250

⁵³ <http://www.slideshare.net/anate11/estudio-de-mtodos>. Fecha: Marzo 2013

Evaluación y control: Llamamos evaluación y control, al proceso de verificación y monitoreo que se realizan a los resultados finales de un plan.

Fresadora: En esta máquina se pueden realizar orificios y otros acondicionamientos a una pieza industrial.

Flujo continuo: El flujo continuo de operación es un concepto en el cual, en su estado ideal, significa que los elementos son procesados y movidos directamente de un paso del proceso al siguiente, pieza por pieza. Cada paso del proceso opera en una única pieza, justo antes de que el siguiente paso la necesite⁵⁵.

Galvanizado: Es el revestimiento que se realiza entre el acero y el Zinc para evitar la corrosión.

Lima: Esta se realiza manualmente, tiene como objeto hacer limados superficiales a materiales de baja dureza.

Lista de materiales: Una lista de materiales o también llamado lista de materiales o BOM es una lista de las materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, sub componentes, componentes, partes y las cantidades de cada necesarios para fabricar un producto final.

Mecanizado: “Proceso cuidadoso con máquinas industriales como: el torno, fresadora, esmeril, lima, en el cual se busca una fabricar una pieza de determinadas características⁵⁶.”

Producto: “Llamamos producto, a la pieza terminada cuyo objeto es brindar un servicio para complemento de una actividad”⁵⁷.

Procesos: Son la descripción de las formas, actividades que se realizara para transformar la materia prima en un producto terminado.

Procedimientos: Es la serie de técnicas o pasos secuenciales, que describe el proceso que se llevara a cabo para cumplir un objetivo.

⁵⁵http://prezi.com/zqeez_su26gl/procesos-de-flujo-continuo. Fecha: Abril del 2013.

⁵⁶ <http://www.clubdelamar.org/industrial.htm>. Fecha: Abril del 2013.

⁵⁷ Russell L., Ackoff; “Rediseñando el futuro”; México; Editorial Limusa; 1979; p. 16.35 Bertalanffy, Ludwin Von; Teoria general de planeación de producción. México; 1968. Fecha: Abril del 2013.

Planeación: “Llamamos planeación a la toma de decisiones anticipada, esta se hace necesaria cuando lo deseado para un futuro implica un conjunto de ideas independientes, en si la planeación se centra en evitar acciones incorrectas y en poderlas corregir”⁵⁸.

Planeación estratégica: Entendemos la planeación estratégica como el ajuste continuo, referente a desarrollo y mantenimiento que se debe hacer entre la organización y las cambiantes oportunidades del entorno.

Planeación táctica: “Son los medios y recursos específicos que se deben utilizar para alcanzar objetivos a corto plazo”⁵⁹.

Torno: Maquina con capacidad de realizar cualquier tipo de pieza, con cualquier diámetro.

Tiempo estándar: Es considerado como base para calcular la producción por ciclo, hora, o turno de alguna máquina o una persona y en este se deben considerar todos los tiempos que afecten al ciclo de producción como experiencia y fatiga del operador, cambios de materiales, acciones del operador como tomar agua, ir al baño etc.

Templado: “En la ciencia de materiales, el templado o temple es un tratamiento térmico consistente en el rápido enfriamiento de la pieza para obtener determinadas propiedades de los materiales”⁶⁰.

⁵⁸Tomado de: http://www.oiporc.com/plantilla/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=6.pág 128
Fecha: Mayo del 2013.

⁵⁹ Ibíd. pág. 255

⁶⁰Tomado de: <http://www.cosmos.com.mx/d/ccdb.htm>. Mayo del 2013.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO.

2.1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.

En la siguiente etapa del proyecto se darán a conocer las características claves de la organización, estas son fundamentales para que la comprensión del trabajo realizado sea exitosa.

2.1.1. Historia de la organización.

TEINCOL LTDA nació en el 2008, esta empresa surge cuando su gerente y persona al frente de todo Don Elkin Didacio González Zarate, quien fue parte de la organización FYMECOL Fundiciones y Metalmecánicas de Colombia S.A, empresa dedicada a realizar especialidades relacionadas con mecanizados industriales, diseño, servicios, asesorías, montajes y obras complementarias, decide abandonar su excelente labor y emprender un nuevo camino de carácter independiente.

De esta manera a finales del año 2007, empezó a buscar asesoría por parte de su jefe, don Jorge Ismael Ramírez, el cual compartía y apoyaba la idea de Don Elkin, no presentó problemas en mostrarle de manera adecuada el funcionamiento del departamento comercial.

Luego de todo este proceso, Don Elkin se mudó a donde había vivido hace unos años, Sibaté Cundinamarca, radicado en este sitio debido a que tenía una propiedad grande abrió su empresa, la llamo inicialmente metalmecánica G,Z y tenía como actividad económica la elaboración y terminado de piezas con características específicas para todo tipo de maquinaria industrial.

Luego de un tiempo Don Elkin en medio de los contratos que atendía y caracterizado por su buen trabajo, consiguió un cliente potencial el cual era ICOLLANTAS S.A de Bogotá, este cliente le pedía ciertas exigencias para su producto, motivo por el cual tuvo que expandir un poco su empresa, realizando cambios en las instalaciones y en las contrataciones de personal técnico y profesional⁶¹.

Desde este momento surgió TEINCOL LTDA, el cual significa Técnicos Ingenieros De Colombia, con el único fin de realizar piezas de diferentes exigencias y especificaciones, que exigían tanto los clientes potenciales como los clientes menores.

El funcionamiento de la organización marchó por un tiempo a la perfección, aspecto que permitió que la empresa creciera y fuera reconocida en el mercado, surgió una

⁶¹Información tomada de los documentos de la alta gerencia de Teincol LTDA. Fecha: Mayo de l2013.

problemática que se da en todos los campos y que se debe asumir de una manera organizada y madura, los competidores ofrecían variedad de precios y buena calidad que creaba incertidumbre para sus clientes, además de esto su gran cliente potencial ICOLLANTAS termino su contrato. **Ver anexo número 1.**

De esta manera Don Elkin al frente de la organización opta por conseguir otros clientes potenciales y con mayor facilidad de atención, que fueron ALFDRES y VIDRIOS DE COLOMBIA para aislar los competidores a estos clientes se les cobraría el producto rigiendo más los factores de material, mano de obra, utilidad e insumos, pero que de todas maneras se mantendría la calidad la cual lo había caracterizado siempre⁶².

2.1.2. Misión.

La misión de TEINCOL LTDA es el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de equipos, herramientas y accesorios para la industria metalmecánica, agrícola, alimenticia, metalúrgica, automotor, petrolera y la industria en general, servicio de torno, fresa y soldaduras especiales⁶³.

2.1.3. Visión.

TEINCOL LTDA, para el 2015 desea convertirse en una empresa líder en el sector industrial y ampliar su mercado a nivel internacional, convirtiéndose en un ejemplo de crecimiento y desarrollo contribuyendo con el bienestar económico de sus socios empleados y de la región.

2.1.4. Principios de la organización.

TEINCOL LTDA se centra principalmente en cumplir los diferentes principios y aspectos los cuales encaminan a la seguridad y bienestar del cliente.

Esta empresa fue fundada por técnicos industriales egresados del SENA, los cuales contaban con alrededor de 8 años de experiencia en procesos productivos en diferentes empresas del sector.

Creada con el fin de brindar soluciones integrales para la industria en el área de diseño, fabricación y mantenimiento, prestando servicios con altos niveles de calidad,

⁶²Información tomada de los documentos de la alta gerencia de Teincol LTDA. Fecha: Mayo de 2013.

⁶³ Información tomada de la alta gerencia de Teincol LTDA. Enero de 2013. Fecha: Mayo de 2013.

y respaldados por una firma de ingenieros para validar los procesos que se requieran⁶⁴.

Los objetivos primordiales de organización son:

1. Mejorar los procesos productivos y disminuir los costos de producción, manteniendo los niveles de calidad.
2. Estar a la vanguardia tecnológica en todas las áreas.
3. Implementar un sistema de gestión de calidad.
4. Expandir la infraestructura.
5. Lograr sostenibilidad financiera y económica.

TEINCOL LTDA se enfatiza en preservar valores como lo son:

1. Transparencia e integridad en sus operaciones.
2. Lealtad ante la competencia.
3. Respeto del recurso humano.
4. Respeto a la comunidad, al medio ambiente y equidad.

En cuanto al compromiso con el cliente, se comprende como la razón de ser de cada organización, surge un compromiso referente a ofrecer bienes y servicios dentro de los más altos estándares de calidad, de una manera oportuna, transparente, eficiente y puntual, con precios equitativos y justos que contribuyan con el crecimiento mutuo.

2.1.5. Actividad económica.

TEINCOL LTDA es una empresa industrial que lleva a cabo la transformación de materias primas mediante la aplicación de procesos y tecnología, el principal ideal es obtener un producto final el cual pueda ser vendido a los diferentes clientes.

Observando desde los inicios de la empresa se establece que fue formada de una base empírica con poca fundamentación técnica, el funcionamiento es basado en la habilidad del personal pero no se tiene definido una política, no sigue alguna estrategia para ejecutar su producción, no se han planteado unos objetivos para alcanzar y no se ha propuesto una estrategia orientada hacia sus procesos.

De acuerdo al destino económico de los productos el sector metalmecánico comprende bienes de consumo, materias primas e intermedios y bienes de capital.

Los productos de TEINCOL LTDA se encuentran en las dos primeras clasificaciones, bienes de consumo y materias primas e intermedias, esto se debe a que estos

⁶⁴Información suministrada por recursos humanos Teincol LTDA. Fecha: Mayo de 2013.

productos se caracterizan por que se adquieren para ser utilizados inmediatamente por el usuario final, también para ser incorporados en la fabricación de otros bienes⁶⁵.

La cadena de la metalmecánica se plantea de acuerdo con la red básica estructural que conforman los diferentes subsectores de la siguiente manera:

Industrias básicas del hierro, el acero y metales no ferrosos.

2.1.6. Productos elaborados.

TEINCOL LTDA se encuentra en el subsector de **productos elaborados**, en este eslabón de la cadena se reciben las materias primas, mediante las cuales se da inicio a la fabricación de los productos metálicos, que se encuentran incluidos en la clasificación Metalmecánica, el proceso de fabricación se encuentra apoyado por maquinaria industrial y la fundición e inyección de metales⁶⁶.

En TEINCOL LTDA se manejan diferentes referencias de productos y servicios, se resalta la comercialización de su producto estrella (Bocas para oxígeno), se clasifican de la siguiente manera:

1. Bocas para Oxígeno.
2. Canastas para soporte.
3. Rodillos para bandas transportadoras.
4. Mantenimiento de mangueras de llenado.
5. Mecanizados (especificaciones) bajo pedido.

A continuación se describen los aspectos importantes de cada línea de productos, con el fin de llevar una mejor comprensión del proceso⁶⁷.

⁶⁵ Información tomada de los documentos del departamento de finanzas Teincol LTDA. Fecha: Mayo de 2013.

⁶⁶ Información tomada de los documentos del departamento de finanzas Teincol LTDA. Fecha: Mayo de 2013.

⁶⁷ Información tomada del departamento comercial Teincol LTDA. Fecha: Mayo de 2013.

2.1.6.1. Bocas para Oxígeno.

Las bocas para oxígeno se realizan por medio de un material llamado latón, consta de dos piezas las cuales se ensamblan y son soldadas en plata, finalmente se baña en ácido para recuperar su color, tiene procesos adicionales como lo es el esmerilado, este proceso ayuda a que el producto tenga una limpieza y brillo óptimo para su comercialización.

2.1.6.2. Canastas para soporte.

Las canastas para soporte, se realizan con un material resistente como lo es el acero inoxidable, los laterales, frontales y la lámina interior son soldados con tungsteno, tiene como proceso adicional la pintura, esta debe ser aplicada en circunstancias especiales, las cuales permiten que ofrezca larga durabilidad⁶⁸.

2.1.6.3. Rodillos para bandas transportadoras.

Los rodillos para las bandas transportadoras, generalmente llevan un proceso de corte, pintado y esmeril, finalmente cuando ya está preparado se procede al ensamble manual de los rodamientos, los cuales se ubican en cada lado del rodillo.

2.1.6.4. Mantenimiento de mangueras de llenado.

El servicio de mantenimiento y reparación de mangueras de llenado, consiste en reparar por medio de un caucho y una sustancia especial el cual permite alargar la vida útil de esta, de la misma forma se realiza la respectiva limpieza donde se expulsan las diferentes sustancias sólidas que tal vez tenga en el interior.

2.1.6.5. Mecanizados (especificaciones) bajo pedido.

En el servicio de mecanizados, se ofrecen reparaciones de las diferentes piezas que estén desgastadas, generalmente son de maquinaria industrial, estas llevan en la mayoría de los casos proceso de torno y fresa, se hacen bajo especificaciones generadas en un plano⁶⁹.

⁶⁸ Información tomada del departamento comercial Teincol LTDA. Fecha: Junio de 2013.

⁶⁹ Información tomada de los documentos del departamento de diseño de productos de Teincol LTDA. Fecha: Junio de 2013.

2.1.7. Proceso de fabricación del producto.

El proceso de fabricación del producto en TEINCOL LTDA, es realizado bajo pedido, debido a que la realización de ciertas piezas, requieren de una serie de indicaciones y especificaciones, que son exigidas por el cliente.

Este proceso es básicamente la reducción, consiste en eliminar de una pieza unas zonas determinadas, con el fin de conseguir una forma o acabado prefijado. Generalmente estos se consideran como procesos con viruta; no obstante, en los últimos años se ha empleado el proceso sin viruta y el corte con calor.

Para ejecutar los procesos básicos y afines de reducción con viruta se emplean herramientas de corte, siendo las básicas las taladradoras, los tornos, las fresadoras, las sierras, las limadoras, las brochaduras y las amoladoras⁷⁰.

La mayoría de estas herramientas son capaces de realizar más de uno de los procesos de reducción fundamentales como corte, taladrado, torneado, troquelado, trefilado y fresado.

Los procesos de reducción pueden ser realizados también a través de procesos sin viruta como procedimientos químicos, eléctricos y electroquímicos, o bien mediante focos caloríficos altamente concentrados.

Como resultado de estos procedimientos pueden obtenerse productos finales o piezas que a través del proceso de unión, den como resultado productos finales más elaborados.

El procedimiento de unión, puede darse a través de cohesión y/o adhesión entre los elementos por acoplamiento o ajuste a la forma de los mismos mediante deformación elástica o plástica, también por medio de elementos especiales de unión o sujetadores⁷¹.

El procedimiento básico de unión es la soldadura que puede ser forjada con gas, de arco, de perno y de salientes, entre otras. Como resultado de la unión se obtienen artículos metalmecánicos y máquinas.

Después de esta breve descripción del proceso, el producto terminado es una pieza o soporte metálico sometido a diferentes especificaciones técnicas cuya finalidad es cumplir con las especificaciones que el cliente requiere con la mejor calidad posible.

⁷⁰ Información tomada de la alta gerencia de Teincol LTDA. Fecha: Junio de 2013.

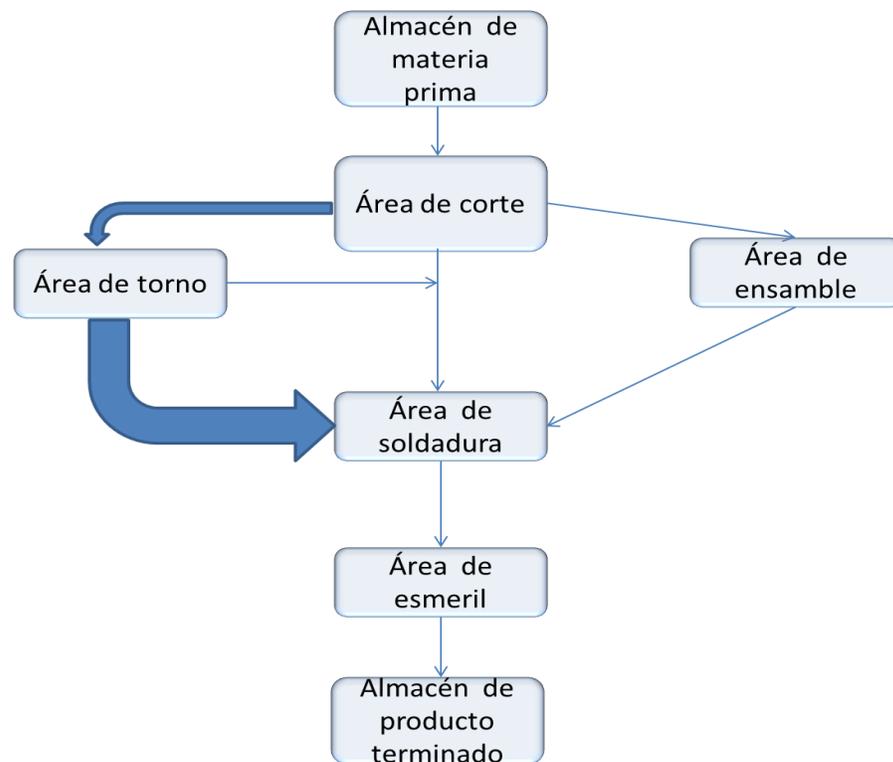
⁷¹ Información suministrada por producción Teincol LTDA. Fecha: Junio de 2013.

Realizadas estas actividades la pieza o el soporte se encuentra listo para el último proceso que es el de limpieza, adquiriendo allí las propiedades finales necesarias para la resistencia a la corrosión atmosférica.

2.1.8. Diagrama proceso de fabricación.

En la figura 5, se muestra el proceso en general, presenta cada una de las etapas o actividades necesarias para la fabricación de los productos de Teincol Ltda, se muestra el movimiento de estos dentro de los procesos, lo cual facilita la comprensión y análisis del proceso productivo en general.

Figura 5. Proceso de fabricación productos TEINCOL Ltda.



Fuente: Los autores 2013.

Corte: El proceso empieza en el momento en que el operario toma las medidas específicas de los cortes que debe realizar, esto lo hace por medio de un flexometro, con este mide la distancia o longitud a la cual se requiere el corte y lo pasa por la

máquina obtenido el producto deseado, cabe anotar que al pasarlo por esta se genera un desgaste entre 3 y 5 milímetros generado por el disco abrasivo.

Doblado: En este proceso se le da la forma deseada según la necesidad requerida, esta acción consiste en introducir el material a una profundidad, luego el operario acciona una palanca la cual hace que el otro extremo del material gire, obteniendo el ángulo de doblado necesario.

Torno: Este proceso es un conjunto entre una máquina y unas herramientas que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Esta máquina combinada con las herramientas operan haciendo girar la pieza a mecanizar mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones específicas para el producto.

Soldadura: Después de todas las operaciones anteriores, en esta sección es donde se ensamblan las piezas que se requieran para obtener el producto final.

Las actividades que se realizan en esta operación varían mucho según la clase de producto que se está fabricando, esto se da por la clase de algunos materiales, debido a que todos no reciben la misma soldadura.

Limpieza: Luego de terminar el ensamble de la pieza se envía a limpieza donde en muchas ocasiones se le aplican ácidos y agua para remover la grasa que tiene el metal y poder conseguir una mejor adherencia en la pintura.

Ensamble: Finalmente llegan todas las piezas a esta sección donde se ensamblan y se le dan los retoques finales a las piezas para dar por resultado el producto terminado, donde un agente de calidad lo revisa y le da el visto bueno o lo puede mandar a reproceso o en el peor de los casos se rechaza la pieza⁷².

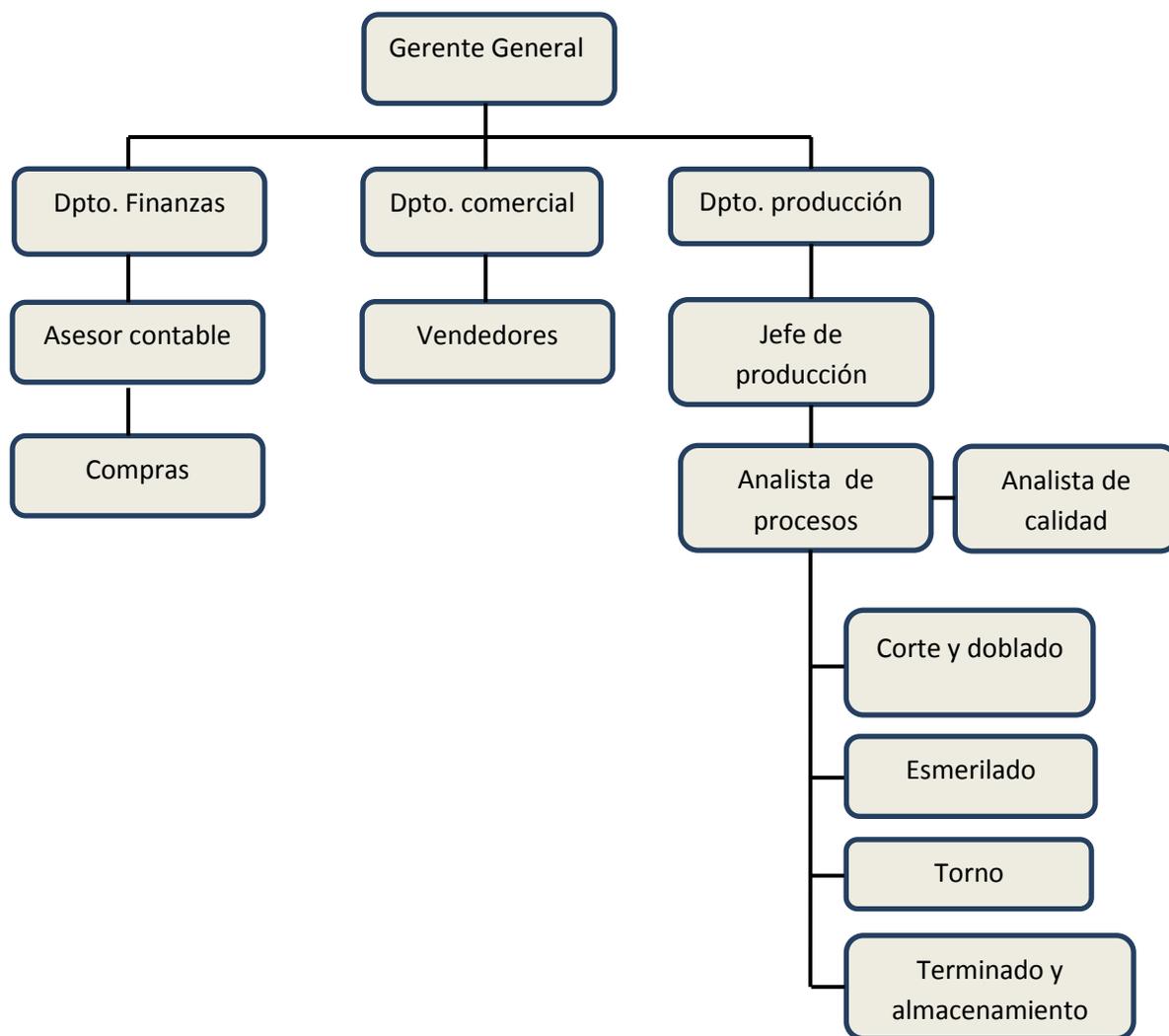
Almacén de producto terminado: En esta sección llega el producto terminado se almacena mientras se entrega al cliente.

⁷²Información suministrada por producción Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

2.1.9. Organigrama funcional.⁷³

En la figura 6 se muestra la estructura organizacional por departamentos y su jerarquía, que maneja en la actualidad TEINCOL LTDA.

Figura 6. Organigrama funcional TEICOL LTDA.



Fuente: Junta administrativa TEINCOL LTDA.

⁷³Información tomada de la gerencia general Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

2.1.9.1. Departamento de finanzas.

La función principal del departamento Financiero, es la administración general de los recursos económicos de TEINCOL LTDA. Para ello se tiene que tomar decisiones referentes a la asignación de recursos disponibles en las diferentes áreas funcionales de la empresa mediante proyectos de inversión, con el objetivo económico de maximizar los beneficios.

Para conseguirlo, deberá garantizar al resto de la empresa, una información constante y en la forma correcta, para que sea útil a la hora de tomar las diferentes decisiones que surjan a lo largo del tiempo.

A la cabeza del departamento está el Director Financiero, él debe coordinar y supervisar las acciones de las tres grandes áreas que conforman el departamento, que son: análisis, contabilidad y tesorería⁷⁴.

2.1.9.2. Inversiones.

Explorar los diferentes medios de inversión, los cuales la empresa pueda contar tales como: espacio para nuevos productos, adquisición de activos, ampliación de instalaciones, compra de nuevas acciones.

Se deben evaluar los medios priorizando el que tenga mayor rentabilidad, el que permita recuperar el dinero en el menor tiempo posible, paralelamente hay que evaluar si se cuenta con la capacidad financiera para poder adquirir la inversión.

2.1.9.3. Financiamiento.

El departamento de finanzas debe buscar medios de financiamiento para la organización como: préstamos, créditos, emisión de títulos, valores y acciones. A estos medios se les hace su respectiva evaluación, la cual permite detectarla mejor opción para un menor costo.

2.1.9.4. Departamento comercial.

La función del departamento comercial es llevar la respectiva planeación, ejecución y control de las actividades que tenga que ver con esta área.

Este proceso se lleva a cabo, debido a que durante el desarrollo de los planes de venta se presentan muchos imprevistos, en estas situaciones el departamento comercial

⁷⁴Información tomada del departamento de finanzas de Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

debe realizar un seguimiento y control continuo, de las actividades correspondientes a la comercialización del producto⁷⁵.

2.1.9.5. Departamento de producción.

En este departamento se controla la materia prima que se va a trabajar, se trazan las secuencias y operaciones, las inspecciones y los métodos, y se lleva el control del trabajo realizado.

Este departamento se puede considerar como el centro de la actividad económica, cuanta con las siguientes actividades:

Medición del trabajo, métodos del trabajo, ingeniería de producción, análisis y control de la fabricación, planeación y distribución de instalaciones, administración de salarios y control de calidad etc.⁷⁶.

2.1.10. Materia prima.

Las materias primas con las que se trabajan en los procesos de TEINCOL LTDA. Son principalmente aceros tipo ángulo, tipo platina, latón, tubos, barras, tubería de conducción, plásticos, aluminio, bronce y soldadura en plata.

Estas son especificaciones que solicita el cliente para llegar a cumplir con las exigencias técnicas como lo son la tensión, composición química y grado de soldabilidad. Todo esto ayuda a que dichos materiales cumplan con lo requerido en la cadena productiva, también que el producto terminado cumpla con las especificaciones requeridas y aumente la calidad⁷⁷.

La logística de la materia prima está a cargo del departamento de compras, consta de la debida solicitud de planeación, las peticiones a los diferentes proveedores y finalmente gestión de la llegada del material.

Cuando la materia prima que se recibe no cumple con las especificaciones dadas al proveedor o llega con defectos, el almacén de materia prima se lo hace saber a compras, estos hacen su respectiva reclamación y argumentación para que el material sea repuesto lo más pronto posible y no afecte la producción. La gerencia evidenció que en algunos productos terminados se presentan defectos en materiales, motivo por

⁷⁵ Información tomada de los documentos del departamento comercial Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

⁷⁶ Información tomada del departamento de producción de Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

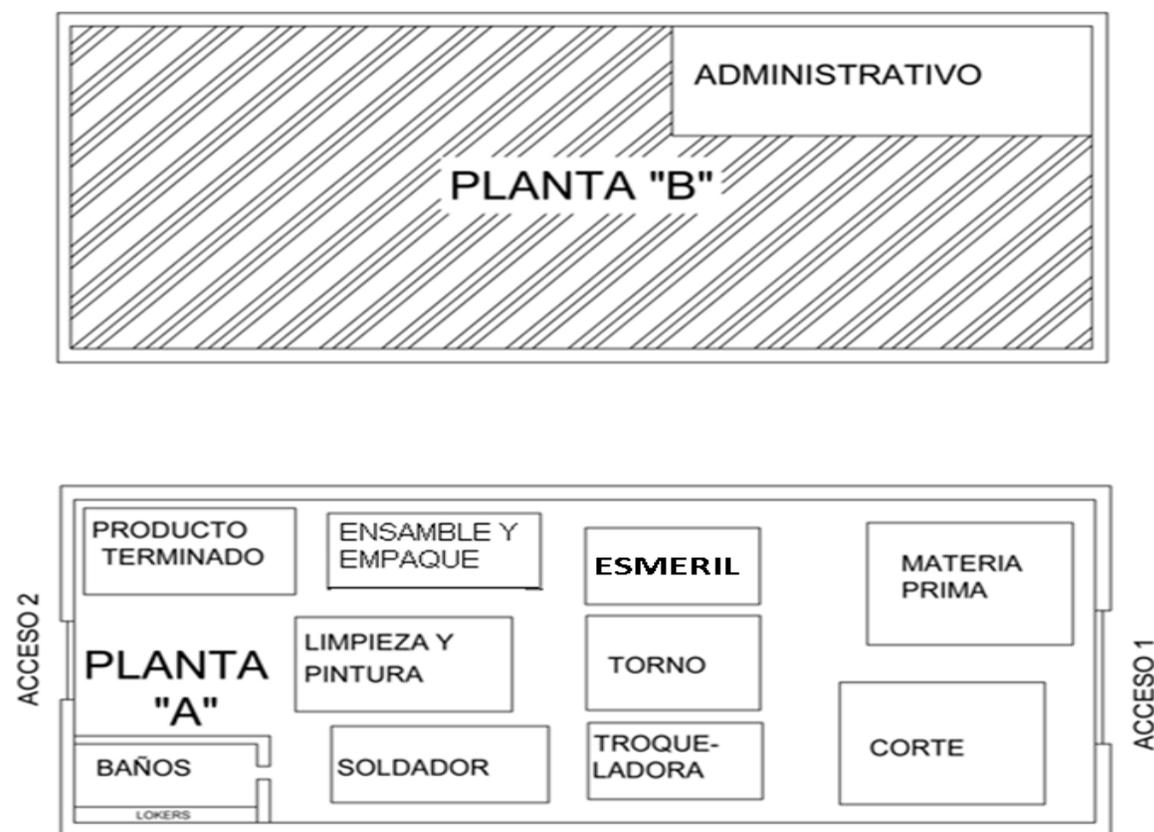
⁷⁷ Información tomada de la alta gerencia de Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

el cual el tiempo de espera del cliente se extendió generando inconformidad en este, sin embargo estos eventos no ocurren muy continuamente y ante esto la gerencia hizo formalmente una petición a su proveedor de garantizar la calidad de los materiales⁷⁸. **Ver anexo 2.**

2.1.11. Distribución de planta.⁷⁹

En la figura 7 se muestran 2 plantas, en la planta A se encuentran las áreas con las cuales cuenta la empresa para la transformación de la materia prima en producto terminado, en la planta B se encuentra la parte administrativa.

Figura 7. Distribucion de planta TEICOL LTDA.



Fuente: Los autores 2013.

⁷⁸ Información tomada del departamento de compras de Teicol LTDA.. Fecha: Julio de 2013.

⁷⁹ Datos necesarios adquiridos por el la gerencia general de Teicol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

Las actividades de la empresa se desarrollan en las siguientes áreas de trabajo:

Materia prima: En esta área se hace la correspondiente recepción, inspección de los diferentes materiales e insumos necesarios para realizar el producto terminado.

Corte: El material requerido llega a esta sección, donde es medido de acuerdo con el diseño estipulado en los planos suministrados por el cliente y los requerimientos de la pieza que se va a elaborar; las dimensiones del material son tomadas con un fluxómetro y luego la materia prima es cortada para ser luego transportada al siguiente centro de trabajo requerido.

Troqueladora: En el área de troquelación, se manejan agujeros de alta exigencia técnica los cuales exigen puntualidad en cuando a dimensión profundidad.

Torno: Esta área es la principal en la organización, opera girando la pieza a mecanizar, sujetando el cabezal fijado entre los puntos de centraje, paralelamente el buril o herramienta de corte, desbasta hasta conseguir el mecanizado que se pretende lograr.

Esmeril: Esta área consta de una rueda de cepillo de alambre, su fin es limpiar o pulir las piezas con imperfección. El proceso que realiza es alojar en los poros de la rueda y expandir expandir el material sobrante.

Soldadura: Esta área se maneja continuamente en la organización ya que se necesita tanto para el producto estrella como para otros, se manejan diferentes clases de soldadura dependiendo el proceso y el material, las piezas son soldadas para sus respectivas uniones de acuerdo con el diseño, luego de esto pasa a ser inspeccionado, determinando así la calidad de los cordones aplicados en el material, este proceso es ejecutado por una persona con los conocimientos requeridos en el tema y manejo adecuado de las herramientas, generalmente en la fabricación de los productos se requiere en la segunda fase un proceso de esmeril o pulidora, estas actividades se hacen con el fin de dar un mejor acabado a la pieza.

Limpieza y pintura: En esta área se da paso realizar la respectiva limpieza y brillo de las piezas, las cuales han pasado por los diferentes procesos de mecanizado y soldadura. También en piezas específico se aplica un acondicionador de superficies metálicas, utilizando una pistola neumática que emplea la presión del aire ejercida por un compresor, mediante este proceso las diferentes piezas son cubiertas con varias capas finas de base especial, la función es actuar como un inhibidor de la oxidación para la protección del producto terminado.

Ensamble y empaque: En esta área se procede a realizar el correspondiente ensamblaje de las diferentes piezas que lo requieren. De igual forma se acondicionan los productos en los diferentes embalajes.

Producto terminado: En el área de producto terminado, se manejan los diferentes estantes y estivas, necesarios para el almacenamiento y organización de los diferentes productos terminados.

Área administrativa: Desde esta área se dan los lineamientos para el desarrollo de las actividades que realizan en la organización, la toma de decisiones, el avance del proceso productivo, la comercialización y distribución de los productos entre otras⁸⁰.

2.1.12. Turnos trabajados.

TEINCOL LTDA cumple un horario diario de labor para sus funcionarios de 7:00 am a 4:30 pm. En la semana se trabaja de lunes a viernes, se excluyen las oportunidades en las que se aumentan los pedidos que en general se trabajan los días sábados.

Observando que la organización labora diariamente en la producción de sus diferentes productos, se puede establecer que la forma de trabajo se da en función de los días laborados por semana.

En el cuadro 3 se reflejan los diferentes trabajadores que laboran a diario en las diferentes áreas de la organización, con los respectivos días laborados por semana.

⁸⁰ Información tomada de la alta gerencia de Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

Cuadro 3. Trabajadores, fabricación de productos.⁸¹

Elaboración de bocas para oxígeno en TEINCOL LTDA.	
Cortador 1	6 días por semana
Cortador 2	6 días por semana
Tornero 1	6 días por semana
Tornero 2	6 días por semana
Tornero 3	6 días por semana
Ensamblador	6 días por semana
Soldador 1	6 días por semana
Soldador 2	6 días por semana
Operario Limpieza	6 días por semana
Esmerilador	6 días por semana

(48 horas semana/6 días)* 24 días mensuales.

La anterior operación muestra la multiplicación de los días laborados por semana por las horas laborales día, este resultado es las horas a la semana, dividido los días laborados por semana, multiplicado por 30 días al mes, obteniendo como resultado el total de horas laboradas al mes por cada trabajador.

En la tabla 1 se puede observar la aplicación de la operación nombrada, para cada uno de los trabajadores que componen cada área de la organización, finalmente se hace la sumatoria de las horas laborales mes, obteniendo como resultado el total de horas productivas al mes.

⁸¹ Información suministrada por recursos humanos Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

Tabla 1. Horas productivas * mes.⁸²

TRABAJADOR	DIAS LABORADOS POR SEMANA	HORAS LABORALES DIA	HORAS LABORALES MES
Cortador 1	6	8	192
Cortador 2	6	8	192
Tornero 1	6	8	192
Tornero 2	6	8	192
Tornero 3	6	8	192
Ensamblador	6	8	192
Soldador 1	6	8	192
Soldador 2	6	8	192
Operario(limpieza)	6	8	192
Esmerilador	6	8	192
Total de horas productivas al mes			1920

Fuente: Los autores 2013.

2.1.13. Costos de mano de obra.

En la tabla anterior se puede observar, que al multiplicar los días laborados por semana por las horas laboradas en el día, nos da como resultado el total de las horas laboradas por mes de cada trabajador, al realizar la sumatoria de los trabajadores que conforma el equipo de TEINCOL LTDA, se concluye que a la fecha cuenta con una capacidad de mano de obra de 1920 horas mensuales. Teniendo en cuenta el análisis de tiempos y las observaciones de los directivos se estima un factor productivo del 90% por cada trabajador que conforma el área productiva⁸³.

⁸² Información suministrada por producción Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

⁸³ Información suministrada por departamento de finanzas. Fecha: Julio de 2013.

En la tabla 2, se refleja las horas trabajadas al mes que fueron obtenidas en la tabla 1, la productividad en porcentaje que se presenta normalmente, la capacidad horas mes que es el cálculo del porcentaje de las horas trabajadas /mes, el salario mensual por labor, la correspondiente prestación que es el cálculo del 65% del salario y el total liquidado por mes, que es la sumatoria del salario /labor realizada y las prestaciones.

Tabla 2. Capacidad y costos de mano de obra.⁸⁴

Trabajadores	Cortador 1	Cortador 2	Tornero 1	Tornero 2	Tornero 3	Ensamblador	Soldador 1	Soldador 2	Operario (limpieza)	Esmerilador
Horas trabajadas/mes	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
Productividad (%)	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Capacidad horas/mes	172,8	172,8	172,8	172,8	172,8	172,8	172,8	172,8	172,8	172,8
Salario/labor realizada	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500	\$ 589.500
Prestaciones (65%)	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175	\$ 383.175
Total mes	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675	\$ 972.675
Costo de MOD/hora	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066	\$ 5.066

Fuente: Los autores 2013.

⁸⁴ Información suministrada por producción Teincol LTDA. . Fecha: Julio de 2013.

2.1.14. Capacidad instalada.

El análisis de capacidad instalada es de gran importancia, debido a que si se tiene una capacidad excesiva puede ser tan fatal como la capacidad insuficiente, por lo tanto se debe contar con un equilibrio constante.

Al escoger una estrategia de capacidad se debe analizar preguntas como:

¿Qué porcentaje de capacidad se necesita para manejar la demanda incierta y variable?

¿Se debe expandir la capacidad antes de que la demanda se manifieste claramente o es mejor hasta que la última se profile con mayor certeza? **Ver anexo 3.**

Dado que en TEINCOL LTDA se fabrican diferentes líneas de productos, en la mayoría de casos bajo pedido, para hacer una estimación de la capacidad máxima de producción del sistema es necesario conocer la capacidad actual, el tiempo de fabricación e incluso el recurso restrictivo en un solo producto que se plantee fabricar, es necesario tener esta información para saber qué capacidad tiene el sistema en conjunto, para fabricar una determinada mezcla de productos en un tiempo establecido.

Para realizar el cálculo de la capacidad instalada de cada uno de los centros de trabajo, en horas/mes se inicia con el tiempo teórico de trabajo⁸⁵.

En la tabla 3 se reflejan las jornadas en las cuales labora la empresa, los horarios que la componen y el total de horas laboradas por jornada por el trabajador.

Tabla 3. Horarios de trabajo

JORNADA	HORARIO	TOTAL HORAS
Diurna Normal	8:30 – 12:00	4 Hrs
	1:30 -5:30	4 Hrs
Diurna extra	5:30 – 9:00	3,5 Hrs

Fuente: Reglamento interno de la empresa, 2013.

⁸⁵Información suministrada por producción Teincol LTDA. Fecha: Julio de 2013.

Del anterior cuadro se extrae la cantidad de horas de trabajo por área diarios, de la siguiente manera:

En la tabla 4, se evidencia el tiempo normal, la hora extra y el descanso por día, de los trabajadores que operan en las diferentes áreas de la organización.

Tabla 4. Horarios centros de trabajo por área

TIEMPO DE TURNO DE TRABAJO (horas)							
	Corte	Torno	Ensamble	Soldado	Limpieza	Esmeril	Almacenamiento
Normal	8	8	8	8	8	8	8
Extra por Día	0	0	0	0	0	0	0
Descanso por día	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: Los autores 2013.

Con los datos e información adquiridos en los cuadros anteriores, se pueden definir según las características del área, el número de operarios y máquinas que dan la capacidad del centro de trabajo.

En la tabla 5, se calcula la capacidad total de la planta, se tiene en cuenta aspectos como centro de trabajo, número de operarios y pérdidas por mantenimiento.

Tabla 5. Número de paradas por mantenimiento.

CENTRO DE TRABAJO	NÚMERO DE RECURSOS (OPERARIO)	PÉRDIDAS POR MANTENIMIENTO (HORAS/MES)
Corte	1	2
Torno	1	2
Ensamble	1	2.5
Soldado	4	3
Limpieza	2	3
Esmeril	1	2
Almacenamiento	2	1

Fuente: Los autores 2013.

El tiempo definido por pérdidas de mantenimiento, fue manejado de acuerdo a estimaciones generadas a partir del tiempo promedio de aseo y limpieza, en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, complementado de la información suministrada por los operarios.

La capacidad instalada⁸⁶ está dada por el número de horas de trabajo que se pueden realizar, suponiendo que durante el tiempo de trabajo no se produce ninguna parada en los puestos de trabajo, menos las pérdidas totales por mantenimiento de los medios de trabajo⁸⁷.

Con la anterior idea, la capacidad instalada en horas hombre se define de la siguiente manera⁸⁸:

$$Ci = \sum_{i=1}^m n_i \times hd \times dh - \sum_{i=1}^m n_i \times g_i \quad \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

Donde:

i: 1.2....m; Número de sitios de trabajo.

n: número de sitios de trabajo de tipo i.

m: sitios de trabajo agrupados por tipo i.

dh: 24 días en el mes.

hd: 8 horas en el día.

g: Perdidas estándares por mantenimiento de los medios de trabajo.

Ci: (1*24*8)-(2+2+2.5+3+3+2+1).

Ci: 177.5 (Horas/Mes).

La capacidad máxima de producción y que está prevista con los medios de trabajo actuales está dada en **177.5 horas/mes**, esto se cumple para todos los meses, esta capacidad puede modificarse de acuerdo a la inclusión de más recursos como maquinaria y/o mano de obra.

⁸⁶KALENATIC Dusko-BLANCO Luis Ernesto, aplicaciones computacionales en producción, Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas .Fecha: Agosto 2013.

⁸⁷ http://www.eco-finanzas.com/diccionario/C/CAPACIDAD_INSTALADA.htm.Fecha: Agosto 2013.

⁸⁸SIPPER, Daniel y BULFIN, Robert L. Planeación y control de la producción. p.329 McGraw-Hill interamericana editor, S.A. de C.V 1998. Fecha: Agosto 2013.

2.1.15. Análisis de los factores del sistema.

El siguiente análisis tendrá como objetivo primordial, identificar las diferentes cualidades del sistema, con el fin de extraer los puntos que estén afectando la productividad en la organización, con esto encaminar los diferentes propósitos del modelo a diseñar del proceso de producción.

Para llevar a cabo este proceso se le dará paso inicialmente a la matriz DOFA, la cual especificará aspectos como: fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades finalmente facilitando la identificación de los aspectos que están interviniendo en el proceso productivo.

2.1.16. Fuentes de información.

En las fuentes de información se identificarán los diferentes puntos necesarios para la realización de la matriz DOFA, será fundamentada con aspectos relevantes como lo son:

Fluidez de la producción en la empresa. **Ver anexo 4.**

Clima organizacional actual. **Ver anexo 5.**

Manejo adecuado de materiales. **Ver anexo 6.**

Destreza de los operarios en las diferentes áreas. **Ver anexo 7.**

Comunicación en la organización. **Ver anexo 8.**

Esta información se obtuvo por medios confiables los cuales garantizaron en gran forma la posibilidad de colaboración de cada uno de los respectivos funcionarios de la empresa, estos medios se observan a continuación.

Listas de chequeo.

Entrevistas.

Encuestas.

Observación directa.

La información anteriormente nombrada y que permitió la construcción final de la matriz DOFA, fue brindada principalmente por líderes de la estructura organizacional como lo son: finanzas, políticas empresariales, lineamientos empresariales, logística, mercadotecnia, inventarios, investigación, relaciones internas y externas entre otros.

2.1.17. Lista de chequeo.

La lista de chequeo es una técnica de evaluación y se utilizó en el proyecto debido a que se está tratando con un proceso productivo correspondiente a operaciones industriales y relacionadas con: empleo de máquinas, equipos, herramientas, así como la utilización de materias primas e insumos.

La lista de chequeo se diseñó con el fin de evaluar el estado de las diferentes maquinas empleadas en la producción de la empresa. También se evaluó el estado de las instalaciones, buscando los factores de riesgo que puedan generar accidentes o enfermedades profesionales los cuales son necesarios controlar.

La anterior lista de chequeo fue realizada por los autores del presente proyecto, teniendo en cuenta parámetros como:

1. Extensión corta y comprensible de los diferentes ítems.
2. Observación directa del proceso, varias oportunidades.
3. Combinación de puntos de vista entre los operarios de gran experiencia, con evaluadores del proceso.
4. Opinión del supervisor sobre los riesgos existentes.
5. Realización de prueba piloto, solución del formato por los diferentes trabajadores.
6. Retroalimentación y ajustes del formato.

En el cuadro 4, se ejecuta una evaluación del estado de los diferentes equipos y de las condiciones de las áreas de trabajo.

Cuadro 4. Lista de chequeo manejo adecuado de la maquinaria.

A= Aceptable

NA= No aceptable

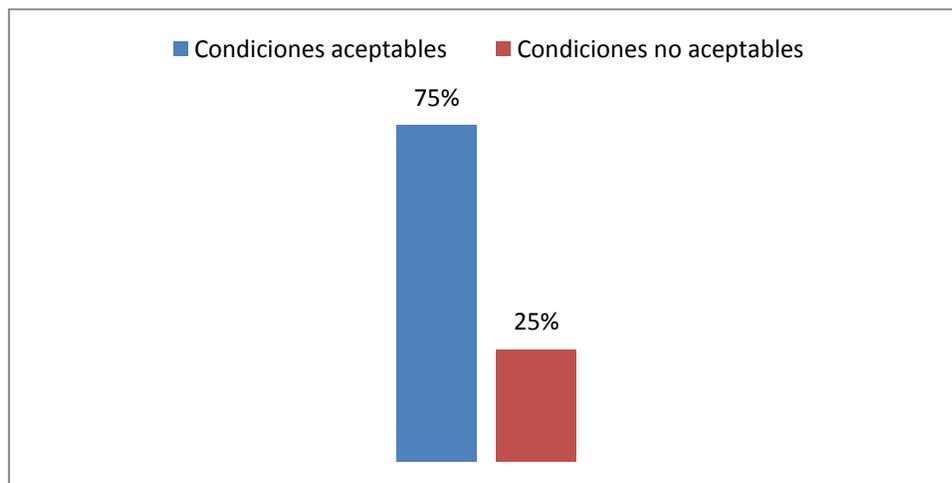
NE=No existe

INSPECCIÓN CHECK LIST TEINCOL LTDA						
AREAS: torno,fresa,soldadura,esmeril		FECHA			REALIZADA POR: Nestor Fernando Gutierrez Iemus	
					Carlos Eduardo Guerrero Vargas	
A	CHECK LIST TEINCOI LTDA	A	NA	NE	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1	Estado de la maquina cortadora	x				
2	Estado del torno paralelo	x				
3	Estado del equipo de soldadura	x				
4	Estado del equipo esmeril	x				
5	Estado de las herramientas de mano	x				
6	Estado del equipo de limpieza		x			
7	Extintores en el area	x				
8	luminación adecuada		x			
9	Modos de servicio	x				
10	Fugas del sistema	x				
11	Señalización en las areas		x			
12	Calibración de los diferentes equipos	x				
TOTALES		9	3	0	Condiciones aceptables	75%
					Condiciones no aceptables	25%

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 1, se observa que solo un 25% de los ítems en evaluación están en condición no aceptabilidad, la acción a emprender luego de detectar posible peligro es ajustar al máximo buscando prevenir a futuro.

Gráfico 1. Checklist TEINCOL LTDA.



Fuente: Los autores 2013

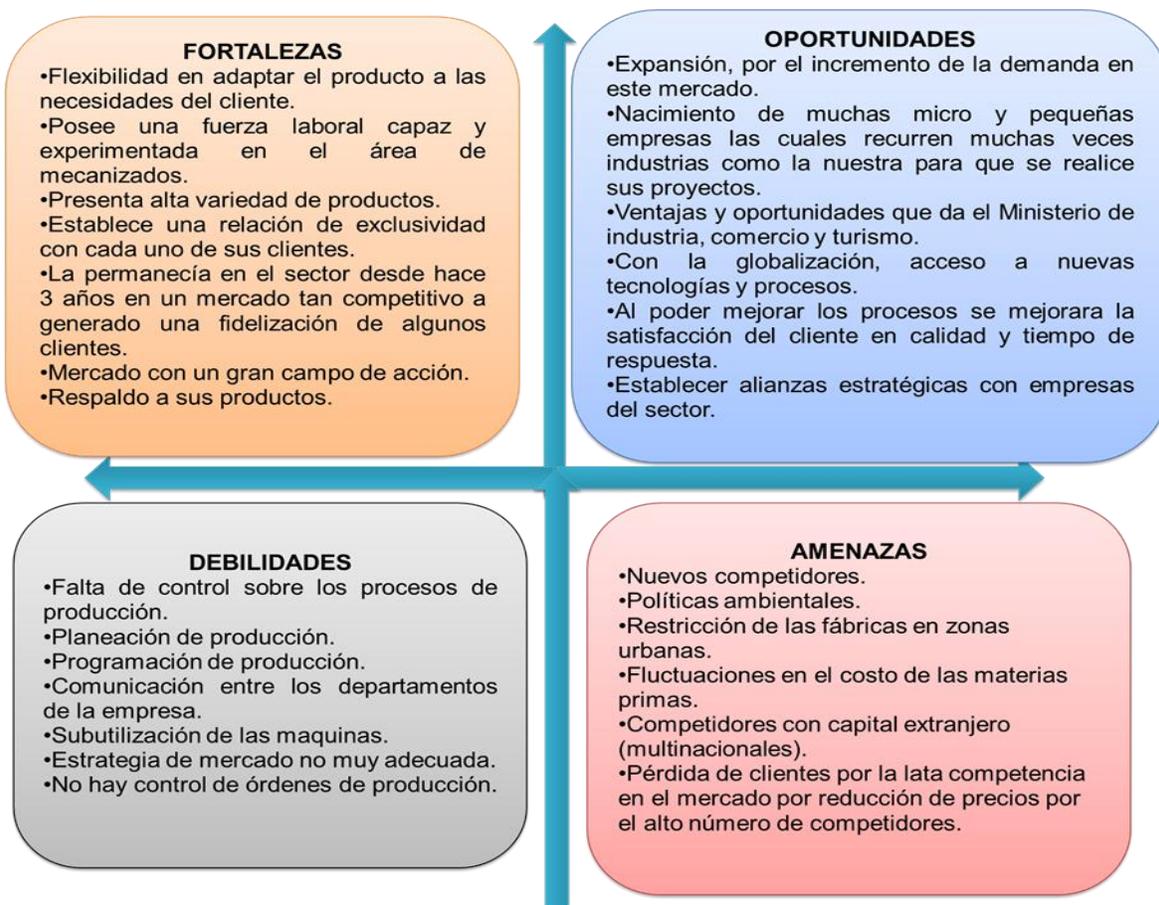
2.1.18. Matriz DOFA.

Se utilizó la matriz DOFA como herramienta de diagnóstico para identificar los problemas que necesita abordar la organización.

La empresa en cuanto al proceso de la planeación, programación y control de la producción, se encuentra con muy pocas fortalezas, estas se deberían aumentar y aprovecharlas en mayor forma, claro está que se resalta en la organización el espíritu de mejoramiento, muestra de ello es la autorización para el presente proyecto.

En la figura 8, se muestran las diferentes fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se dan en la organización, teniendo en cuenta los diferentes aspectos relevantes que se nombran en el numeral 2.1.16.

Figura 8. Matriz DOFA de TEINCOL LTDA.



Fuente: Los autores 2013.

En cuanto a las fortalezas se observa que se enfatiza mucho en los requerimientos y satisfacción del cliente, pero se está dejando a un lado la parte interna de la empresa, más puntualmente la producción.

Por consiguiente la mayor debilidad que se encuentra es en la parte de planeación programación y control de producción, temática que se aborda en el presente proyecto, el cual busca convertir estas debilidades en fortalezas y paralelamente llegar al buen funcionamiento de la empresa.

Sobre las oportunidades es conveniente resaltar que la empresa debe apoyarse en la ayuda del gobierno por medio del Ministerio de industria, el cual ayudará a la empresa a tener más ventajas y oportunidades, paralelamente ayudar a diversificar los productos y a explorar mercados internacionales.

Para enfrentar las amenazas, la organización se debe preparar mejorando sus procesos productivos, generando herramientas que aumenten la eficiencia de sus procesos productivos, llevando de manera efectiva los resultados programados a la rentabilidad de la empresa y obtención de madurez la cual soporte la inversión de los productos extranjeros, cuando ingresen de manera directa a los mercados nacionales.

2.2. IDENTIFICAR LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA, QUE DETERMINEN EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

2.2.1. Clasificación ABC de los productos.

Se realiza la clasificación ABC de los diferentes productos que maneja TEINCOL LTDA, con el fin de reafirmar que el producto de mayor rentabilidad y al cual se le debe hacer el correspondiente estudio son las bocas para oxígeno, también con el objetivo de saber el costo unitario del producto para poder realizar el modelo mrp.

Por otro lado este estudio se efectúa a petición de la gerencia de la empresa, debido a que su propietario don Elkin, quiere fortalecer este producto al máximo.

Para poder ejecutar esta herramienta, se tuvo en cuenta una información base sobre la comercialización y venta de los productos fabricados durante los años 2011-2012⁸⁹.

Se utilizó la clasificación ABC bajo los siguientes parámetros:

- 20% en cantidad para productos A= 4 incluyendo el producto boca para oxígeno.
- 30% en cantidad para el producto B=6
- 50% en cantidad para el producto C=10

En la Tabla 6, se observa la clasificación ABC de los diferentes productos que maneja TEINCOL LTDA en la actualidad.

⁸⁹ Información brindada por el departamento comercial de TeincolLTDA. Fecha: Agosto 2013.

Tabla 6. Clasificación ABC.

ABC productos TEINCOL LTDA								
Componente Num	Producto	Demanda Anual en unidades	Valor unitario	Valor de venta	Porcentaje acumulado de cantidad	Porcentaje de valor	% de valor acumulado	
1	Bocas para oxigeno	481	175.635	84.480.435,00	5,00%	12,68%	12,68%	TIPO A
2	Estructura andamio tradicional	1.105	46.000	50.830.000,00	10,00%	7,63%	20,31%	
3	Andamios multidireccionales	990	46.000	45.540.000,00	15,00%	6,83%	27,14%	
4	Ruedas de 1.8 mts diametro	889	50.000	44.450.000,00	20,00%	6,67%	33,81%	
5	Engranajes rectos	870	46.000	40.020.000,00	25,00%	6,01%	39,82%	TIPO B
6	Corona espiral	866	42.000	36.372.000,00	30,00%	5,46%	45,28%	
7	Cuchillas de corte	842	43.000	36.206.000,00	35,00%	5,43%	50,71%	
8	Ejes para maquina	845	42.000	35.490.000,00	40,00%	5,33%	56,04%	
9	Bujes en bronce	838	42.500	35.615.000,00	45,00%	5,34%	61,38%	
10	Abrazaderas metalicas	814	40.000	32.560.000,00	50,00%	4,89%	66,27%	
11	Pernos	804	38.900	31.275.600,00	55,00%	4,69%	70,96%	TIPO C
12	Reparación de mangueras de llenado	797	39.000	31.083.000,00	60,00%	4,66%	75,62%	
13	Reparación de bombas centrifugas	745	35.980	26.805.100,00	65,00%	4,02%	79,65%	
14	Reparación de bombas rotativas	715	35.000	25.025.000,00	70,00%	3,76%	83,40%	
15	Reparación de turbinas a vapor	688	34.000	23.392.000,00	75,00%	3,51%	86,91%	
16	Reparación de valvulas de compuertas	675	33.000	22.275.000,00	80,00%	3,34%	90,26%	
17	mecanizados bajo especificación	619	30.000	18.570.000,00	85,00%	2,79%	93,04%	
18	Esruectura andamio colgante	596	28.900	17.224.400,00	90,00%	2,58%	95,63%	
19	Canastas para soporte	595	25.000	14.875.000,00	95,00%	2,23%	97,86%	
20	Rodillos para bandas transportadoras	571	25.000	14.275.000,00	100,00%	2,14%	100,00%	
				666.363.535,00		100,00%		

Fuente: Los autores 2013.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la clasificación ABC (Tabla 6), también la petición de la gerencia se opta por descartar del estudio los demás productos de tipo A, partiendo del porcentaje de valor y del criterio histórico que tiene la empresa sobre el producto bocas para oxígeno.

2.2.2. Estudio de tiempos y movimientos.

En esta etapa del proyecto, se realizó un contacto mayor con los operarios y cada una de las áreas en general, se tomaron los respectivos tiempos necesarios para cada proceso que conforma la fabricación del producto en estudio (Boca para Oxígeno).

En la tabla 7, se toman 16 tiempos correspondientes a la demora en cada proceso de fabricación de la boca de oxígeno, se realiza el promedio y finalmente se suman para obtener el tiempo promedio total.

Tabla 7. Toma de tiempos de las actividades, elaboración boca para oxígeno.

ACTIVIDAD	TOMA DE TIEMPOS FABRICACIÓN DE BOCA PARA OXIGENO(O)																Tiempo Promedio (Minutos)
	CICLO																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BOCA PARA OXIGENO(O)																	179,41
ELABORACIÓN PIEZA A (TUBO)																	
Recepción de material	17,32	16,53	17,01	17,11	16,54	16,43	17,48	16,52	16,45	17,48	16,37	16,32	17,22	17,12	16,48	17,34	16,86
Transporte de MP (area de corte)	1,23	1,54	1,34	1,43	1,25	1,53	1,48	1,32	1,23	1,43	1,23	1,34	1,32	1,23	1,32	1,22	1,34
Corte de piezas según el plano(corte)	7,33	7,32	7,34	7,22	7,01	7,45	6,54	7,28	6,47	7,01	7,22	6,42	7,33	6,54	7,33	6,54	7,02
Transporte de MP (area de torno)	1,22	1,48	1,51	1,54	1,52	1,41	1,56	1,54	1,54	1,52	1,56	1,44	1,45	1,56	1,54	1,54	1,50
Hacer roscado interno de pieza 1(torno)	21,02	20,34	20,32	20,34	20,45	20,56	21,12	21,03	20,22	19,54	20,34	20,21	19,32	21,21	21,23	19,56	20,43
Trasporte area de ensamble	1,01	1,23	1,23	1,15	1,12	1,13	1,23	1,34	1,34	1,24	1,45	1,34	1,46	1,54	1,43	1,45	1,29
ELABORACIÓN PIEZA B (CAMPANA)																	
Recepción de material	17,44	15,44	17,23	16,43	17,43	15,54	18,12	17,34	16,44	17,15	15,34	16,34	16,01	17,02	18,23	18,33	16,86
Transporte de MP (area de torno)	1,23	1,22	1,48	1,32	1,45	1,4	1,34	1,34	1,23	1,34	1,38	1,43	1,33	1,23	1,4	1,25	1,34
Hacer roscado interno de pieza 2(torno)	20,32	19,45	21,34	19,48	20,54	20,33	21,23	21,43	20,47	19,47	19,54	21,33	21,23	20,32	20,33	21,01	20,49
Trasporte area de ensamble	1,23	1,34	1,23	1,45	1,44	1,23	1,23	1,33	1,12	1,23	1,34	1,21	1,3	1,28	1,32	1,21	1,29
ENSABLE DE PIEZAS																	
Ensamble entre pieza 1 y 2	10,23	9,54	10,03	9,34	10,28	9,45	10,33	11,12	11,01	9,33	10,33	11,21	9,34	11,33	10,23	11,22	10,27
Transporte area de soldadura	1,52	1,47	1,55	1,54	1,54	1,58	1,47	1,48	1,53	1,3	1,54	1,51	1,45	1,45	1,56	1,48	1,50
Soldar en plata pieza 1 y 2 (equipo de oxiacetileno)	17,33	16,21	17,33	16,45	16,48	16,43	17,04	17,33	16,45	17,34	16,56	16,23	17,53	17,32	16,54	16,5	16,82
Transporte area de limpieza	2,27	2,4	2,03	2,06	1,56	2,08	1,56	2	2,03	2,01	2,01	2,02	2,13	2,2	1,55	2,04	2,00
Limpieza de la pieza ensamblada, en acido	15,31	15,48	15,33	15,47	15,46	15,44	15,46	16,33	15,23	15,43	15,43	15,54	16,32	16,43	16,02	15,56	15,64
Transporte area de torno (rosca exterior)	1,43	1,32	1,35	1,42	1,38	1,22	1,45	1,34	1,43	1,23	1,43	1,47	1,46	1,55	1,34	1,34	1,39
Hacer rosca externa de la pieza	20,43	20,33	19,34	19,23	18,54	19,48	21,32	20,33	21,34	20,34	19,54	20,33	19,53	20,21	20,33	19,56	20,01
Transporte area esmeril	1,22	1,34	1,32	1,32	1,24	1,43	1,45	1,56	1,33	1,34	1,23	1,56	1,43	1,43	1,45	1,55	1,39
Brillo de la pieza, esmerilado	20,33	21,32	20,51	21,33	21,23	21,43	21,34	21,21	20,33	21,21	20,33	19,32	19,4	19,32	20,43	20,31	20,58
Transporte almacen de producto terminado	1,45	1,56	1,34	1,34	1,45	1,37	1,46	1,27	1,55	1,32	1,32	1,54	1,23	1,54	1,33	1,45	1,41

Fuente: Los autores 2013.

2.2.3. Tiempo normal del proceso.

En la tabla 8, se utilizan los tiempos promedios hallados en la tabla 7 y se multiplican por un factor de calificación que se explica en el numeral 2.2.3.1, finalmente se hace la sumatoria y como resultado da el tiempo total normal, que es necesario para calcular el tiempo estándar.

Tabla 8. Tiempo normal, fabricación boca para oxígeno.

ELEMENTO	Te(media)	Factor de calificación	Tiempo normal(Minutos)
ELABORACIÓN PIEZA A (TUBO)			
Recepción de material	16,86	1,1	18,546
Transporte de MP (area de corte)	1,34	1,1	1,474
Corte de piezas según el plano(corte)	7,02	1,1	7,722
Transporte de MP (area de torno)	1,50	1,1	1,65
Hacer roscado interno de pieza 1(torno)	20,43	1,1	22,473
Trasporte area de ensamble	1,29	1,1	1,419
ELABORACIÓN PIEZA B (CAMPANA)			
Recepción de material	16,86	1,1	18,546
Transporte de MP (area de torno)	1,34	1,1	1,474
Hacer roscado interno de pieza 2(torno)	20,49	1,1	22,539
Trasporte area de ensamble	1,29	1,1	1,419
ENSABLE DE PIEZAS			
Ensamble entre pieza 1 y 2	10,27	1,1	11,297
Transporte area de soldadura	1,50	1,1	1,65
Soldar en plata pieza 1 y 2 (equipo de oxiacetileno)	16,82	1,1	18,502
Transporte area de limpieza	2,00	1,1	2,2
Limpieza de la pieza ensamblada, en acido	15,64	1,1	17,204
Transporte area de torno (rosca exterior)	1,39	1,1	1,529
Hacer rosca externa de la pieza	20,01	1,1	22,011
Transporte area esmeril	1,39	1,1	1,529
Brillo de la pieza, esmerilado	20,58	1,1	22,638
Transporte almacen de producto terminado	1,41	1,1	1,551
TIEMPO TOTAL NORMAL			230,66

Fuente: Los autores 2013.

2.2.3.1. Factor de calificación.

Cuando se obtiene el tiempo promedio en minutos de las diferentes actividades, se estima un factor de calificación a la actividad, en este se observa la diferencia del ritmo de trabajo de cada operario con la perspectiva que tiene el investigador de un tiempo normal, en el presente caso después de analizar los diferentes ritmos de los trabajadores se otorga un factor de calificación de 110%.

2.2.4. Tiempo estándar del proceso.

$$TE= TN (1+Total Tolerancia)$$

TE= Tiempo Estándar

TN=Tiempo Normal⁹⁰

Para realizar el respectivo estudio, se aplicaron las siguientes interrupciones en el proceso:

Suspensión por cansancio: 4%

Necesidad de ir al baño: 4%

Llegada tarde de los operarios: 7%

Retraso en la llegada de material: 6%

Total Tolerancia: 21%

Tiempo estándar total del proceso.

$$TE= TN (1+Total Tolerancia).$$

$$TE=230,66(1+0,21)=279,0986 \text{ MIN.}$$

2.2.5. Observación del estudio de tiempos y movimientos.

Se llevó a cabo el estudio de tiempos con el único fin de tener datos exactos del tiempo estándar de las diferentes actividades necesarias, como también el tiempo total del producto final.

2.2.6. Diagrama de flujo del proceso.

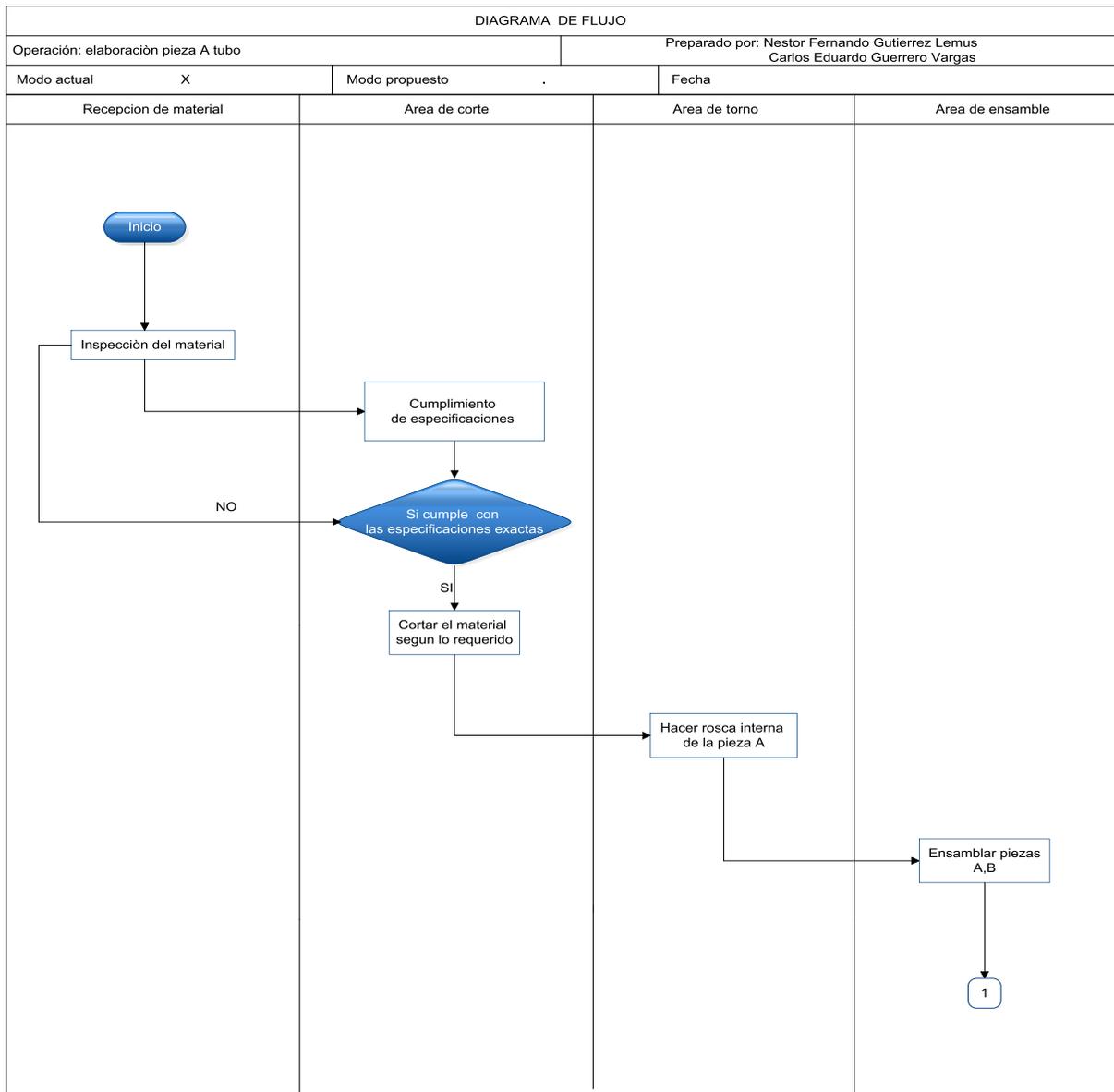
Para la elaboración del diagrama de flujo de las bocas de oxígeno, se tomó como base primordial el estudio de tiempos realizado anteriormente, extrayendo de este la mejor forma de plasmar las operaciones necesarias en la fabricación de este producto, teniendo también en cuenta las diferentes demoras que se presentan y tiempos de almacenamiento del producto.

⁹⁰<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/642/1/84732.PDF>Fecha: Agosto 2013.

Producto: Boca para oxígeno.

En el cuadro 5, se observa el diagrama de flujo con sus respectivas actividades para la elaboración de la pieza A Tubo, de la Boca para oxígeno.

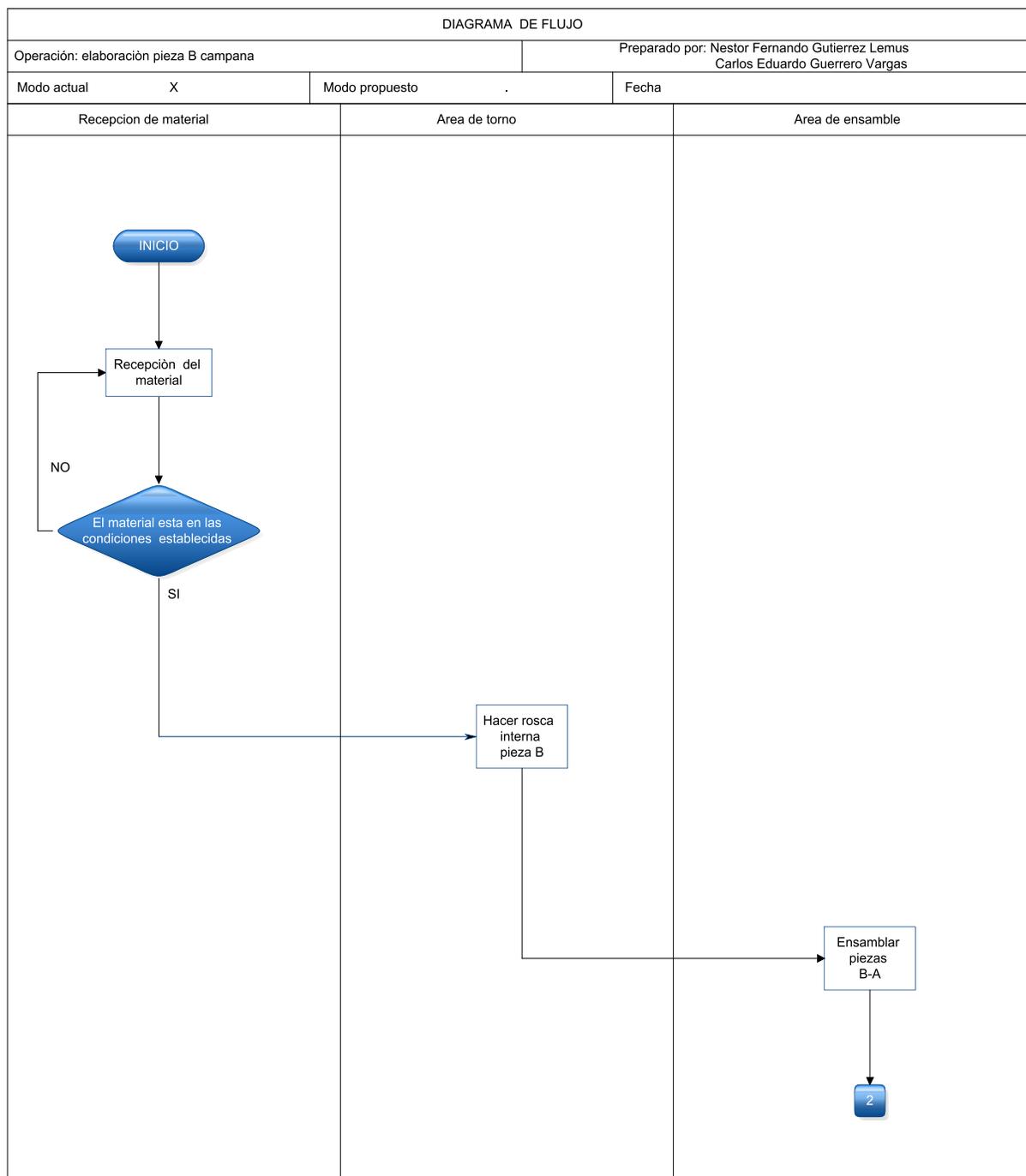
Cuadro 5. Diagrama de flujo “elaboración pieza A tubo”.



Fuente: Los autores 2013.

En el cuadro 6, se observa el diagrama de flujo con sus respectivas actividades para la elaboración de la pieza B campana, de la boca para oxígeno.

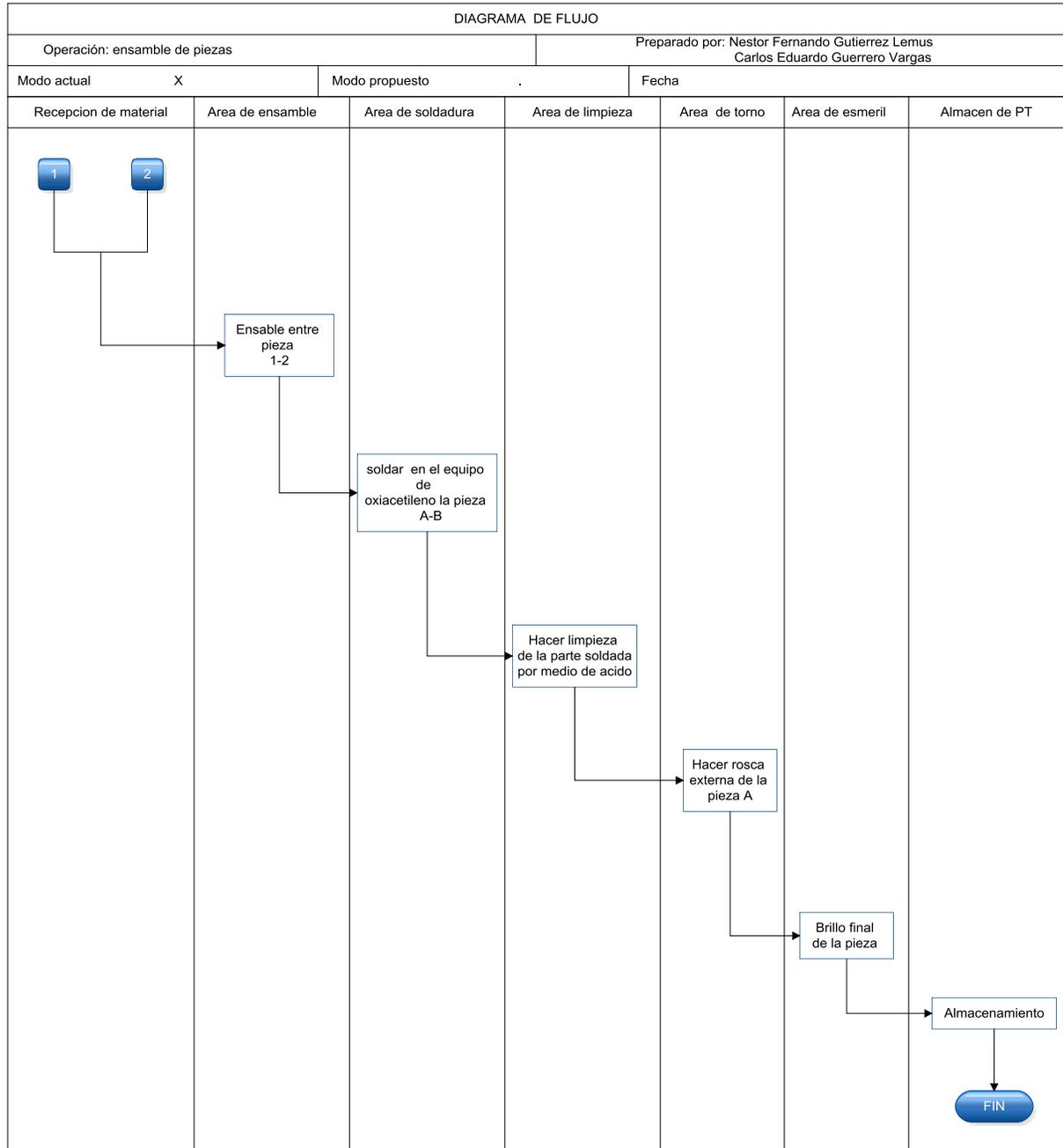
Cuadro 6. Diagrama de flujo “elaboración pieza B campana”.



Fuente: Los autores 2013.

En el cuadro 7 se puede observar el diagrama de flujo con sus respectivas actividades del ensamble entre las piezas A y B, de la boca para oxígeno.

Cuadro 7. Diagrama de flujo “ensamble entre piezas A-B”.



Fuente: Los autores 2013.

2.2.7. Promedio móvil simple.

Este pronóstico se ejecutó utilizando como base los datos obtenidos del año 2012 y el primer semestre del año 2013. La información obtenida se recolectó cada tres meses, debido a que la venta de los productos no era la misma en todos, situación que provocaría una gran variación en los datos⁹¹.

El pronóstico promedio simple se llevó en marcha, teniendo en cuenta las diferentes demandas que se venían presentando a lo largo del año 2012 y parte del año 2013, se utilizó promedio ponderado y suavización exponencial debido a que en el momento de realizar el plan de requerimiento de materiales, el periodo trimestral era un poco extenso comparado con el tiempo de demora de cada producto fabricado⁹².

En la tabla 9, se observa el promedio móvil simple correspondiente al año 2011, con una columna de periodo(meses) una de demanda actual y una de pronóstico. El pronóstico se calcula sumando las demandas de los meses, dividido los periodos.

⁹¹ <http://paginasprodigy.com/sylsr/ingenierias/pronosticos/promedio%20m%C3%B3vil%20simple.html> Fecha: Agosto 2013.

⁹² Hernández, R. y otros (2006) Metodología de la Investigación. Pag 85 México D. F.: McGraw Hill.Fecha: Enero de 2013. Fecha: Agosto 2013.

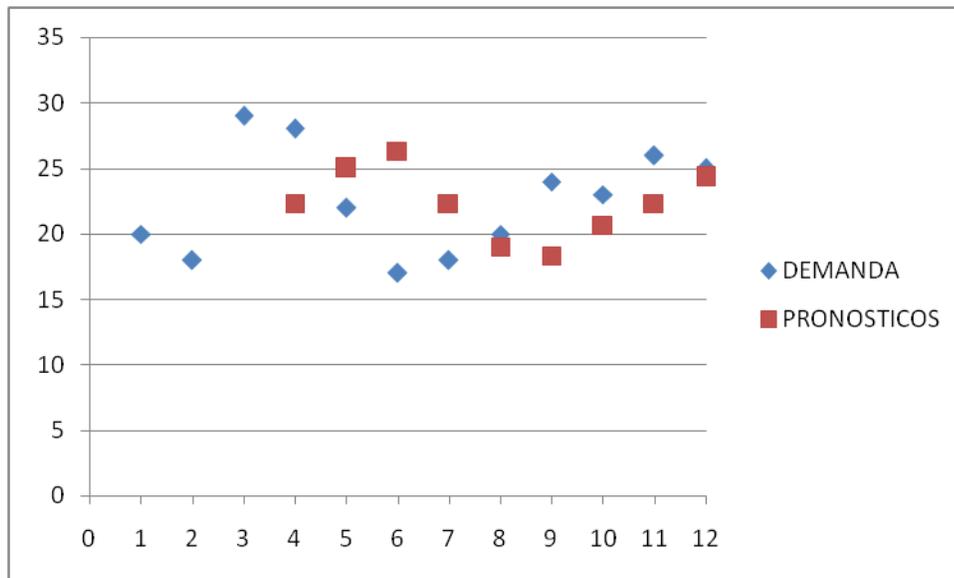
Tabla 9. Promedio móvil simple 2011.

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO
ENERO	20	
FEBRERO	18	
MARZO	29	
ABRIL	28	22
MAYO	22	25
JUNIO	17	26
JULIO	18	22
AGOSTO	20	19
SEPTIEMBRE	24	18
OCTUBRE	23	21
NOVIEMBRE	26	22
DICIEMBRE	25	24

Fuente: Los autores 3013.

En el gráfico 2, se realiza una comparación entre la demanda real y el promedio móvil simple arrojado. Se observa que lo demandado no es concurrente con lo pronosticado por lo tanto hay problemática en la producción.

Gráfico 2. Comparación entre demanda real y promedio móvil simple año 2011.



Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 10, se observa el promedio móvil simple correspondiente al año 2012, con una columna de periodo (meses), demanda y una del pronóstico. Se evidencia el aumento en la demanda, pero hay algo de diferencia con el pronóstico.

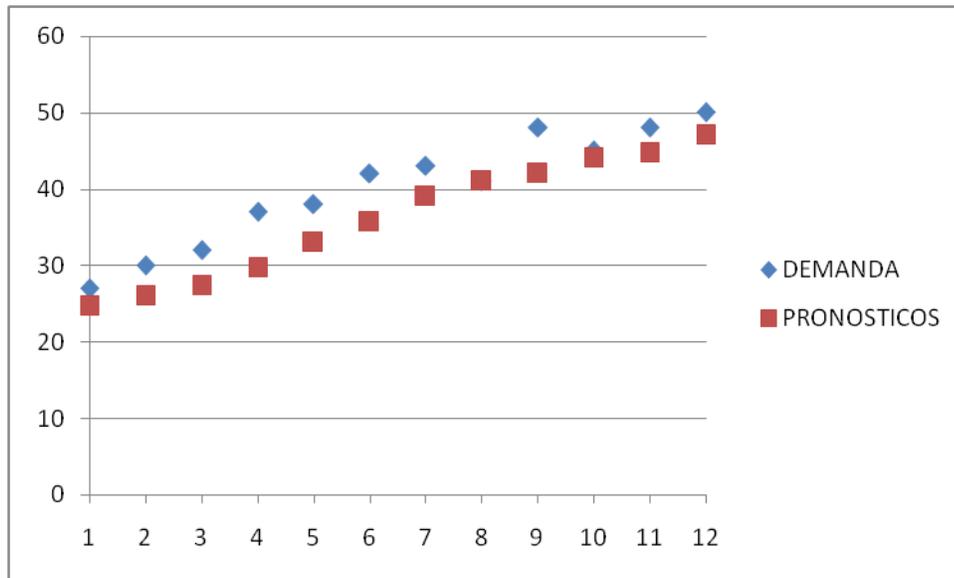
Tabla 10. Promedio móvil simple 2012.

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO
ENERO	27	25
FEBRERO	30	26
MARZO	32	27
ABRIL	37	30
MAYO	38	33
JUNIO	42	36
JULIO	43	39
AGOSTO	41	41
SEPTIEMBRE	48	42
OCTUBRE	45	44
NOVIEMBRE	48	45
DICIEMBRE	50	47

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 3, se refleja la comparación entre la demanda real y el promedio móvil simple obtenido en el año 2012.

Gráfico 3. Comparación entre demanda real y promedio móvil simple año 2012.



Fuente: los autores 2013.

En la tabla 11, se observa el promedio móvil simple correspondiente al año 2013, con una columna de periodo (meses), una de demanda y una final de pronóstico. En los meses evaluados del año 2013 sigue aumentando la demanda, paralelamente el pronóstico por lo tanto sigue la diferencia pero ya más reducida.

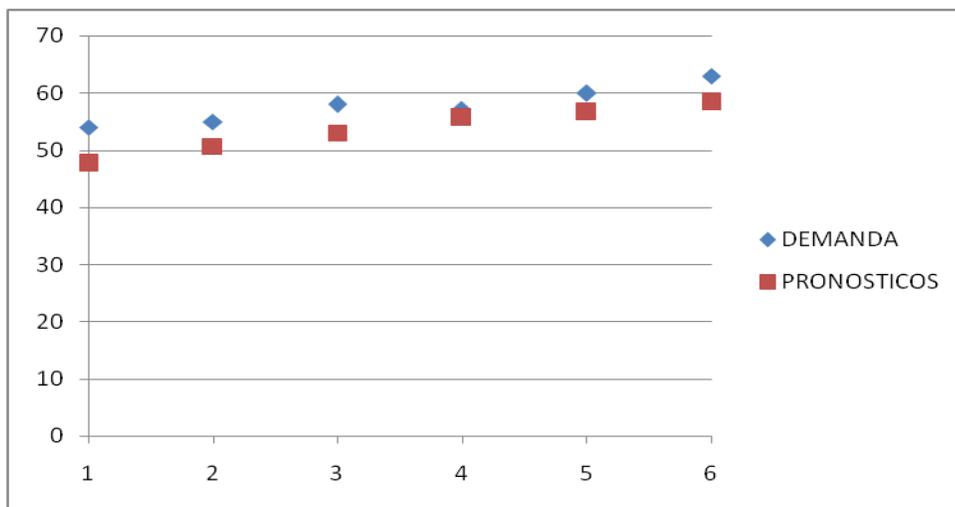
Tabla 11. Promedio móvil simple 2013.

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO
ENERO	54	48
FEBRERO	55	51
MARZO	58	53
ABRIL	57	56
MAYO	60	57
JUNIO	63	58

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 4, se puede observar la comparación de la demanda real con el promedio móvil simple arrojado en el año 2013.

Gráfico 4. Comparación entre demanda real y promedio móvil simple año 2013.



Fuente: los autores 2013.

Los cálculos correspondientes a los pronósticos, promedio móvil simple años 2011, 2012 y 2013, se pueden observar en el anexo 9.

Esta técnica de pronóstico se utiliza también para patrones de demanda, dando como resultado pronóstico estable⁹³.

En la figura 9 se observa la ecuación promedio móvil ponderada, sujeta a los siguientes condicionales:

x(t): Dato Actual de la demanda (histórico) en el período t, t=1,...,n

F(t): Pronóstico base simple o valor suavizado(derivado) en el período t

f(t+h): El pronóstico(Predicción) del periodo t+h realizado en el tiempo t,

m: El número de períodos movibles

h= números de periodos pronosticados hacía el futuro.

w(1), w(2), ..., w(m) son las ponderaciones con w(1) es usado para x(t) y w(m) es usada para x(t-m+1)⁹⁴.

Figura 9. Ecuación promedio móvil ponderada.

$$F(t) = \sum_{i=t-m+1}^t W(t-i+1)X(i)$$

$$\sum_{i=1}^m W(i) = 1$$

$$f(t+h) = F(t)$$

Fuente:James L.Riggs. Sistemas de producción: Planeación, Análisis y Control. Editorial limusa SA. 1999.

⁹³ <http://industrialopusnova.blogspot.com/2011/03/promedio-movil-ponderado-administracion.html> Fecha: Agosto 2013.

⁹⁴ SIPPEN, Daniel; planeación y control de la producción; Pág. 511; Editorial: Mc GRAW-HILL; Año: 1998 Fecha: Agosto 2013.

En la tabla 12, se observa el promedio móvil ponderado correspondiente al año 2011, con una columna de periodo(meses), una de demanda y finalmente la del pronóstico.

El promedio móvil ponderado se calcula mediante la obtención de unos factores x,y,z , por ende la multiplicación de estos con las demandas de los meses dividido por estos mismos.

Tabla 12. Promedio móvil ponderado (año 2011).

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO
ENERO	20	
FEBRERO	18	
MARZO	29	
ABRIL	28	22
MAYO	22	25
JUNIO	17	26
JULIO	18	22
AGOSTO	20	19
SEPTIEMBRE	24	18
OCTUBRE	23	20
NOVIEMBRE	26	22
DICIEMBRE	25	24

Fuente. Los autores 2011

En la tabla 13, se realiza el promedio móvil ponderado del año 2011, mediante el software (WINQSB), se observa que concuerda con el calculado manualmente.

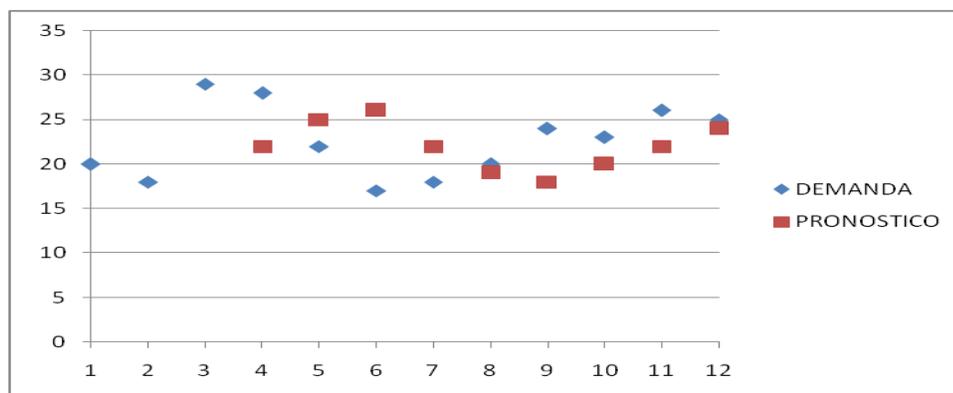
Tabla 13. Promedio móvil ponderado, año 2011 (WINQSB).

01-08-2014 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	20								
2	18								
3	29								
4	28	22,33333	5,666666	5,666666	5,666666	32,1111	20,23809	1	
5	22	25	-3	2,666666	4,333333	20,55555	16,93723	0,6153845	0,3950616
6	17	26,33333	-9,333334	-6,666668	6	42,74074	29,59214	-1,111111	0,3809523
7	18	22,33333	-4,333334	-11	5,583333	36,75	28,21262	-1,97015	0,5652175
8	20	19	1	-10	4,666667	29,6	23,5701	-2,142857	0,6842106
9	24	18,33333	5,666666	-4,333336	4,833333	30,01852	23,57693	-0,8965522	0,6380573
10	23	20,66667	2,333332	-2,000004	4,47619	26,50794	21,65808	-0,4468094	0,6179858
11	26	22,33333	3,666666	1,666662	4,375	24,875	20,71364	0,3809514	0,5188833
12	25	24,33333	0,666666	2,333328	3,962963	22,16049	18,70842	0,5887838	0,5321696
13		24,66667							
CFE		2,333328							
MAD		3,962963							
MSE		22,16049							
MAPE		18,70842							
Trk.Signal		0,5887838							
R-square		0,5321696							
		m=3							
		W(1)=0,3333333							
		W(2)=0,3333333							
		W(3)=0,3333333							

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 5, se observa la comparación entre la demanda real y el promedio móvil ponderado arrojado en el 2011.

Gráfico 5. Comparación entre demanda real y promedio móvil ponderado año 2011.



Fuente: Los autores 2013.

La tabla 14 refleja el promedio móvil simple correspondiente al año 2012, con su respectivo periodo (meses), demanda y pronóstico obtenido.

Tabla 14. Promedio móvil ponderado año 2012.

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO
ENERO	27	25
FEBRERO	30	26
MARZO	32	27
ABRIL	37	30
MAYO	38	33
JUNIO	42	36
JULIO	43	39
AGOSTO	41	41
SEPTIEMBRE	48	42
OCTUBRE	45	44
NOVIEMBRE	48	45
DICIEMBRE	50	47

Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 15, se realiza el promedio móvil ponderado mediante el software (WINQSB), se observa que concuerda con el calculado manualmente.

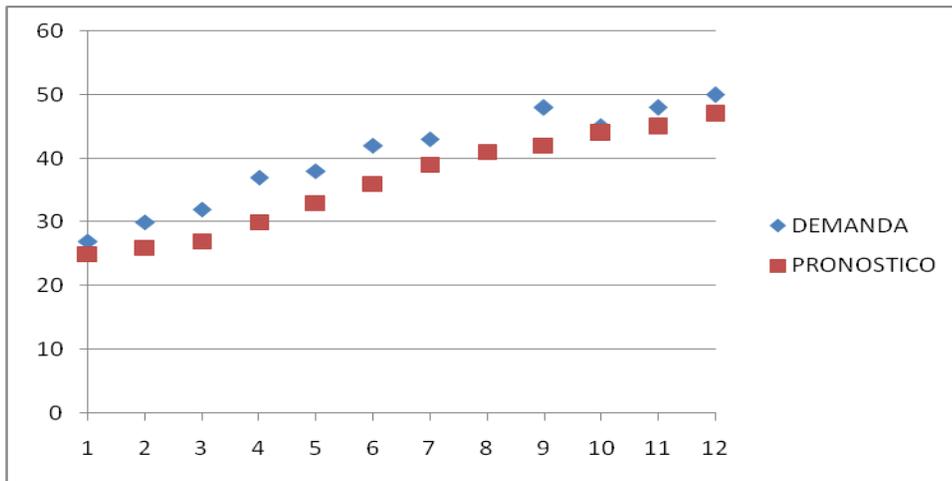
Tabla 15. Promedio móvil ponderado, año 2012 (WINQSB).

01-08-2014 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	23								
2	26								
3	25								
4	27	24,66667	2,333332	2,333332	2,333332	5,444438	8,641971	1	
5	30	26	4	6,333332	3,166666	10,72222	10,98765	2	
6	32	27,33333	4,666666	11	3,666666	14,4074	12,18621	3	
7	37	29,66667	7,333332	18,33333	4,583333	24,24999	14,09461	4	
8	38	33	5	23,33333	4,666666	24,39999	13,90727	5	
9	42	35,66667	6,333332	29,66666	4,944444	27,01851	14,10262	6	
10	43	39	3,999996	33,66666	4,809522	25,44443	13,41686	7	
11	41	41	0	33,66666	4,208332	22,26388	11,73975	8	
12	48	42	6	39,66666	4,407406	23,79012	11,82422	9	
13	45	44	0,9999962	40,66665	4,066665	21,5111	10,86402	10	
14	48	44,66667	3,333332	43,99998	3,999999	20,56565	10,5077	11	
15	50	47	3	46,99998	3,916665	19,60184	10,13206	12	
16		47,66667							
CFE		46,99998							
MAD		3,916665							
MSE		19,60184							
MAPE		10,13206							
Trk. Signal		12							
R-square									
		m=3							
		w(1)=0,3333333							
		w(2)=0,3333333							
		w(3)=0,3333333							

Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 6, se efectúa la comparación entre la demanda real y el promedio móvil ponderado correspondiente al año 2012.

Gráfico 6. Comparación entre demanda real y promedio móvil ponderado año 2012.



Fuente: los autores 2013.

En la tabla 16, se observa el promedio móvil ponderado correspondiente al año 2013, con una columna de periodo (meses), demanda y pronóstico.

Tabla 16. Promedio móvil ponderado año 2013.

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO
ENERO	54	48
FEBRERO	55	51
MARZO	58	53
ABRIL	57	56
MAYO	60	57
JUNIO	63	59

Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 17, se refleja el promedio móvil ponderado del año 2013 mediante el software (WINQSB), se observa que coincide con el realizado manualmente.

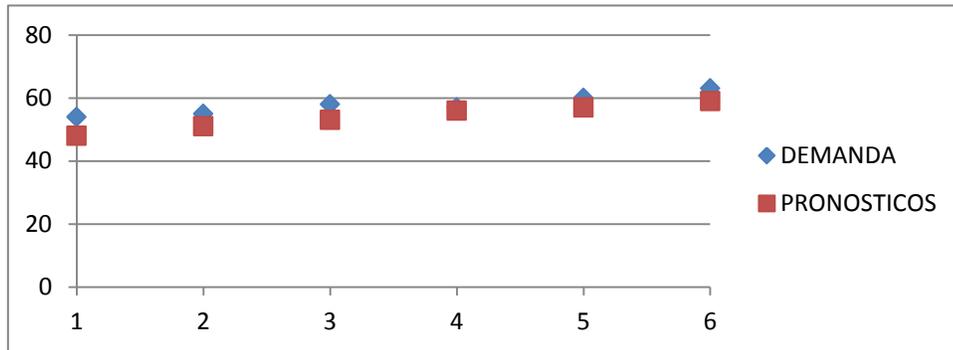
Tabla 17.Promedio móvil ponderado, año 2013(WINQSB).

01-08-2014 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	45								
2	48								
3	50								
4	54	47,66667	6,333332	6,333332	6,333332	40,1111	11,72839	1	
5	55	50,66667	4,333332	10,66666	5,333332	29,44443	9,803589	2	
6	58	53	5	15,66666	5,222221	27,96295	9,409289	3	
7	57	55,66666	1,333336	17	4,25	21,41666	7,641763	4	
8	60	56,66667	3,333332	20,33333	4,066667	19,35555	7,224521	5	
9	63	58,33334	4,666664	25	4,166666	19,75925	7,255001	6	
10		60							
CFE		25							
MAD		4,166666							
MSE		19,75925							
MAPE		7,255001							
Trk.Signal		6							
R-square									
		m=3							
		w(1)=0,3333333							
		w(2)=0,3333333							
		w(3)=0,3333333							

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 7, se realiza la comparación entre la demanda real y el promedio móvil ponderado arrojado en el año 2013.

Gráfico 7. Comparación entre demanda real y promedio móvil ponderado año 2013.



Fuente: Los autores 2013

2.2.8. Pronostico Winter.

Este método de pronóstico consiste en estimar los parámetros del modelo y utilizarlos para generar el pronóstico⁹⁵.

La componente constante se estima en forma independiente de la tendencia y los factores estacionales, por lo que se llama constante no estacional.

En la tabla 18, se observan los diferentes periodos (meses), las demandas correspondientes a los años 2011 y 2012, el promedio, las unidades y su correspondiente sumatoria.

⁹⁵<http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=que%20es%20pronostico%20winter&source=web&cd=4&ved=0CD0QFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.mty.itesm.mx%2Fegap%2Fmaterias%2Fre-4004%2FCap8.ppt&ei=KagHUqKzBoe-9QTe1oD4DA&usg=AFQjCNHcz0SbQIijeSIJwXlxuNKUIO6lsw&bvm=bv.50500085,d.eWU> Fecha: Agosto 2013.

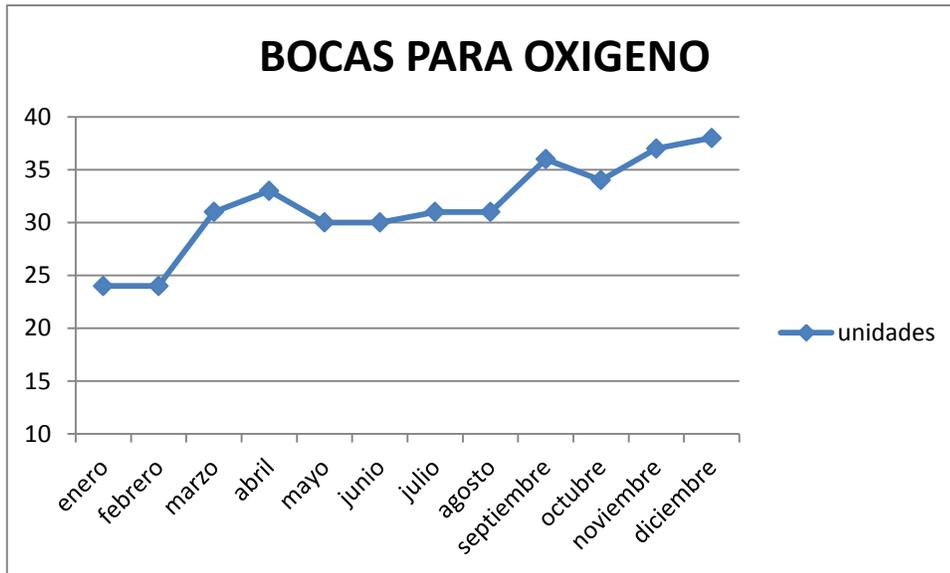
Tabla 18. Promedio de las demandas de dos años y sumatoria del promedio.

BOCAS PARA OXIGENO.				
MES	AÑOS		PROMEDIO	UNIDADES
	2011	2012		
ENERO	20	27	23.5	24
FEBRERO	18	30	24	24
MARZO	29	32	30.5	31
ABRIL	28	37	32.5	33
MAYO	22	38	30	30
JUNIO	17	42	29.5	30
JULIO	18	43	30.5	31
AGOSTO	20	41	30.5	31
SEPTIEMBRE	24	48	36	36
OCTUBRE	23	45	34	34
NOVIEMBRE	26	48	37	37
DICIEMBRE	25	50	37.5	38
			SUMA	379

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 8, se obtiene una demostración de las unidades promedio por mes de los años 2011-2012, se observa una línea ascendente desde el mes de enero hasta el mes de diciembre.

Gráfico 8. Promedio para las bocas para oxígeno.



Fuente: Los autores 2013

La tabla 19 refleja el pronóstico Winter mediante el software (WINQSB), donde el número de los factores estacionales debe ser igual al número de estaciones por año, se cuenta con el promedio de dos años históricos completos, por ende se obtiene la estimación inicial de la demanda más baja del principio, de igual forma la demanda más alta del final de los datos históricos.

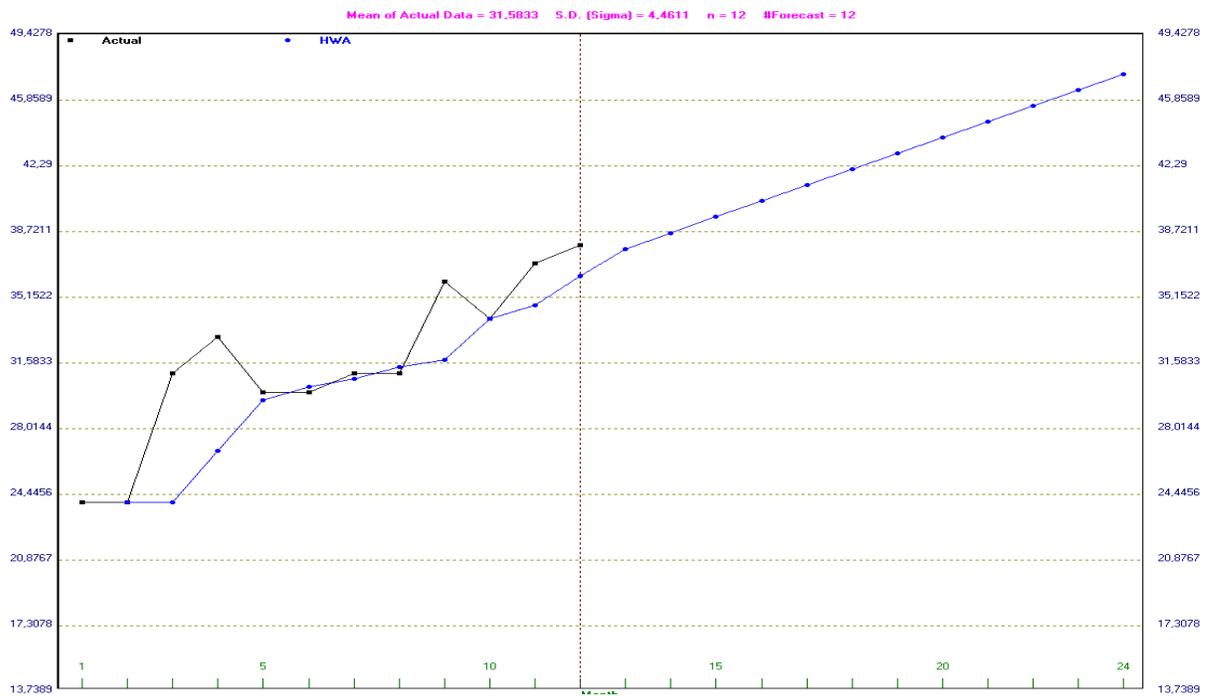
Tabla 19. Pronostico Winter, bocas para oxigeno (WINQSB).

01-08-2014 Month	Actual Data	Forecast by HWA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	24								
2	24	24	0	0	0	0	0	0	0
3	31	24	7	7	3,5	24,5	11,29032	2	1
4	33	26,8	6,200001	13,2	4,4	29,14667	13,78951	3	
5	30	29,56	0,4400005	13,64	3,41	21,9084	10,7088	4	
6	30	30,264	-0,2639999	13,376	2,7808	17,54066	8,743039	4,810126	
7	31	30,704	0,2960014	13,672	2,366667	14,63182	7,445006	5,776902	
8	31	31,35744	-0,357439	13,31456	2,079634	12,55981	6,546153	6,402358	
9	36	31,76134	4,238657	17,55322	2,349512	13,23561	7,199639	7,471006	
10	34	33,98939	1,061249E-02	17,56383	2,089635	11,765	6,403147	8,405217	
11	37	34,69576	2,304237	19,86807	2,111095	11,11945	6,3856	9,411263	
12	38	36,32001	1,679989	21,54806	2,071903	10,36517	6,207001	10,40013	
13		37,78673							
14		38,64865							
15		39,51058							
16		40,3725							
17		41,23442							
18		42,09634							
19		42,95827							
20		43,82019							
21		44,68211							
22		45,54404							
23		46,40596							
24		47,26788							
CFE		21,54806							
MAD		2,071903							
MSE		10,36517							
MAPE		6,207001							
Trk.Signal		10,40013							
R-square									
		c=1							
		Alpha=0,2							
		Beta=0,2							
		Gamma=0,2							
		F(0)=24							
		T(0)=0							
		S(1)=0							

Fuente: Los autores 2013.

En el gráfico 9, se observa la diferencia entre la tendencia y la componente de estacionalidad.

Gráfico 9. Pronostico Winter, bocas para oxígeno.



Fuente: Los autores 2013.

2.2.9. Selección de la técnica de pronóstico adecuada.

Buscando a cabalidad un criterio óptimo para escoger el pronóstico que más se acople a las características de la demanda, se da paso a la evaluación de las siguientes técnicas:

- Promedio móvil simple.
- Promedio móvil ponderado.
- Modelo Winter.

Al ejecutar y obtener los resultados de los diferentes modelos se decidió por utilizar el modelo Winter, la razón por la que se opta por este, es que maneja pronósticos con tendencia y estacionalidad, analizando las diferentes demandas de los periodos se observa un crecimiento en los meses de septiembre, noviembre y diciembre y una baja en los meses de enero febrero y marzo, por esta razón los datos obtenidos en esta técnica fueron los que más coincidieron con dichas características.

2.3. APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA PARA UN PROGRAMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

2.3.1. Plan maestro de producción (mps).

El plan maestro de producción es una herramienta que integra las estrategias generales de la organización y los planes de táctica, con estos se pueden cumplir los objetivos fijarlos con anterioridad⁹⁶.

Se puede afirmar que un programa maestro de producción, es un plan detallado que establece la cantidad específica y las fechas exactas de fabricación de los productos finales.

Un efectivo Programa Maestro de producción, debe proporcionar las bases para establecer los compromisos de envío al cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta, lograr los objetivos estratégicos de la empresa y resolver las negociaciones entre fabricación y marketing.⁹⁷

Principalmente, el plan maestro de producción se centra en cumplir los siguientes objetivos⁹⁸:

Programar los artículos que se determinaran puntualmente, los cuales puedan satisfacer la exigencia de los clientes.

Programar la producción con el fin de evitar posibles cargas, logrando mayor eficiencia en el sistema.

En lo referente a los insumos para la obtención del MPS, es importante la consideración de los siguientes elementos: el plan agregado en unidades de producto, las previsiones de ventas a corto plazo en unidades de producto, los pedidos en firme comprometidos con los clientes, la capacidad disponible de la instalación o el centro de trabajo y por último otras fuentes de demanda.

El cuadro 8, muestra la cantidad en unidades a producir en el año 2013.

⁹⁶ <https://sites.google.com/site/planmaestroitcg/5-5-plan-maestro-de-produccion>. Fecha: Agosto 2013.

⁹⁷ Vollmann et al 1997. Fecha: Agosto 2013.

⁹⁸ OSPINA, Dagoberto. Sistemas administrativos de producción y de operaciones.pag. 256 Primera edición. Pereira UTP 1996. Fecha: Agosto 2013.

Cuadro 8. Plan maestro de producción (MPS).

Producción año 2013		
Articulo	Porcentaje	Unidades
Bocas para Oxigeno	100%	503

Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 20, se diseña el MPS y se muestra el pronóstico de todos los meses del año 2013, este fue tomado del método Winter (véase tabla 19), además se dan a conocer las capacidades por mes, un inventario a la mano (POH) y un inventario inicial que se toma del mes de diciembre del año 2012.

Dado que el inventario a la mano no alcanza para cubrir la demanda del primer periodo, desde el comienzo de estos se debe empezar a planear la producción, se utilizara toda la capacidad disponible para poder cumplir la demanda requerida, también se observa que hasta en el último periodo se utiliza toda la capacidad requerida para cumplir la totalidad de la demanda, el POH se calcula $POH_{anterior} - pronostico + MPS$.

Tabla 20. Diseño del MPS bocas para oxígeno.

Tipo A	Meses													TOTAL
	DIC.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Bocas para oxígeno														
Pronostico		36	38	39	40	40	41	42	43	44	46	46	48	503
MPS		40	39	41	38	37	40	38	41	39	49	43	48	493
POH	10	14	15	17	15	12	11	7	5	0	3	0	0	
Capacidad promedio		42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	

Fuente: Los autores 2013.

La Tabla 21, muestra la cantidad necesaria de unidades (MPS) para cumplir el total de la demanda, bajo el actual modelo MPS de TEINCOL LTDA. En las siguientes tablas se averiguara si estos datos concuerdan con la capacidad instalada dedicada a este producto.

Tabla 21. Datos recopilados del diseño MPS.

Articulo	MPS													Tiempo estandar en horas
	Meses													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Bocas para oxígeno	40	39	41	38	37	40	38	41	39	49	43	48	4,65164	

Fuente: Los autores 2013.

Lo que se necesita saber es si hay capacidad necesaria para producir estas unidades y cumplir este plan maestro de producción, para esto necesita el tiempo estándar el cual está en la tabla anterior. En la siguiente tabla se muestra si hay o no la capacidad para cumplir este MPS.

En la tabla 22, se observa la capacidad instalada que se da en función del tiempo (minutos) ver numeral 2.1.14, la capacidad requerida será la multiplicación del tiempo estándar por la capacidad en unidades requeridas a producir en ese mes, el déficit es la resta entre la capacidad instalada y capacidad requerida.

Si el déficit da negativo significa que nos falta capacidad, si da positivo significa que nos sobra capacidad y si da cero la capacidad es exacta a la que se tiene.

Tabla 22. Observación capacidad.

CAPACIDAD HORAS/MES												
INSTALADA	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5
REQUERIDA	186,066	181,414	190,71724	176,76232	172,11	186,07	176,76	190,717	181,41396	227,9304	200,0205	223,2787
DEFICIT	-8,5656	-3,91396	-13,21724	0,73768	5,3893	-8,5656	0,7377	-13,217	-3,91396	-50,4304	-22,52052	-45,7787

Fuente: Los autores 2013.

Dado que nos da déficit en todos los periodos es necesario saber la cantidad máxima a producir con la capacidad que se tiene.

En la tabla 23, se calcula la cantidad máxima a producir de la siguiente forma: capacidad instalada dividida en el tiempo estándar del producto.

Tabla 23. MPS requerido para respetar la capacidad instalada.

Artículo	MPS OPTIMO												Tiempo estandar en horas
	Meses												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Bocas para oxigeno	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	4,65164

Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 24, Teniendo en cuenta este MPS que se puede producir con la capacidad instalada, se vuelve a calcular el déficit el cual se muestra a continuación.

Tabla 24. Capacidad con el nuevo MPS.

CAPACIDAD HORAS/MES												
INSTALADA	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5
REQUERIDA	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Los autores 2013.

El MPS que se adapta a TEINCOL LTDA es el de fabricar 38 unidades mensuales, esto es lo que se puede producir con la capacidad instalada.

2.3.2. Planificación de los requerimientos de material (MRP).

Se llevó a cabo la planificación de los requerimientos de materiales, con el fin de diagnosticar de manera adecuada la planeación de la producción, de esta forma establecer un control de los inventarios existentes en TEINCOL LTDA, finalmente con el método MRP se busca principalmente contar con la cantidad adecuada de producto terminado, para poder atender las exigencias del mercado⁹⁹.

Generalmente el sistema MRP (planificación de los requerimientos de material) se centra en cumplir los siguientes objetivos:

- Realizar la correspondiente planeación del requerimiento de los materiales necesarios para la operación.
- Establecer la lógica y la estructura del árbol del producto.
- Equilibrar los inventarios, buscando los de mayor apropiación a la operación.
- Planeación de las diversas actividades, que influyen en el proceso.

En el siguiente paso se tendrá en cuenta las herramientas primordiales de planeación como lo es:

- Planeación lote por lote.

Para la ejecución de estos medios se trabajó con los datos obtenidos en el pronóstico Winter (observar en la tabla 19), se dieron en cantidad de unidades pronosticadas.

Se utilizó el método MRP para establecer la materia prima que se requiere para la elaboración del producto, de esta forma llevar a cabo la planeación final de los requerimientos de cada uno de estos¹⁰⁰.

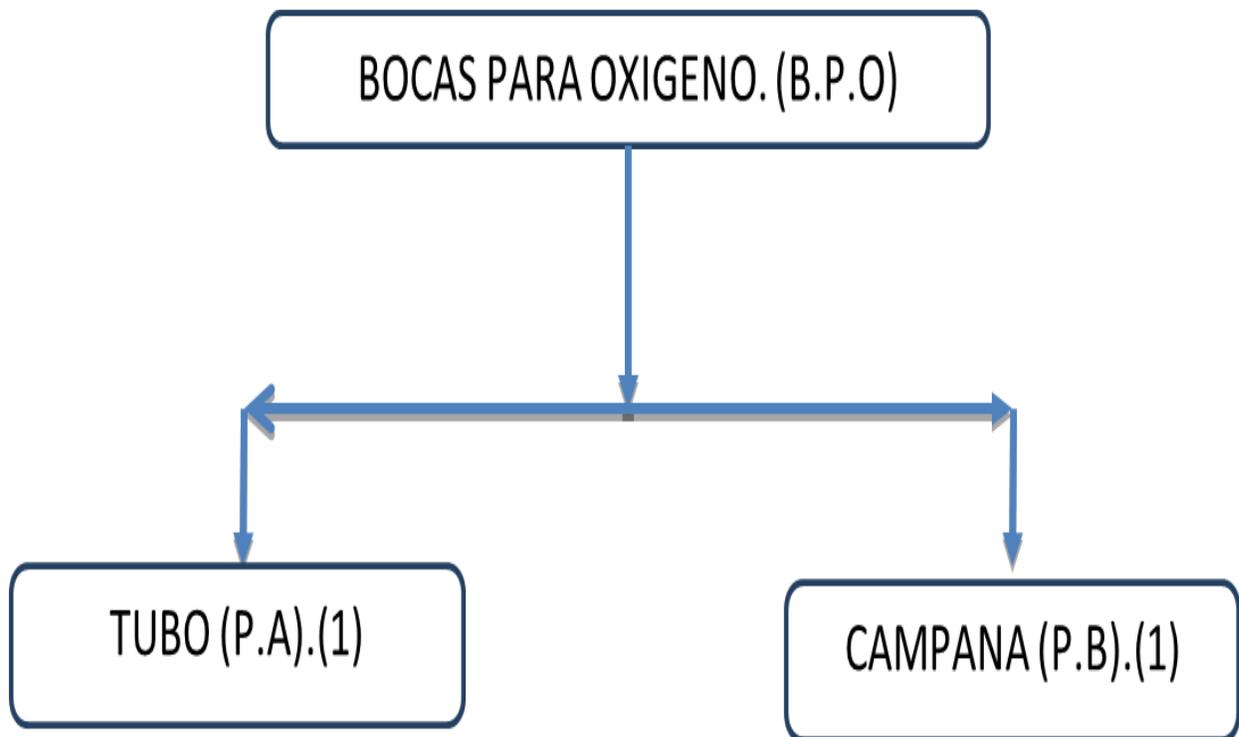
⁹⁹ http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/mrpnociones/

¹⁰⁰ JHONSON, Linwood. Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control. Pag. 157 Second Edition. Wiley & Sons Boston.1980

2.3.3. MRP con el modelo lote por lote.

En la figura 10, se observan los sub ensambles de los materiales físicos para la producción de bocas para oxígeno, se realizó teniendo en cuenta cada una de las componentes que conforman el producto final.

Figura 10. Sub ensambles de los materiales físicos para la producción de Bocas para oxígeno.



Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 25 se evidencia las componentes boca para oxígeno, pieza A (tubo), pieza B (campana), con su correspondiente stock de seguridad, tiempo de suministro mes, existencias incluyendo el stock de seguridad y finalmente pedidos pendientes a recibir, como información de partida se tienen los datos del stock de seguridad y una existencia de 78 unidades (información validada por la empresa).

Tabla 25: Lista de materiales (B.P.O, P.A, P.B).

Componente	Stock de seguridad	Tiempo de suministro, mes.	Existencias, incluye stock de seguridad.	Pedidos pendientes de recibir
B.P.O	10	2	78	78
P.A.	10	1	78	0
P.B.	10	1	78	0

Fuente: Los autores 2013.

En la tabla 26 se aplica el modelo MRP lote por lote para las bocas para oxígeno, mediante el cual se establece que durante el paso de los periodos se realiza la orden necesaria para cubrir la demanda, se debe tener en cuenta que siempre existirá el stock de seguridad establecido por alta gerencia, también que el tiempo de suministro van hacer tres dos atrás, el cuadro MRP se conforma de los siguientes componentes:

Necesidades brutas: Necesidades que se requieren del componente en el periodo de tiempo especificado.

Existencias al final del periodo: Nivel de existencias al final del periodo.

Pedidos pendientes: Cuando se crea una nueva orden para un nuevo periodo, se indica en esta columna los lanzamientos de pedido de la orden anterior.

Necesidades netas: partiendo de las necesidades brutas y descontándoles las existencias disponibles en el almacén y los pedidos pendientes de recibir

Recepciones previstas: Necesidades netas corregidas según el tipo de lote.

Lanzamientos de pedidos: Indica los periodos y las cantidades que hay que lanzar como resultado los cálculos del MRP.

Tabla 26. MRP (bocas para oxígeno producto) modelo lote por lote.

	Situación de partida	Periodos de calculo/meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bocas para oxígeno (B.P.O).													
Necesidades brutas		36	38	39	40	40	41	42	43	44	46	46	48
Existencias al fin del periodo	78	120	82	43	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Pedidos pendientes (proveedor).		78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas		0	0	0	7	40	41	42	43	44	46	46	48
Recepciones previstas		0	0	0	7	40	41	42	43	44	46	46	48
Lanzamiento de pedidos		0	7	40	41	42	43	44	46	46	48	0	0

Para cumplir los pedidos de los doce periodos hay que hacer lanzamiento de ordenes en los periodos 2,3,4,5,6,7,8,9,10.

En la tabla 27 se aplica el modelo MRP lote por lote para la pieza A (tubo) y para la pieza B (campana), mediante el cual se establece que durante el paso de los periodos se realiza la orden necesaria para cubrir la demanda, se debe tener en cuenta que siempre existirá el stock de seguridad establecido por alta gerencia, también que el tiempo de suministro va hacer de un mes atrás.

Tabla 27: MRP (pieza A tubo, pieza B campana) modelo lote por lote.

Stock de seguridad	Pieza A (tubo) y Pieza B (campana).	Situación de partida	Periodos de calculo/meses											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Necesidades brutas		36	38	39	40	40	41	42	43	44	46	46	48
	Existencias al fin del periodo	78	42	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Pedidos pendientes (proveedor).		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Necesidades netas		0	6	39	40	40	41	42	43	44	46	46	48
	Recepciones previstas		0	6	39	40	40	41	42	43	44	46	46	48
	Lanzamiento de pedidos		6	39	40	40	41	42	43	44	46	46	48	0

Para cumplir los pedidos de los doce periodos, hay que hacer lanzamiento de ordenes en los periodos 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11.

Se opta por trabajar con el modelo MRP lote por lote, debido a que se obtienen criterios de ventaja económica para la empresa como: ordenar las piezas y el material necesario en el tiempo adecuado, aprovechar los turnos laborales al máximo y finalmente evitar maquilas por otras organizaciones.

2.4. VALIDAR EL DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE UNA SIMULACIÓN, PARA VERIFICAR LOS DATOS REALES CON LOS DATOS ESTIMADOS.

La simulación es una actividad que se emplea para darle movimiento y realidad a las imágenes y figuras de un proceso de producción, para simular procesos se pueden utilizar diferentes software de simulación como Promodel, Flexsim, Arena, winQSB, entre otros.

En el presente proyecto se utilizara el software Promodel, debido a que ofrece comodidades referentes a rapidez, sencillez y flexibilidad para la creación de modelos de producción.

El programa promodel se encamina primordialmente hacia locaciones, entidades, procesamiento y llegadas, se utiliza generalmente para simular todo tipo de sistema de producción, manufactura logística y servicio.

La ejecución del programa de simulación promodel brinda ventajas como:

1. Visualización sistémica total del proceso por parte de la gerencia, de aquí fundamentación para una buena toma de decisiones.
2. La simulación en promodel, no afecta en ningún aspecto el funcionamiento cotidiano del sistema de producción.
3. La simulación en promodel permite analizar los efectos interactivos de los componentes individuales o variables para determinar las más importantes.
4. Permite incluir las problemáticas reales que afronta en la actualidad el sistema. En la creación del modelo se opta por llevar un respectivo orden en el momento de agregar los elementos predeterminados, primero se define el esquema de las locaciones y se crean entidades para que tengan su debido proceso antes de definir la lógica, debido a que una depende de la otra.

2.4.1. Elementos predeterminados (Objetos del sistema).

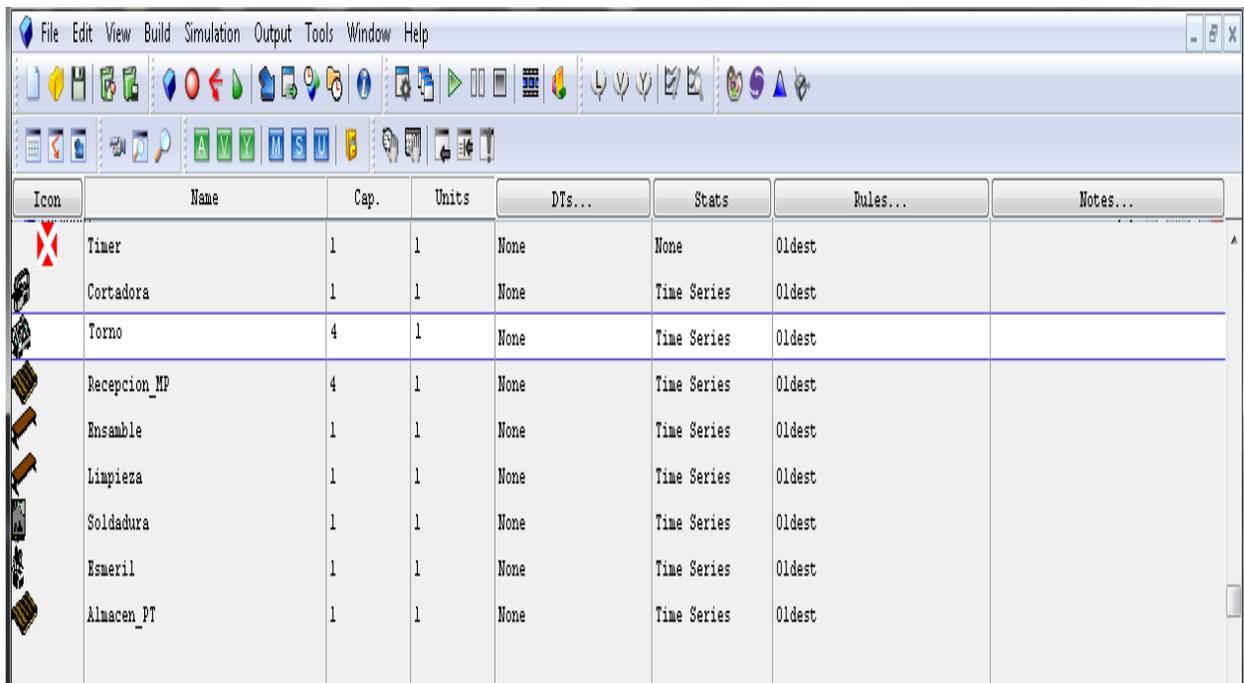
Estos elementos usualmente son empleados para exponer la estructura y el funcionamiento del proceso que está siendo simulado, usualmente se dividen en objetos del sistema, elementos que definen los objetos del sistema, elementos que definen la operación del sistema, elementos que especifican parámetros del objeto y lógica del funcionamiento.

2.4.1.1. Locaciones (Location).

Las locaciones hacen referencia a lugares fijos del sistema, donde se dirigen las entidades por procesar de la simulación, se deben usar locaciones para modelar los elementos como las máquinas, áreas de espera, estaciones de trabajo, colas y bandas transportadoras, se representan usualmente por departamentos, secciones o máquinas, en el presente proyecto se manejan las siguientes máquinas y secciones:

En la figura 11 se observa las diferentes máquinas y secciones que componen el sistema de simulación como lo son: tiempo, cortadora, torno, recepción de materia prima, ensamble, limpieza, soldadura, esmeril y almacén de materia prima

Figura 11: Locaciones del sistema de simulación.



Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...	Notes...
	Timer	1	1	None	None	Oldest	
	Cortadora	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Torno	4	1	None	Time Series	Oldest	
	Recepcion_MP	4	1	None	Time Series	Oldest	
	Ensamble	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Limpieza	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Soldadura	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Esmeril	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Almacen_PT	1	1	None	Time Series	Oldest	

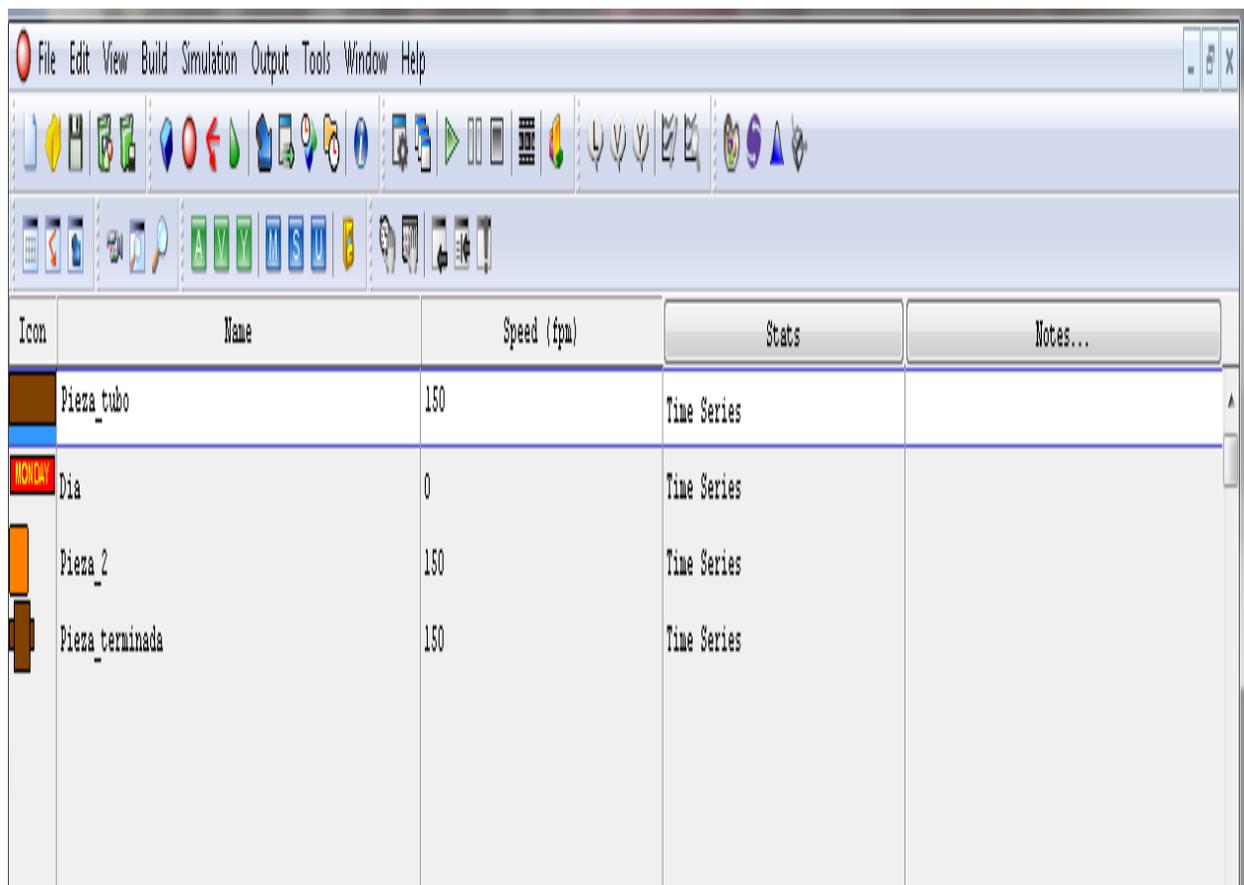
Fuente: Los autores 2013.

2.4.1.2. Entidades (entities).

Las entidades del proceso de simulación son aquellas referentes a materiales, trabajos o artículos que son utilizados en el sistema tales como: materias primas, piezas, productos terminados entre otros.

En la figura 12 se observa las diferentes entidades que conforman el sistema de simulación como lo son: pieza tubo, día, pieza dos (2) y pieza terminada.

Figura 12: Entidades del sistema de simulación.



The screenshot shows a software window with a menu bar (File, Edit, View, Build, Simulation, Output, Tools, Window, Help) and a toolbar with various icons. Below the toolbar is a table with the following data:

Icon	Name	Speed (fpm)	Stats	Notes...
	Pieza_tubo	150	Time Series	
	Dia	0	Time Series	
	Pieza_2	150	Time Series	
	Pieza_terminada	150	Time Series	

Fuente: Los autores 2013.

2.4.1.3. Recursos (Resources).

Los recursos hacen referencia aspectos generales como personas, equipos, y herramientas que hacen complemento a las diferentes entidades y locaciones, también son encargadas del transporte de las entidades por medio de rutas dentro del proceso.

En la figura 13 se observa los diferentes recursos que conforman el sistema de simulación como lo son: receptores, cortador, tornero, ensambladores, soldadores, limpiador y esmerilador.

Figura 13: Recursos del sistema de simulación.

Icon	Name	Units	DTs...	Stats	Specs...	Search...	Logic...	Pts...	Notes...
	Receptores	2	None	By Unit	Ruta, N1	None	0	1	
	Cortador	1	None	By Unit	Ruta, N2	None	0	1	
	Tornero	2	None	By Unit	Ruta, N3	None	0	1	
	Ensambladores	2	None	By Unit	Ruta, N6	None	0	1	
	Soldadores	2	None	By Unit	Ruta, N4	None	0	1	
	Limpiador	1	None	By Unit	Ruta, N5	None	0	1	
	Esmerilador	1	None	By Unit	No Network	None	0	0	

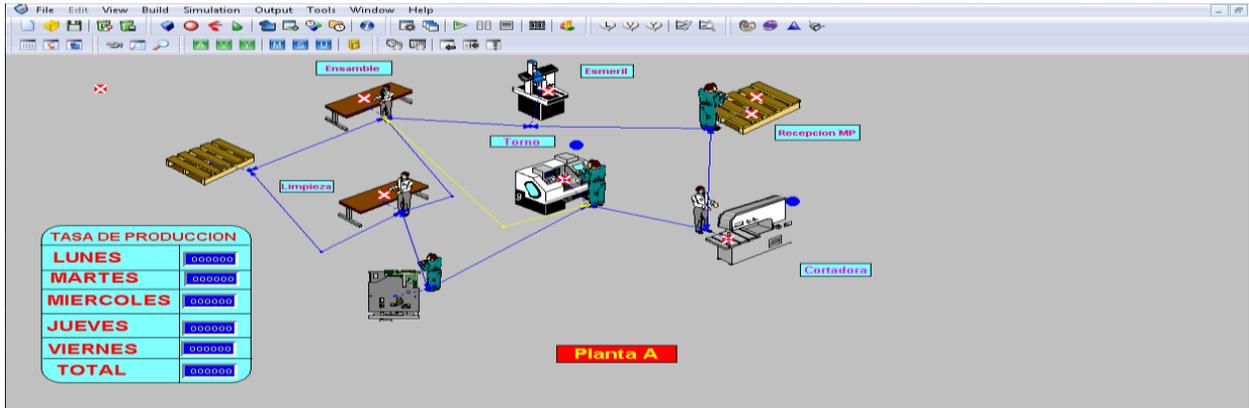
Fuente: Los autores 2013.

2.4.1.4. Red de rutas (Path Network).

La red de rutas comprende los diferentes recorridos rieles o caminos fijos posibles los cuales mueven los recursos, operarios y máquinas que pueden hacer las entidades dentro del sistema.

En la figura 14 se observa las diferentes rutas que hacen posible el funcionamiento de las locaciones, entidades y recursos de las figuras 11,12 y 13.

Figura 14: Red de rutas del sistema de simulación.



Fuente: Los autores 2013.

2.4.2. Funcionamientos del sistema.

El funcionamiento del sistema hace referencia a la secuencia del proceso y el flujo de las diferentes entidades, entre las locaciones de referencia.

2.4.2.1. Procesos (Processing).

Los procesos hacen la descripción de aspectos importantes de la simulación como los servicios en las locaciones, relación de entrada y salida, tiempos de operación, requerimientos de recursos y los requisitos del movimiento.

En la figura 15 se observa los diferentes procesos utilizados en el sistema de simulación.

Figura 15: Procesos del sistema de simulación.

Entity...	Location...	Operation...
Dia	Timer	L1:wait 0.5 minIf clock(hr)<=8.01 thengraphic !ElseBeginIf clock(hr)>
Pieza_tubo	Recepcion_MP	GET Receptores
Pieza_tubo	Cortadora	GET Cortador
Pieza_tubo	Torno	GET Tornero
Pieza_2	Recepcion_MP	GET Receptores
Pieza_2	Torno	GET Tornero
Pieza_2	Ensamble	GET Ensambladores
Pieza_terminada	Soldadura	GET Soldadores
Pieza_terminada	Limpieza	GET Limpiador
Pieza_terminada	Torno	GET Tornero
Pieza_terminada	Esmeril	GET Esmerilador
Pieza_terminada	Almacen_PT	wait 5 min

Fuente: Los autores 2013.

2.4.2.2. Llegadas (Arrivals).

En las llegadas se manejan todos los datos que tengan que ver directamente con la forma de llegada de las diferentes entidades al sistema.

En la figura 16 se observan los datos de las llegadas de las diferentes entidades que se reflejan en la figura 12.

Figura 16: Llegadas del sistema de simulación.

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable
Dia	Timer	1		1			No
Pieza_tubo	Recepcion_MP	1		4	15		No
Pieza_2	Recepcion_MP	1		4	45		No
Pieza_tubo	Recepcion_MP	1	8.0 hr	4	15		No
Pieza_2	Recepcion_MP	1	8.0 hr	4	45		No
Pieza_tubo	Recepcion_MP	1	16.0 hr	4	15		No
Pieza_2	Recepcion_MP	1	16.0 hr	4	45		No
Pieza_tubo	Recepcion_MP	1	24.0 hr	4	15		No
Pieza_2	Recepcion_MP	1	24.0 hr	4	45		No
Pieza_tubo	Recepcion_MP	1	32.0 hr	4	15		No
Pieza_2	Recepcion_MP	1	32.0 hr	4	45		No

Fuente: Los autores 2013.

2.4.2.3. Turnos o jornada laboral (Shifts).

Los turnos o jornada laboral tienen como función, implantar horarios de trabajo y descanso para los recursos y locaciones que conforman el sistema, buscando asimilar los horarios reales.

En la figura 17 se observan los horarios utilizados en el sistema de simulación, turnos cumplidos por la organización.

Figura 17: Turnos o jornada laboral del sistema de simulación.

	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sun																								
Mon																								
Tue																								
Wed																								
Thu																								
Fri																								
Sat																								

Fuente: Los autores 2013.

2.4.3. Prueba de bondad de ajuste de los datos de la simulación.

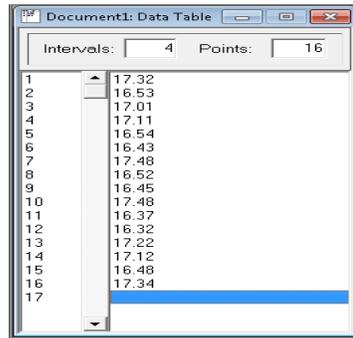
El aplicativo de Promodel StatFitadmite comparar los resultados entre varias distribuciones analizadas mediante una calificación. Entre sus procedimientos emplea las pruebas estadísticas Chi-cuadrada, de Kolmogoro v-Smirnov y de Anderson-Darling.

Calcula los parámetros apropiados para cada tipo de distribución, e incluye información estadística adicional como media, moda, valor mínimo, valor máximo y varianza, entre otros datos.

2.4.3.1. Elaboración de pieza A tubo (Recepción de material).

En la figura 18 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos correspondiente a la recepción de material.

Figura 18: tiempos ingresados, recepción de material.

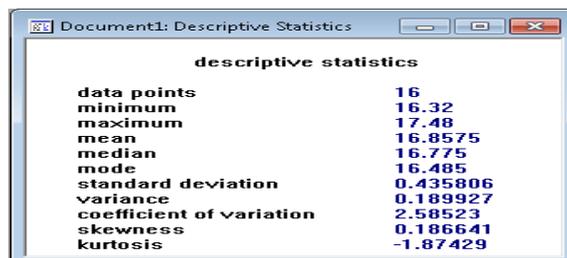


Interval	Point
1	17.32
2	16.53
3	17.01
4	17.11
5	16.54
6	16.43
7	17.48
8	16.52
9	16.45
10	17.48
11	16.37
12	16.32
13	17.22
14	17.12
15	16.48
16	17.34

Fuente: los autores 2013.

En la figura 19 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de la recepción del material.

Figura 19: estadística descriptiva del proceso recepción de material.

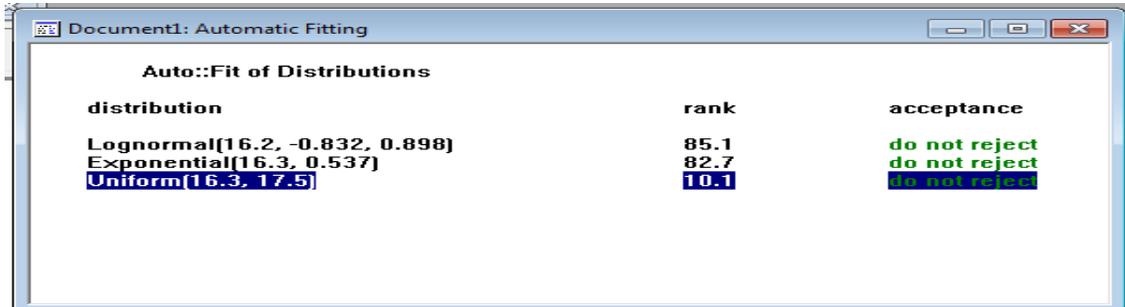


descriptive statistics	
data points	16
minimum	16.32
maximum	17.48
mean	16.8575
median	16.775
mode	16.485
standard deviation	0.435806
variance	0.189927
coefficient of variation	2.58523
skewness	0.186641
kurtosis	-1.87429

Fuente: los autores 2013.

En la figura 20 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de cualquiera de las tres distribuciones uniforme, lognormal y exponencial de los tiempos de la recepción del material, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las tres que se evalúan.

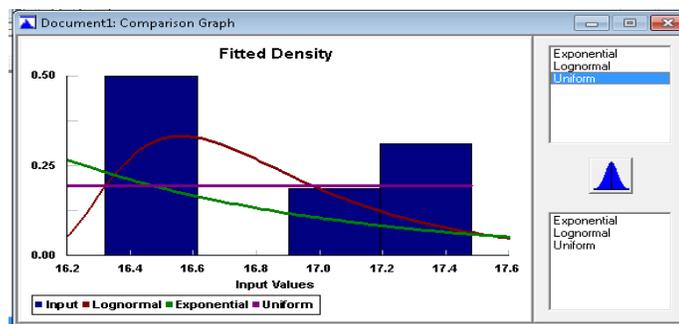
Figura 20: ajuste recepción de material.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 11 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal, la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos de la recepción del material.

Gráfico 10: gráfico de distribuciones, recepción de material.

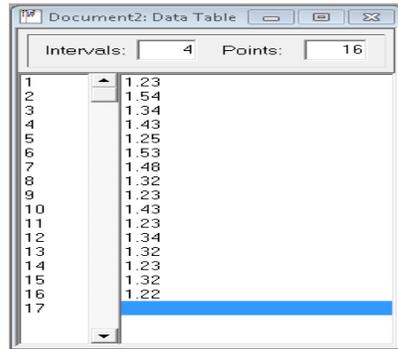


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.2. Transporte de materia prima (área de corte).

En la figura 21 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos correspondiente transporte de materia prima (área de corte).

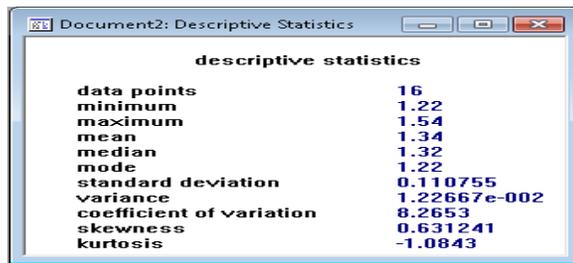
Figura 21: tiempos ingresados, transporte de materia prima (área de corte).



Fuente: los autores 2013.

En la figura 22 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de transporte de materia prima (área de corte).

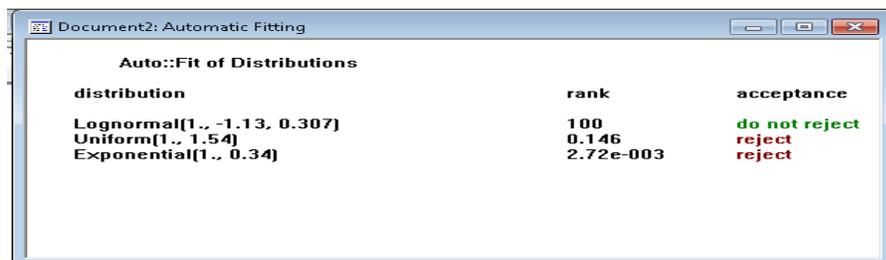
Figura 22: estadística descriptiva de transporte de materia prima (área de corte).



Fuente: los autores 2013.

En la figura 23 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal en cambio la distribución uniforme y exponencial se rechazan de los tiempos de transporte de materia prima (área de corte).

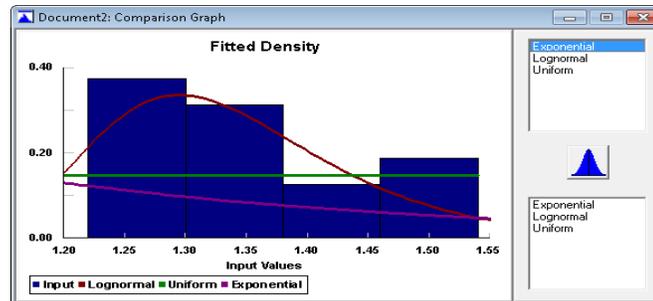
Figura 23: ajuste transporte de MP (área de corte).



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 12 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal, la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial y la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos de transporte de materia prima (área de corte).

Gráfico 11: gráfico de distribuciones, transporte de materia prima (área de corte).



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.3. Corte de pieza según el plano (corte).

En la figura 24 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos correspondiente al corte de pieza según el plano (corte).

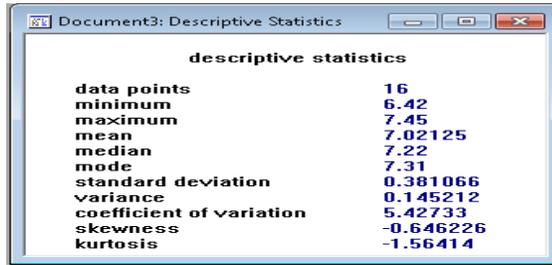
Figura 24: tiempos ingresados, corte de pieza según el plano.

Interval	Point	Value
1	1	7.33
1	2	7.32
1	3	7.34
1	4	7.22
2	1	7.01
2	2	7.45
2	3	6.54
2	4	7.28
3	1	6.46
3	2	7.01
3	3	7.22
3	4	6.42
4	1	7.33
4	2	6.54
4	3	7.33
4	4	6.54

Fuente: los autores 2013.

En la figura 25 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos correspondiente al corte de pieza según el plano (corte).

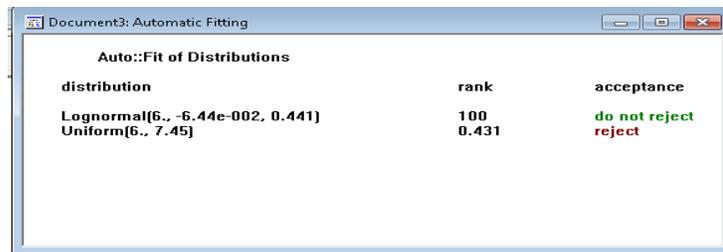
Figura 25: estadística descriptiva, corte de pieza según el plano.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 26 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución log normal en cambio la distribución uniforme se rechaza de los tiempos correspondientes al corte de pieza según el plano (corte).

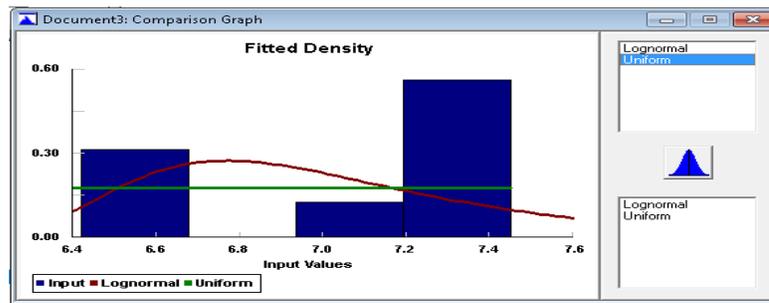
Figura 26: ajuste, corte de pieza según el plano.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 13 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos correspondientes al corte de pieza según el plano (corte).

Gráfico 12: gráfico de distribuciones, corte de pieza según el plano.

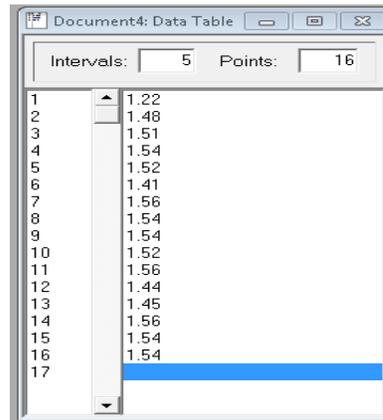


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.4. Transporte de MP (área de torno).

En la figura 27 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos correspondiente al transporte de MP (área de torno).

Figura 27: tiempos ingresados, transporte de MP (área de torno).

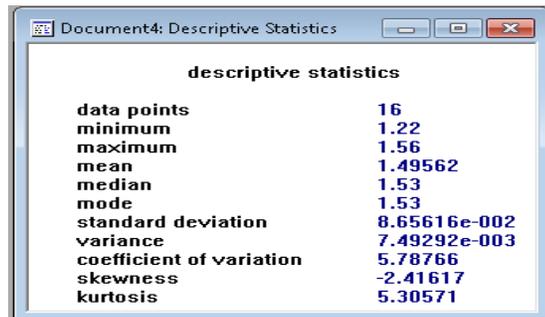


Interval	Points
1	1.22
2	1.48
3	1.51
4	1.54
5	1.52
6	1.41
7	1.56
8	1.54
9	1.54
10	1.52
11	1.56
12	1.44
13	1.45
14	1.56
15	1.54
16	1.54
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 28 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos correspondiente al transporte de MP (área de torno).

Figura 28: estadística descriptiva, transporte MP (área de torno).

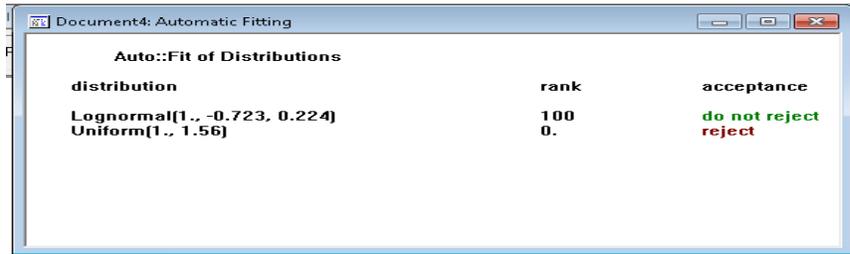


descriptive statistics	
data points	16
minimum	1.22
maximum	1.56
mean	1.49562
median	1.53
mode	1.53
standard deviation	8.65616e-002
variance	7.49292e-003
coefficient of variation	5.78766
skewness	-2.41617
kurtosis	5.30571

Fuente: los autores 2013.

En la figura 29 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal en cambio la distribución uniforme se rechaza correspondiente al tiempo de transporte de MP (área de torno).

Figura 29: ajuste, trasporte de MP (área de torno).

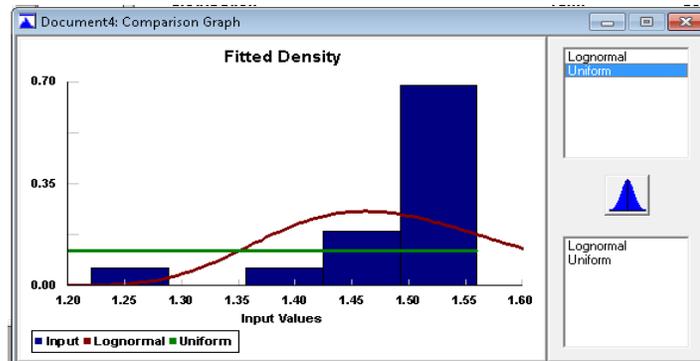


distribution	rank	acceptance
Lognormal[1., -0.723, 0.224]	100	do not reject
Uniform[1., 1.56]	0.	reject

Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 14 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme correspondiente al tiempo de transporte de MP (área de torno).

Gráfico 13: gráfico de distribuciones, transporte de MP (área de torno).

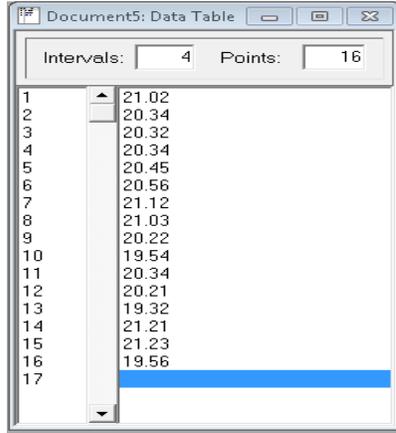


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.5. Hacer roscado de la pieza uno (torno).

En la figura 30 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de hacer roscado de la pieza uno (torno).

Figura 30: tiempos ingresados, hacer roscado de pieza uno (torno).



Document5: Data Table

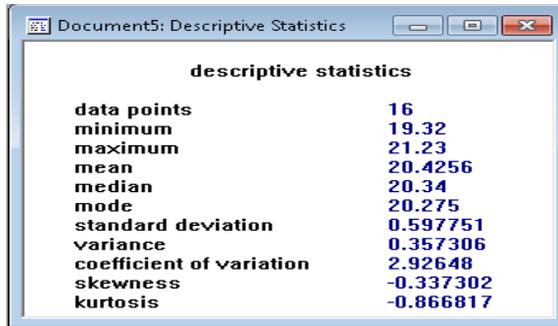
Intervals: 4 Points: 16

1	21.02
2	20.34
3	20.32
4	20.34
5	20.45
6	20.56
7	21.12
8	21.03
9	20.22
10	19.54
11	20.34
12	20.21
13	19.32
14	21.21
15	21.23
16	19.56
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 31 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de hacer roscado de la pieza uno (torno).

Figura 31: estadística descriptiva, hacer roscado de la pieza uno (torno).



Document5: Descriptive Statistics

descriptive statistics

data points	16
minimum	19.32
maximum	21.23
mean	20.4256
median	20.34
mode	20.275
standard deviation	0.597751
variance	0.357306
coefficient of variation	2.92648
skewness	-0.337302
kurtosis	-0.866817

Fuente: los autores 2013.

En la figura 32 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal, en cambio la distribución uniforme se rechaza de los tiempos de hacer roscado de la pieza uno (torno).

Figura 32: ajuste, hacer roscado de la pieza uno (torno).

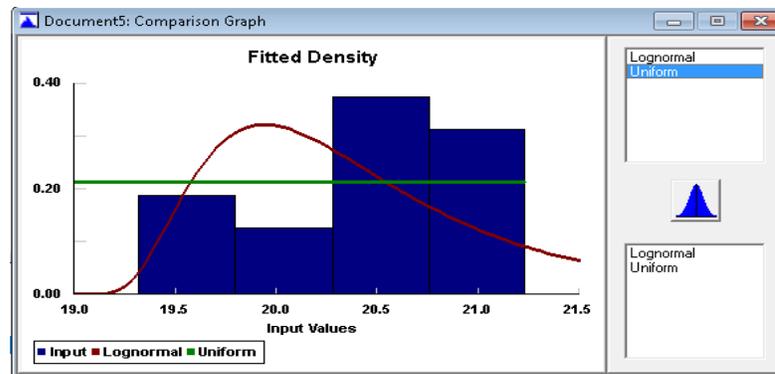


distribution	rank	acceptance
Lognormal[19., 0.236, 0.542]	100	do not reject
Uniform[19., 21.2]	8.63	reject

Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 15 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos de hacer roscado de la pieza uno (torno).

Gráfico 14: gráfico de distribuciones, hacer roscado de la pieza uno (torno).

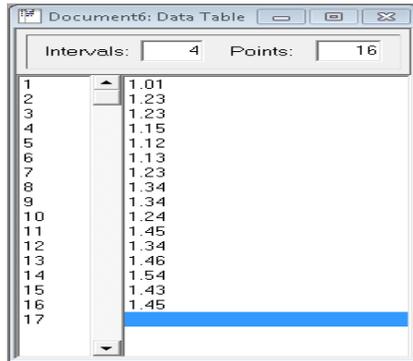


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.6. Transporte área de ensamble.

En la figura 33 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte área de ensamble.

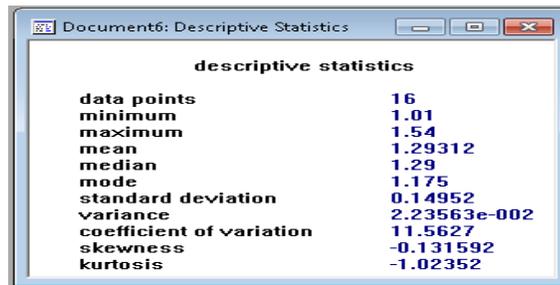
Figura 33: tiempos ingresados, transporte área de ensamble.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 34 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de transporte área de ensamble.

Figura 34: estadística descriptiva, transporte área de ensamble.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 35 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y uniforme de los tiempos de transporte área de ensamble, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las dos que se evalúan.

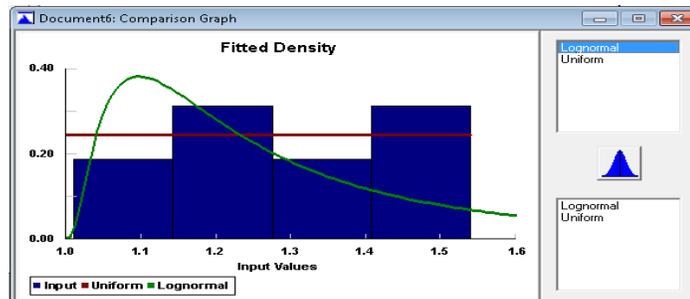
Figura 35: ajuste, área de ensamble.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 16 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos de transporte área de ensamble.

Gráfico 15: gráfico de distribuciones, transporte área de ensamble.

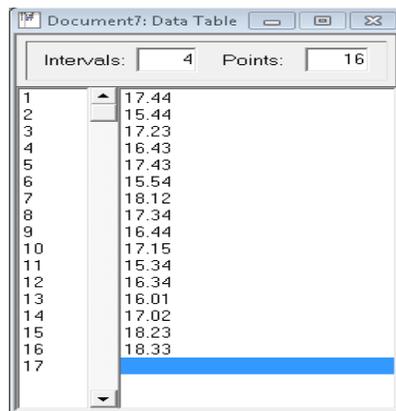


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.7. Elaboración de pieza B campana (Recepción de material pieza B).

En la figura 36 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de recepción de material.

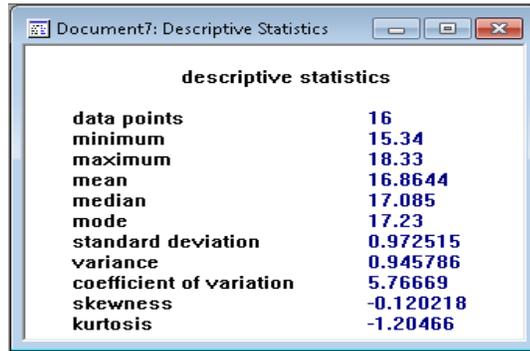
Figura 36: tiempos ingresados, recepción de material (pieza B).



Fuente: los autores 2013.

En la figura 37 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de recepción de material.

Figura 37: estadística descriptiva, recepción de material.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 38 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y uniforme de los tiempos de recepción de material, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las dos que se evalúan.

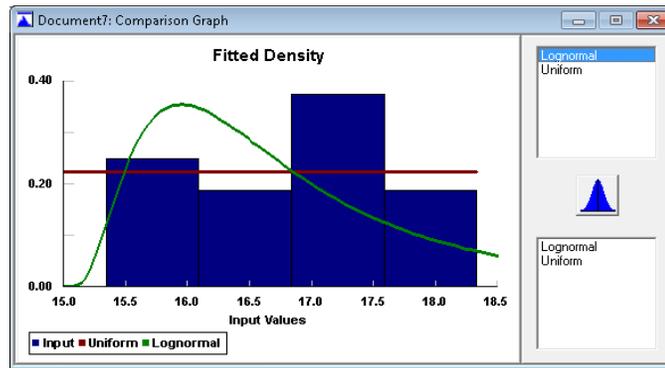
Figura 38: ajuste, recepción de material pieza B.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 17 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos de recepción de material.

Gráfico 16: gráfico de distribuciones, recepción de material pieza B.



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.8. Transporte de MP (área de torno).

En la figura 39 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte de MP (área de torno).

Figura 39: tiempos ingresados, transporte de MP (área de torno).

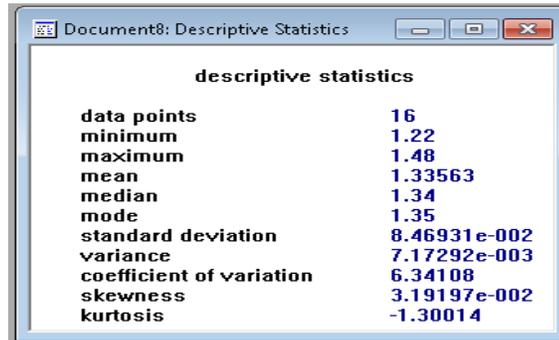
The figure shows a software window titled 'Document8: Data Table'. At the top, there are input fields for 'Intervals: 4' and 'Points: 16'. Below this is a list of 17 data points, numbered 1 through 17. The values are: 1.23, 1.22, 1.48, 1.32, 1.45, 1.4, 1.34, 1.34, 1.23, 1.34, 1.38, 1.43, 1.33, 1.23, 1.4, and 1.25. The last row (17) is highlighted with a blue background.

Interval	Value
1	1.23
2	1.22
3	1.48
4	1.32
5	1.45
6	1.4
7	1.34
8	1.34
9	1.23
10	1.34
11	1.38
12	1.43
13	1.33
14	1.23
15	1.4
16	1.25
17	1.25

Fuente: los autores 2013.

En la figura 40 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de transporte de MP (área de torno).

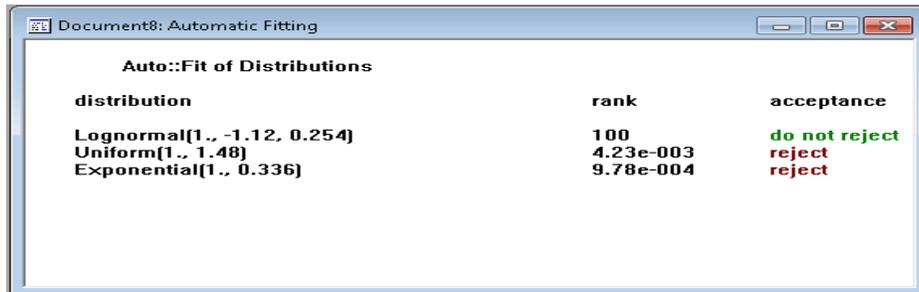
Figura 40: estadística descriptiva, transporte de MP (área de torno).



Fuente: los autores 2013.

En la figura 41 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de la distribución lognormal, en cambio los datos de las distribuciones uniforme y exponencial se rechazan, correspondientes a transporte de Mp (área de torno).

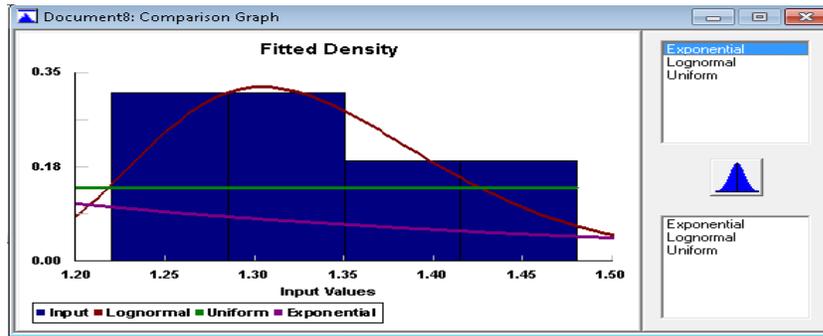
Figura 41: ajuste, transporte de MP (área de torno).



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 18 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de transporte de MP (área de torno).

Gráfico 17: gráfico de distribuciones, transporte de MP (área de torno).



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.9. Hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).

En la figura 42 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).

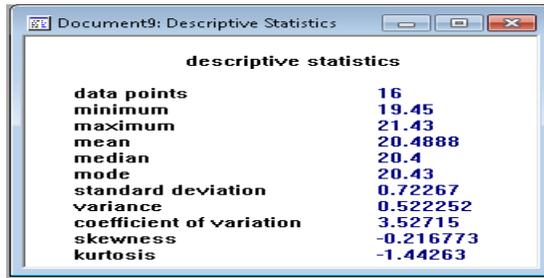
Figura 42: tiempos ingresados, hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).

Interval	Points
1	20.32
2	19.45
3	21.34
4	19.48
5	20.54
6	20.33
7	21.23
8	21.43
9	20.47
10	19.47
11	19.54
12	21.33
13	21.23
14	20.32
15	20.33
16	21.01
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 43 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de los tiempos de hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).

Figura 43: estadística descriptiva, hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).



Fuente: los autores 2013.

En la figura 44 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y uniforme de los tiempos de hacer roscado interno de la pieza 2 (torno), se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las dos que se evalúan.

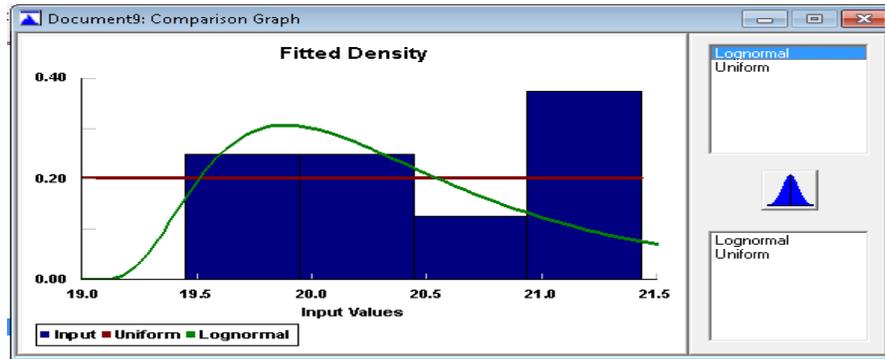
Figura 44: ajuste, hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 19 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución log normal y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme de los tiempos de hacer roscado interno de la pieza 2 (torno).

Gráfico 18: gráfico de distribuciones, roscado interno de la pieza 2 (torno).

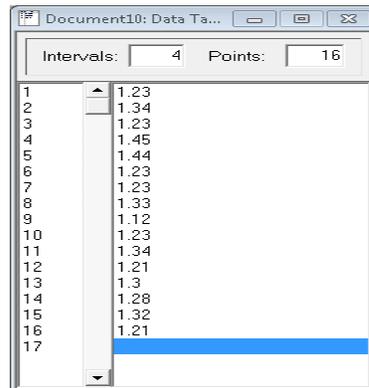


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.10. Transporte área de ensamble.

En la figura 45 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte área de ensamble.

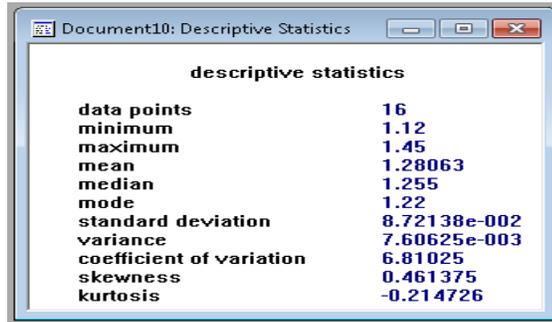
Figura 45: tiempos ingresados, transporte área de ensamble.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 46 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de transporte área de ensamble.

Figura 46: estadística descriptiva, transporte área de ensamble.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 47 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal en cambio la distribución uniforme y exponencial se rechazan de los tiempos de transporte área de ensamble.

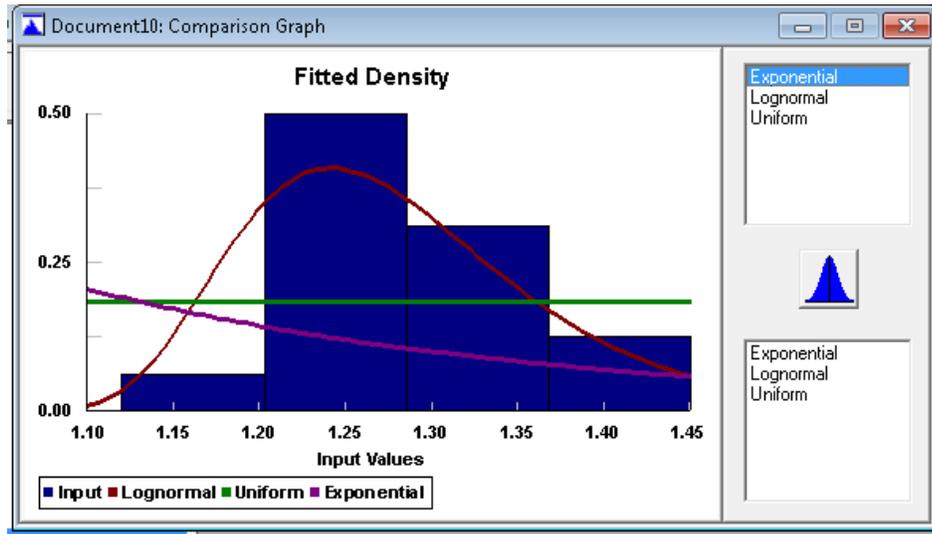
Figura 47: ajuste, transporte área de ensamble.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 20 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de transporte área de ensamble.

Gráfico 19: gráfico de distribuciones, transporte área de ensamble.

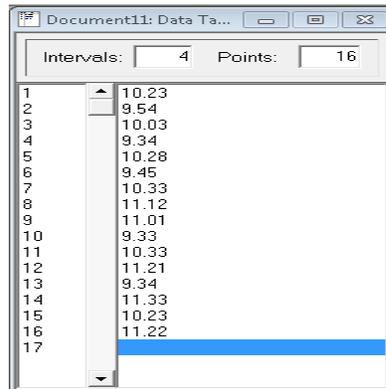


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.11. Ensamble de piezas A y B (Ensamble entre piezas A y B).

En la figura 48 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de ensamble entre piezas A y B.

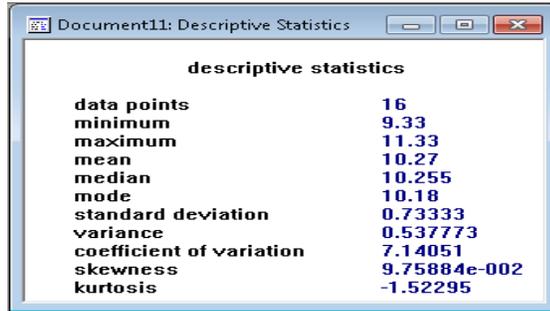
Figura 48: tiempos ingresados, ensamble entre piezas A y B.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 49 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de ensamble entre piezas A y B.

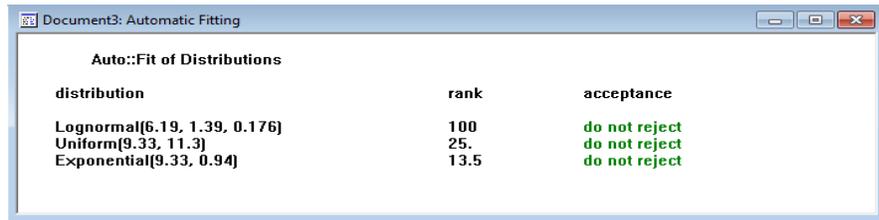
Figura 49: estadística descriptiva, ensamble entre piezas A y B.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 50 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal, uniforme y exponencial de los tiempos de ensamble entre piezas A y B, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las tres que se evalúan.

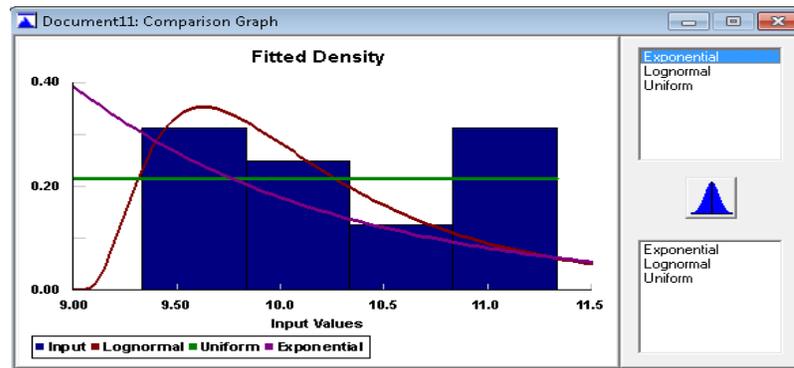
Figura 50: ajuste, ensamble entre piezas A y B.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 21 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de ensamble entre piezas A y B.

Gráfico 20: gráfico de distribuciones, ensamble entre piezas A y B.

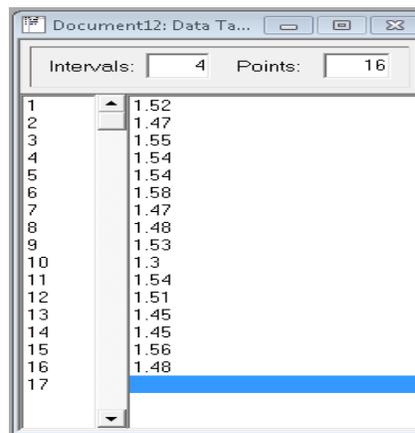


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.12. Transporte área de soldadura.

En la figura 51 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte área de soldadura.

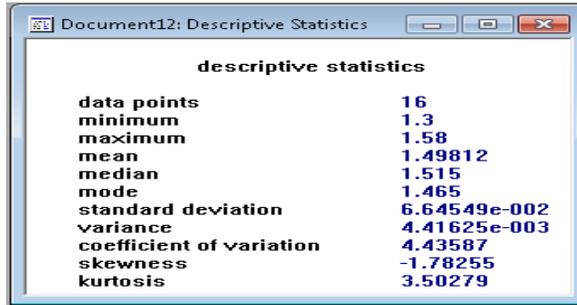
Figura 51: tiempos ingresados, área de soldadura.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 52 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de transporte área de soldadura.

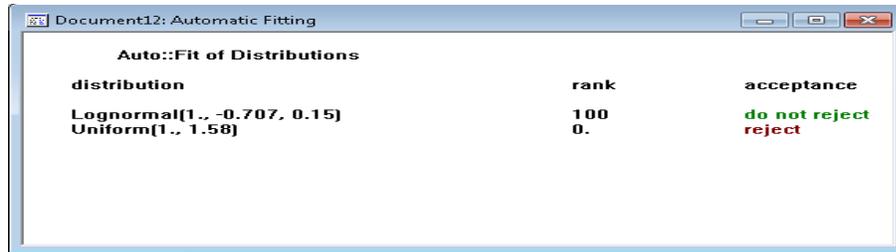
Figura 52: geometría descriptiva, área de soldadura.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 53 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal en cambio la distribución uniforme se rechaza de los tiempos de transporte área de soldadura.

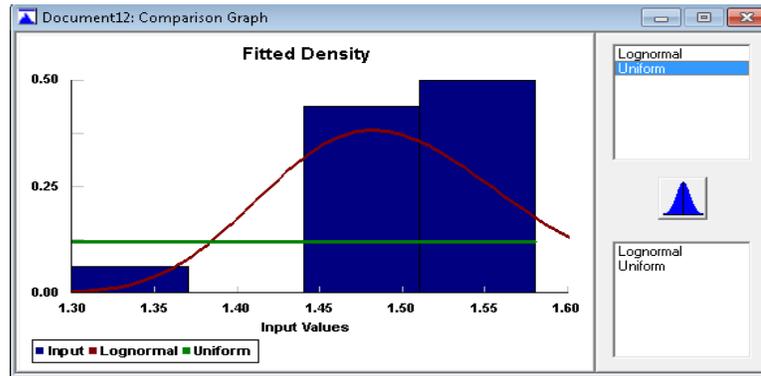
Figura 53: ajuste, área de soldadura.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 22 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal de transporte área de soldadura.

Gráfico 21: gráfico de distribuciones, transporte área de soldadura.

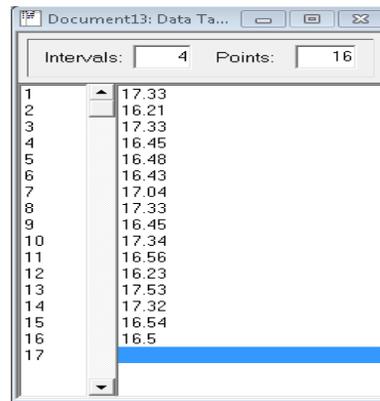


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.13. Soldar en plata pieza A y B.

En la figura 54 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de soldar en plata pieza A y B.

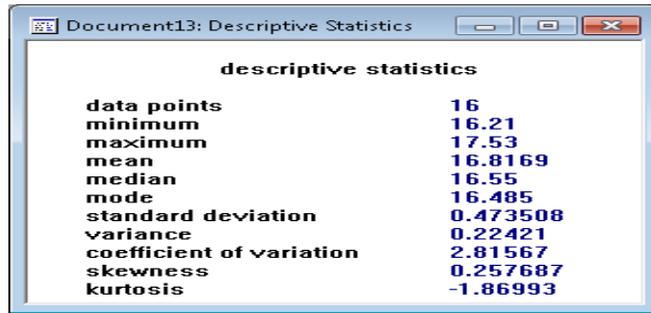
Figura 54: tiempos ingresados, soldar en plata pieza A y B.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 55 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de soldar en plata pieza A y B.

Figura 55: estadística descriptiva, soldar en plata pieza A y B.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 56 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal, uniforme y exponencial de los tiempos de soldar en plata pieza A y B, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las tres que se evalúan.

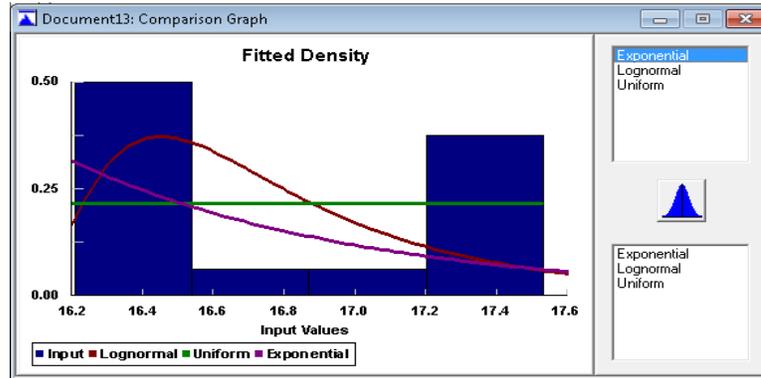
Figura 56: ajuste, soldar en plata pieza A y B.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 23 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de soldar en plata pieza A y B.

Gráfico 22: gráfico de distribuciones, soldar en plata pieza A y B.



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.14. Transporte área de limpieza.

En la figura 57 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte área de limpieza.

Figura 57: tiempos ingresados, transporte área de limpieza.

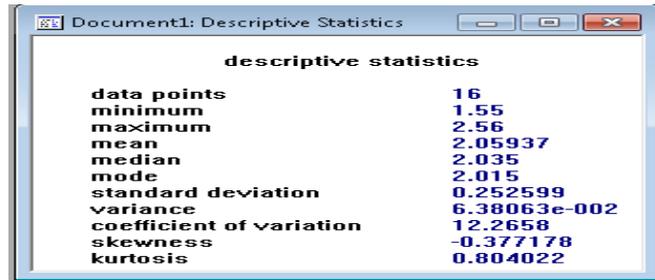
The figure shows a software window titled 'Document1: Data Table'. At the top, it displays 'Intervals: 4' and 'Points: 16'. Below this, there is a list of 17 data points, numbered 1 through 17. The values are: 2.27, 2.4, 2.03, 2.06, 2.56, 2.08, 1.56, 2, 2.03, 2.01, 2.01, 2.02, 2.13, 2.2, 1.55, 2.04. The last row (17) is highlighted in blue.

Interval	Point
1	2.27
2	2.4
3	2.03
4	2.06
5	2.56
6	2.08
7	1.56
8	2
9	2.03
10	2.01
11	2.01
12	2.02
13	2.13
14	2.2
15	1.55
16	2.04
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 58 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de transporte área de limpieza.

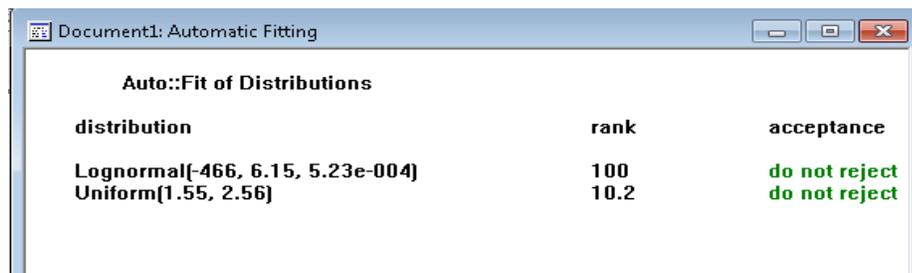
Figura 58: estadística descriptiva, transporte área de limpieza.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 59 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y uniforme de los tiempos de transporte área de limpieza, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las dos que se evalúan.

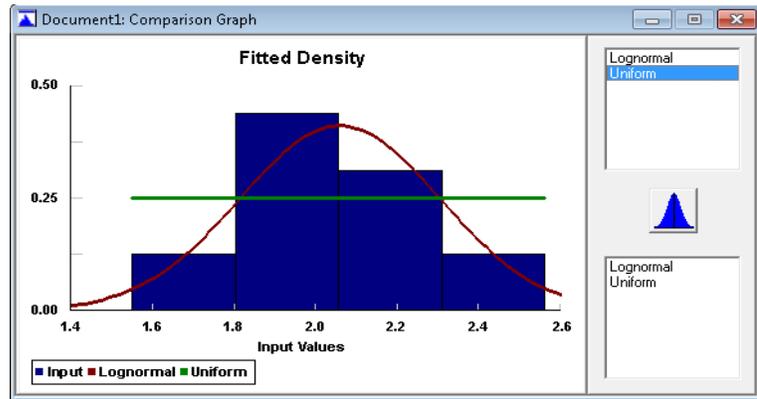
Figura 59: ajuste, transporte área de limpieza.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 24 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución log normal de transporte área de limpieza.

Gráfico 23: gráfico de distribuciones, transporte área de limpieza.



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.15. Limpieza de la pieza ensamblada en acido.

En la figura 60 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de limpieza de la pieza ensamblada en acido.

Figura 60: tiempos ingresados, limpieza de la pieza ensamblada en acido.

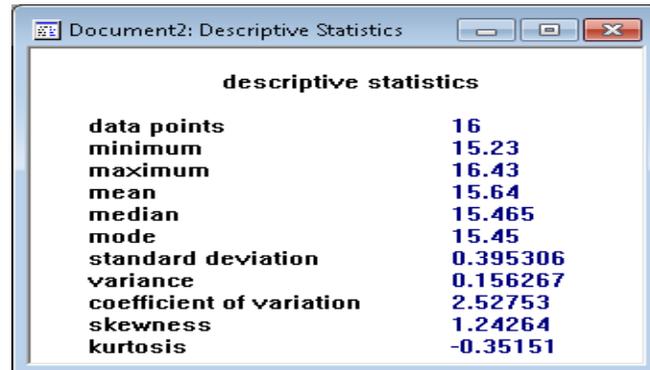
The figure shows a data table with 16 rows and 1 column. The 'Intervals' field is set to 4 and the 'Points' field is set to 16. The data points are listed in a table with row numbers 1 through 17.

Row	Value
1	15.31
2	15.48
3	15.33
4	15.47
5	15.46
6	15.44
7	15.46
8	16.33
9	15.23
10	15.43
11	15.43
12	15.54
13	16.32
14	16.43
15	16.02
16	15.56
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 61 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de limpieza de la pieza ensamblada en acido.

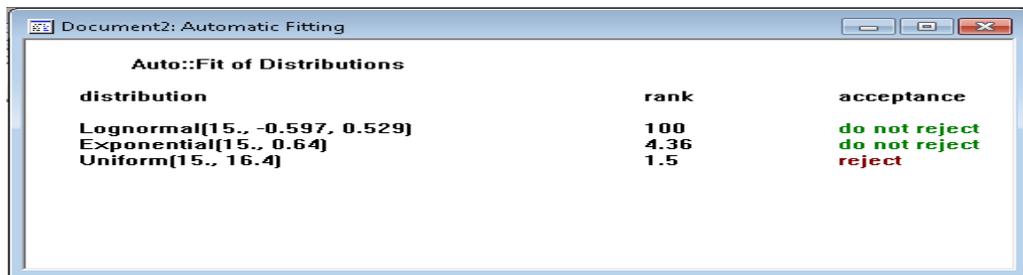
Figura 61: estadística descriptiva, limpieza de la pieza ensamblada en acido.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 62 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y exponencial, en cambio la distribución uniforme se rechaza de los datos de limpieza de la pieza ensamblada en acido, se opta por la distribución log normal debido a que es la que mayor rango contiene de las tres que se evalúan.

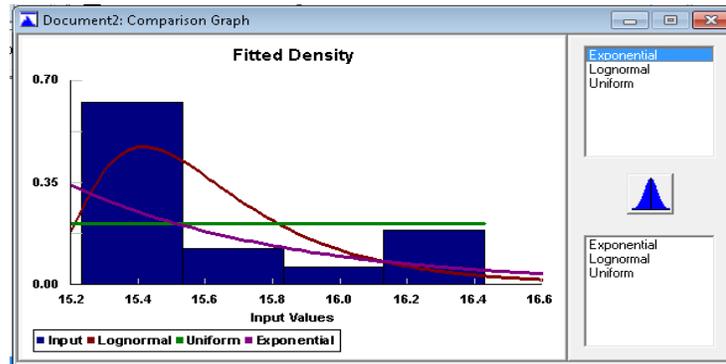
Figura 62: ajuste, limpieza de la pieza ensamblada en acido.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 25 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de limpieza de la pieza ensamblada en acido.

Gráfico 24: gráfico de distribuciones, limpieza de la pieza ensamblada en acido.



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.16. Transporte área de torno (rosca exterior).

En la figura 63 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte área de torno (rosca exterior).

Figura 63: tiempos ingresados, transporte área de torno (rosca exterior).

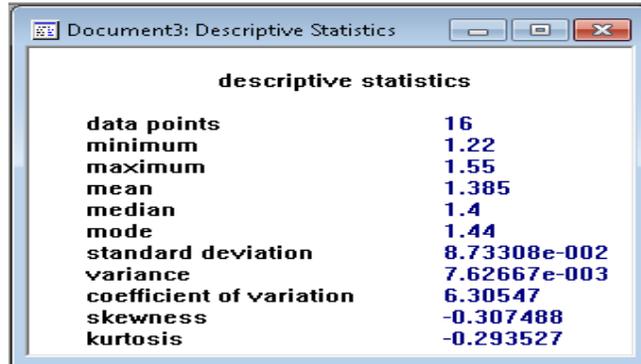
The figure shows a data table with 17 rows and 2 columns. The first column contains numbers from 1 to 17, and the second column contains numerical values. The values are: 1.43, 1.32, 1.35, 1.42, 1.38, 1.22, 1.45, 1.34, 1.43, 1.23, 1.43, 1.47, 1.46, 1.55, 1.34, 1.34, and 1.34. The last row (17) is highlighted in blue.

Interval	Point
1	1.43
2	1.32
3	1.35
4	1.42
5	1.38
6	1.22
7	1.45
8	1.34
9	1.43
10	1.23
11	1.43
12	1.47
13	1.46
14	1.55
15	1.34
16	1.34
17	1.34

Fuente: los autores 2013.

En la figura 64 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de transporte área de torno (rosca exterior).

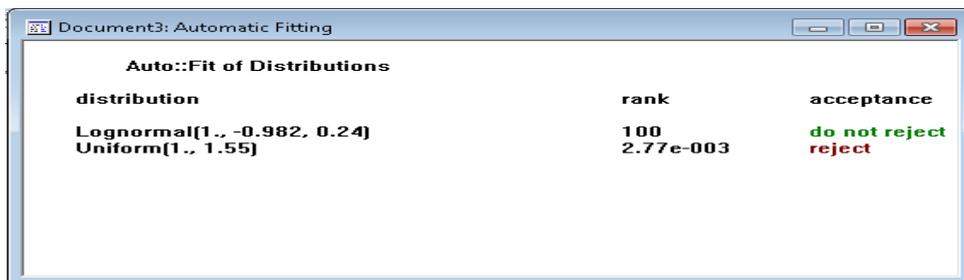
Figura 64: estadística descriptiva, transporte área de torno (rosca exterior).



Fuente: los autores 2013.

En la figura 65 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y en cambio la distribución uniforme se rechaza de los tiempos de transporte área de torno (rosca exterior).

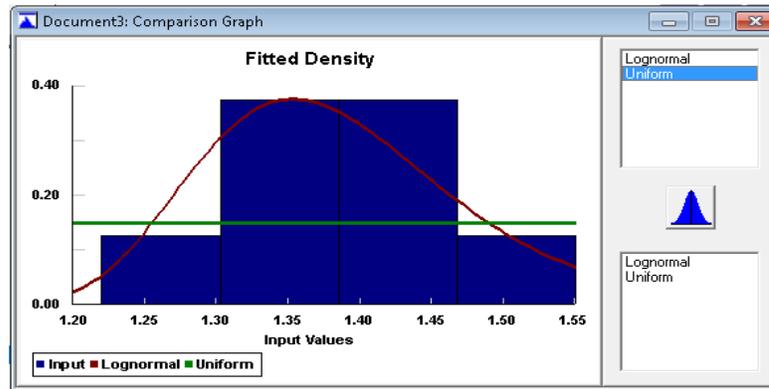
Figura 65: ajuste, transporte área de torno (rosca exterior).



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 26 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal de los tiempos de transporte área de torno (rosca exterior).

Gráfico 25: gráfico de distribuciones, transporte área de torno (rosca exterior).



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.17. Hacer rosca externa de la pieza.

En la figura 66 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de hacer rosca externa de la pieza.

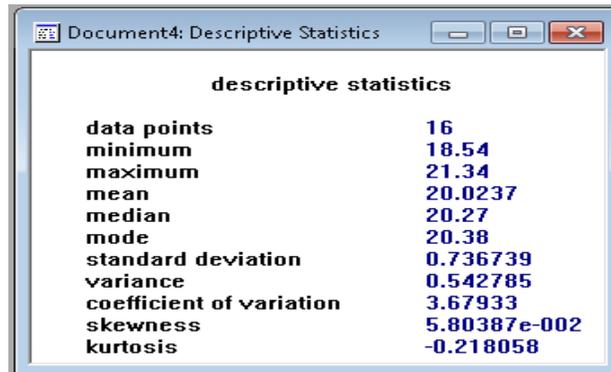
Figura 66: tiempos ingresados, hacer rosca externa de la pieza.

Interval	Point
1	20.43
2	20.33
3	19.54
4	19.23
5	18.54
6	19.48
7	21.32
8	20.33
9	21.34
10	20.34
11	19.54
12	20.33
13	19.53
14	20.21
15	20.33
16	19.56
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 67 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis del proceso hacer rosca externa de la pieza.

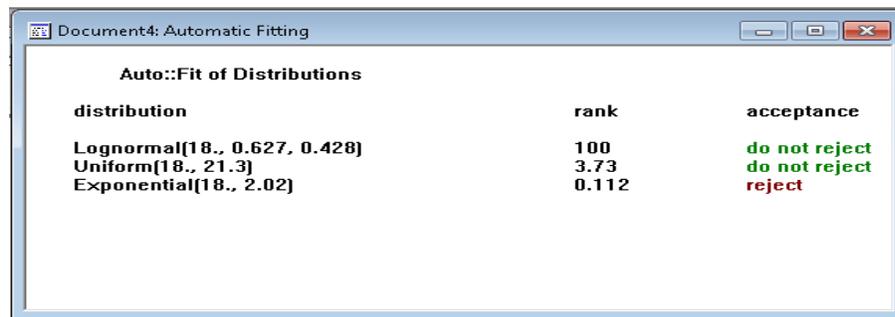
Figura 67: estadística descriptiva, hacer rosca externa de la pieza.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 68 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y uniforme en cambio la distribución exponencial se rechaza de tiempos de hacer rosca externa de la pieza, se opta por la distribución lognormal debido a que es la que mayor rango contiene de las tres que se evalúan.

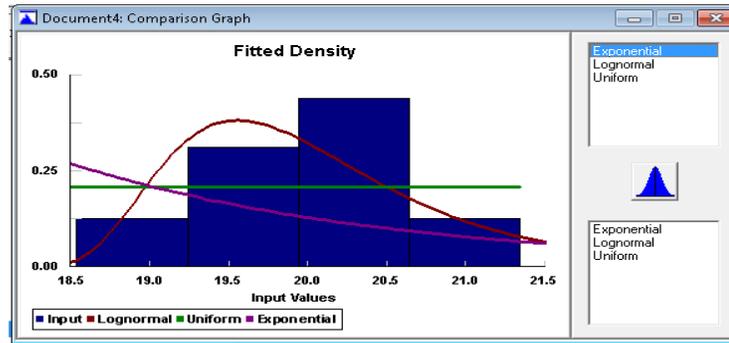
Figura 68: ajuste, hacer rosca externa de la pieza.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 27 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de hacer rosca externa de la pieza.

Gráfico 26: gráfico de distribuciones, hacer rosca externa de la pieza.



Fuente: los autores 2013.

2.4.3.18. Transporte área esmeril.

En la figura 69 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte área esmeril.

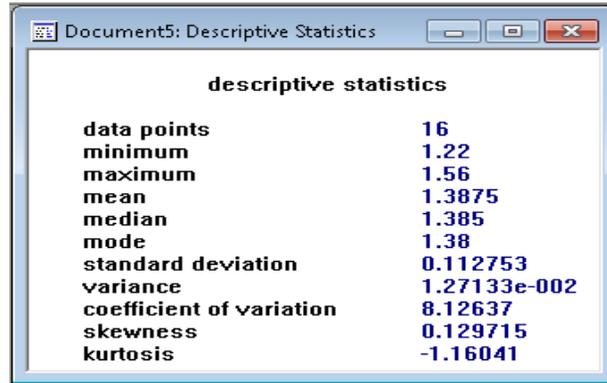
Figura 69: tiempos ingresados, transporte área esmeril.

Interval	Point
1	1.22
2	1.34
3	1.32
4	1.32
5	1.24
6	1.43
7	1.45
8	1.56
9	1.33
10	1.34
11	1.23
12	1.56
13	1.43
14	1.43
15	1.45
16	1.55
17	

Fuente: los autores 2013.

En la figura 70 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de transporte área esmeril.

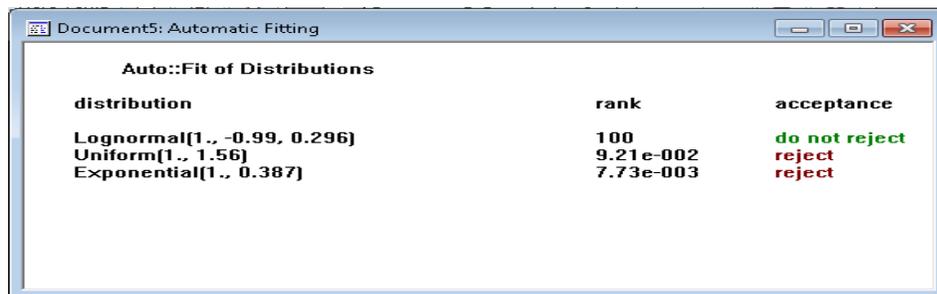
Figura 70: estadística descriptiva, transporte área esmeril.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 71 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y en cambio la distribución exponencial y uniforme se rechazan de los tiempos de transporte área esmeril.

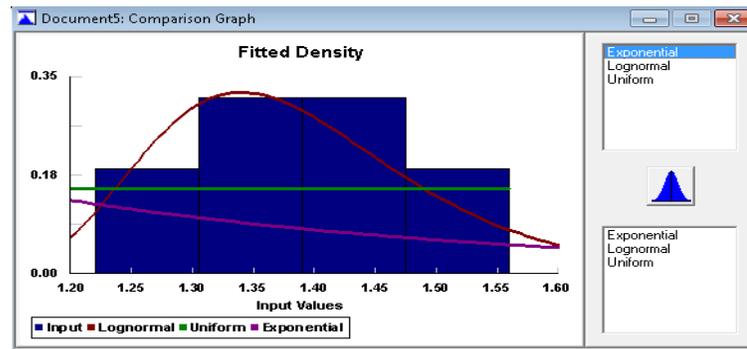
Figura 71: ajuste, transporte área esmeril.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 28 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de transporte área esmeril.

Gráfico 27: gráfico de distribuciones, transporte área esmeril.

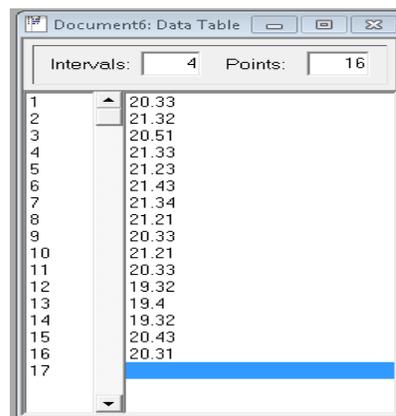


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.19. Brillo de la pieza, esmerilado.

En la figura 72 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de brillo de la pieza esmerilado.

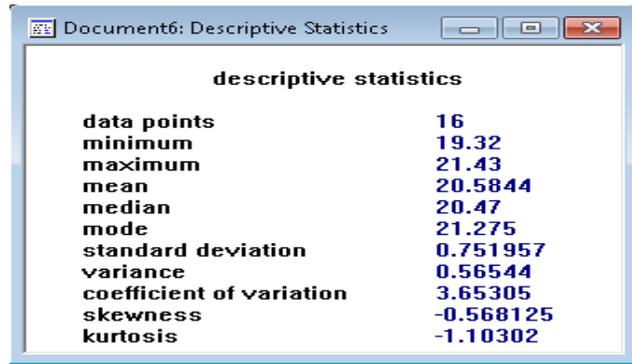
Figura 72: tiempos ingresados, brillo de la pieza esmerilado.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 73 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de brillo de la pieza esmerilado.

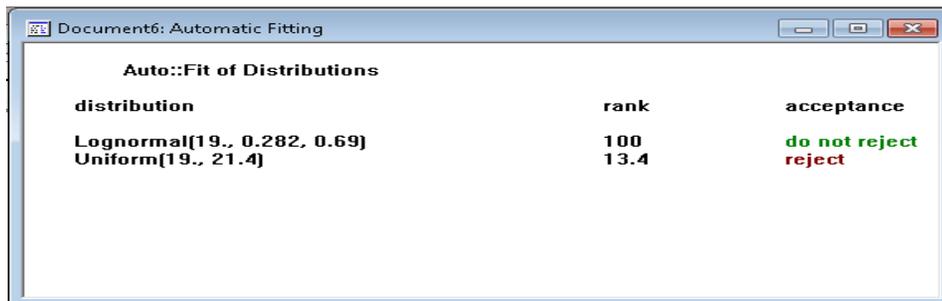
Figura 73: estadística descriptiva, brillo de la pieza esmerilado.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 74 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y en cambio la distribución uniforme se rechaza de tiempos de brillo de la pieza esmerilado.

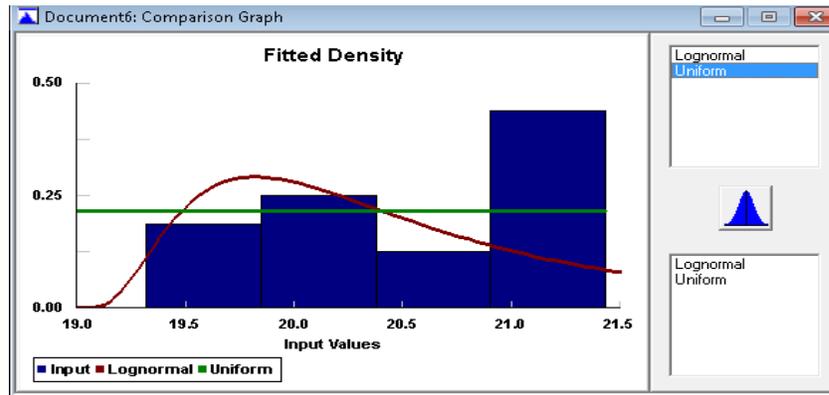
Figura 74: ajuste, brillo de la pieza esmerilado.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 29 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme y la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal de los tiempos de brillo de la pieza esmerilado.

Gráfico 28: gráfico de distribuciones, brillo de la pieza esmerilado.

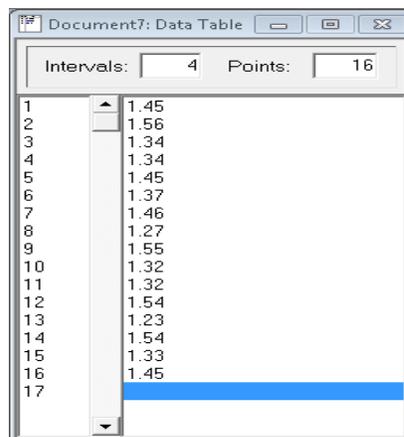


Fuente: los autores 2013.

2.4.3.20. Transporte almacén producto terminado.

En la figura 75 se observa el ingreso de los datos tomados en el estudio de tiempos de transporte almacén producto terminado.

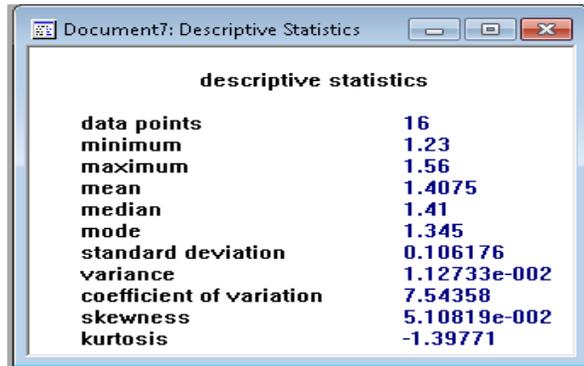
Figura 75: tiempos ingresados, transporte almacén producto terminado.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 76 se observa número de datos, valor mínimo, valor máximo, media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis de transporte almacén producto terminado.

Figura 76: estadística descriptiva, transporte almacén producto terminado.



Fuente: los autores 2013.

En la figura 77 se observa el resultado del análisis de ajuste, este indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos provengan de la distribución lognormal y en cambio la distribución uniforme y exponencial se rechazan de los tiempos de transporte de almacén de producto terminado.

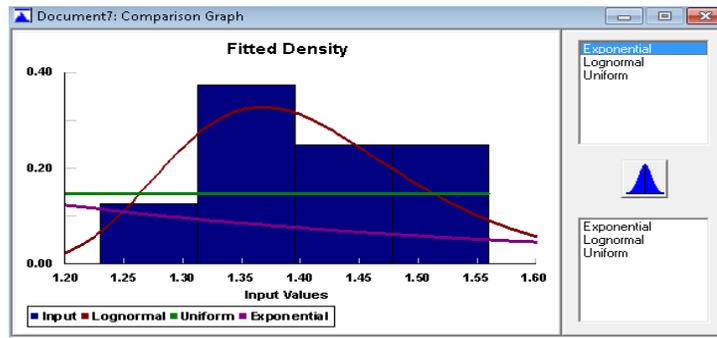
Figura 77: ajuste, transporte almacén producto terminado.



Fuente: los autores 2013.

En el gráfico 30 se observan las barras azules que representan las frecuencias obtenidas por los datos; la curva verde indica la frecuencia esperada de la distribución uniforme, la curva roja indica la frecuencia esperada de la distribución lognormal y la curva morada indica la frecuencia esperada de la distribución exponencial de los tiempos de transporte almacén producto terminado.

Gráfico 29: gráfico de distribuciones, transporte almacén producto terminado.



Fuente: los autores 2013.

Después de hacer la correspondiente evaluación de los tiempos ingresados al sistema de simulación, estadística descriptiva, ajuste de la distribución y comportamiento gráfico de la misma, se concluye finalmente que el grupo de datos de tiempo pertenecen a una distribución lognormal.

Se llega a esta determinación debido a que en cada una de las pruebas realizadas a los tiempos obtenidos por proceso, siempre la distribución lognormal se presentaba de carácter no se rechaza, en varias oportunidades era la única que no se rechazaba comparada con las demás.

En los diferentes procesos que presentan más de una distribución no rechazada, se opta por el criterio de la observación del rango, el que sea mayor debe ser el tipo de distribución seleccionada.

La distribución lognormal se comprende como una variable a modelar, debido a que se considera como un producto multiplicativo de gran cantidad, dependiente de pequeños factores individuales.

2.4.4. Simulación actual del proceso.

En el cuadro 10, se observa la producción diaria que maneja TEINCOL LTDA con el sistema actual.

Cuadro 9: producción sistema actual TEICOL LTDA.

Días	Producción
Lunes	2
Martes	3
Miércoles	2
Jueves	2
Viernes	2
Total	11

Fuente: Los autores 2013.

En la figura 78, se observa la simulación final en el programa promodel del sistema actual, las diferentes áreas y el cuadro de producción por día.

Figura 78: simulación del sistema de producción actual TEINCOL LTDA.



Fuente: Los autores 2013.

2.4.5. Análisis de resultados.

2.4.5.1. Locaciones.

En la tabla 29, en la primera columna nombre de las locaciones, en la segunda columna hora programada, en la tercera columna capacidad, en la cuarta columna total de entradas, en la quinta columna media de minuto por entrada, en la sexta columna contenidos, en la séptima columna contenidos máximos, en la octava columna contenidos actuales y en la novena columna porcentaje de utilización.

Se evidencia el bajo porcentaje de utilización por locación correspondiente a la columna nueve, igualmente la baja en las entradas por locación correspondiente a la cuarta columna.

Tabla 28: Análisis de los resultados de las locaciones.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Cortadora	40,00	1,00	11,00	7,02	0,03	1,00	0,00	3,22	
Torno	40,00	4,00	33,00	37,14	0,51	4,00	0,00	12,77	
Recepcion MP	40,00	4,00	22,00	17,57	0,16	2,00	0,00	4,03	
Ensamble	40,00	1,00	11,00	12,68	0,06	1,00	0,00	5,81	
Limpieza	40,00	1,00	11,00	18,64	0,09	1,00	0,00	8,54	
Soldadura	40,00	1,00	11,00	18,32	0,08	1,00	0,00	8,40	
Esmeril	40,00	1,00	11,00	20,58	0,09	1,00	0,00	9,43	
Almacen PT	40,00	1,00	11,00	5,00	0,02	1,00	0,00	2,29	

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.2. Estados Múltiples.

En la tabla 30, en la primera columna nombre del estado, en la segunda columna hora programada, en la tercera columna porcentaje vacío, en la cuarta columna porcentaje parte ocupada, en la quinta columna porcentaje completo y en la sexta columna porcentaje abajo.

Se refleja gran porcentaje de parte vacío correspondiente a la columna tres, por lo tanto hay reducción del porcentaje de la parte ocupada, columna cuatro.

Tabla 29: Análisis de los resultados de los estados múltiples.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down				
Torno	40,00	66,20	33,44	0,36	0,00				
Recepcion MP	40,00	86,70	13,30	0,00	0,00				

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.3. Estados simples.

En la tabla 31, en la primera columna nombre del estado simple, en la segunda columna hora programada, en la tercera columna porcentaje de operación, en la cuarta columna porcentaje disposición, en la quinta columna porcentaje ocioso, en la sexta columna porcentaje en espera, en la séptima columna porcentaje obstruido y en la octava columna porcentaje abajo.

Se evidencia en la columna tres correspondiente a porcentaje de operación, bajo rendimiento por cada estado simple que conforma el sistema.

Tabla 30: Análisis de resultados Localizaciónestado simple.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down		
Cortadora	40,00	3,22	0,00	96,78	0,00	0,00	0,00		
Ensamble	40,00	4,71	0,00	94,19	1,10	0,00	0,00		
Limpieza	40,00	7,17	0,00	91,46	1,37	0,00	0,00		
Soldadura	40,00	7,71	0,00	91,60	0,69	0,00	0,00		
Esmeril	40,00	9,43	0,00	90,57	0,00	0,00	0,00		
Almacen PT	40,00	2,29	0,00	97,71	0,00	0,00	0,00		

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.4. Recursos.

En la tabla 32, en la primera columna nombre del recurso, en la segunda columna unidades, en la tercera columna tiempo programado, en la cuarta número de tiempo en uso, en la quinta columna media de tiempo de uso, en la sexta columna media de

tiempo de uso de viaje, en la séptima columna media de tiempo parado por viaje, en la octava columna porcentaje obstruido por viaje y en la novena columna porcentaje de utilización.

Se observa, baja en la columna cuatro correspondiente al número de tiempo en uso, como también en la columna nueve porcentajes de utilización.

Tabla 31: análisis de resultados de recursos.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization	
Receptores.1	1,00	40,00	17,00	12,36	0,46	0,00	0,00	9,08	
Receptores.2	1,00	40,00	16,00	11,12	0,49	0,00	0,00	7,74	
Receptores	2,00	80,00	33,00	11,76	0,47	0,00	0,00	8,41	
Cortador	1,00	40,00	11,00	7,02	0,00	0,00	0,00	3,22	
Tornero.1	1,00	40,00	27,00	14,01	1,11	0,00	0,00	17,01	
Tornero.2	1,00	40,00	17,00	19,14	0,18	0,00	0,00	13,69	
Tornero	2,00	80,00	44,00	16,00	0,75	0,00	0,00	15,35	
Ensambladores.1	1,00	40,00	11,00	10,27	0,00	0,00	0,00	4,71	
Ensambladores.2	1,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ensambladores	2,00	80,00	11,00	10,27	0,00	0,00	0,00	2,35	
Soldadores.1	1,00	40,00	11,00	3,00	1,91	0,00	0,00	2,25	
Soldadores.2	1,00	40,00	11,00	16,82	0,00	0,00	0,00	7,71	
Soldadores	2,00	80,00	22,00	9,91	0,96	0,00	0,00	4,98	
Limpiador	1,00	40,00	22,00	8,57	0,75	0,00	0,00	8,54	
Esmerilador	1,00	40,00	22,00	10,29	0,00	0,00	0,00	9,43	

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.5. Recursos de estados.

En la tabla 33, en la primera columna nombre del recurso de estado, en la segunda columna tiempo programado, en la tercera columna porcentaje en uso, en la cuarta columna porcentaje de uso en viaje, en la quinta columna porcentaje de paradas en viaje, en la sexta columna porcentaje ocioso y en la séptima columna abajo.

Se encuentra, que en la columna tres correspondiente a porcentaje en uso está de carácter bajo, lo contrario la columna siete aumenta que es la del tiempo ocioso.

Tabla 32: análisis de recursos de estados.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down			
Receptores.1	40,00	8,76	0,33	0,00	90,92	0,00			
Receptores.2	40,00	7,42	0,33	0,00	92,26	0,00			
Receptores	80,00	8,09	0,33	0,00	91,59	0,00			
Cortador	40,00	3,22	0,00	0,00	96,78	0,00			
Tornero.1	40,00	15,76	1,25	0,00	82,99	0,00			
Tornero.2	40,00	13,56	0,13	0,00	86,31	0,00			
Tornero	80,00	14,66	0,69	0,00	84,65	0,00			
Ensambladores.1	40,00	4,71	0,00	0,00	95,29	0,00			
Ensambladores.2	40,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00			
Ensambladores	80,00	2,35	0,00	0,00	97,65	0,00			
Soldadores.1	40,00	1,38	0,88	0,00	97,75	0,00			
Soldadores.2	40,00	7,71	0,00	0,00	92,29	0,00			
Soldadores	80,00	4,54	0,44	0,00	95,02	0,00			
Limpiador	40,00	7,86	0,69	0,00	91,46	0,00			
Esmerilador	40,00	9,43	0,00	0,00	90,57	0,00			

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.6. Llegadas fallidas.

En la tabla 34, columna uno nombre de entidad, columna dos nombre de la locación y columna tres total fracaso.

Se puede observar que el total de llegadas fallidas es de cero, por lo tanto no hay problema en este módulo.

Tabla 33: análisis de llegadas fallidas.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Entity Name	Location Name	Total Failed							
Pieza tubo	Recepcion MP	0,00							
Dia	Timer	0,00							
Pieza 2	Recepcion MP	0,00							

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.7. Actividad de entidad.

En la tabla 35, en la primera columna nombre actividad entidad, en la segunda columna total de salidas, en la tercera columna cantidad actual del sistema, en la cuarta columna tiempo en el sistema, en la quinta columna media de tiempo lógica de movimiento, en la sexta columna promedio de tiempo en espera, en la séptima columna

promedio de tiempo en operación y en la octava columna promedio de tiempo en bloqueo.

Se observa que el total de entradas es mínimo en todos los casos, tanto en la pieza tubo, pieza dos y pieza terminada.

Tabla 34: análisis de actividad de entidad.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)		
Pieza tubo	11,00	0,00	98,23	3,41	0,00	44,37	50,45		
Pieza 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Pieza terminada	11,00	0,00	142,14	15,41	1,07	125,66	0,00		

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.8. Estados de entidad.

En la tabla 36, en la primera columna nombre del estado de entidad, en la segunda columna porcentaje de movimiento lógico, en la tercera columna porcentaje en espera, en la cuarta columna porcentaje en operación y en la quinta columna porcentaje en bloqueo.

Se observa el bajo porcentaje de operación en la columna cuatro, como también el bajo porcentaje de movimiento lógico en la segunda columna.

Tabla 35: análisis de estados de entidad.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked					
Pieza tubo	3,47	0,00	45,17	51,36					
Pieza 2	0,00	0,00	0,00	0,00					
Pieza terminada	10,84	0,75	88,41	0,00					

Fuente: Los autores 2013.

2.4.5.9. Variables.

En la tabla 37, en la primera columna nombre de la variable, en la segunda columna total de cambios, en la tercera columna media de tiempo por cambio, en la cuarta columna valor mínimo, en la quinta columna valor máximo, en la sexta columna valor corriente, en la séptima columna valor actual y en la octava columna valor promedio.

Se observa que hay muy pocos cambios en las variables por lo tanto la media de tiempo de cambio es baja.

Tabla 36: análisis de variables.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernadoActual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value			
Procesados	11,00	195,10	0,00	11,00	11,00	5,83			
V1	2,00	158,04	0,00	2,00	2,00	1,77			
V2	3,00	266,02	0,00	3,00	3,00	2,12			
V3	2,00	593,03	0,00	2,00	2,00	1,05			
V4	2,00	833,03	0,00	2,00	2,00	0,65			
V5	2,00	1073,04	0,00	2,00	2,00	0,25			

Fuente: Los autores 2013.

2.4.6. Simulación propuesta.

En la siguiente simulación se evidencia la propuesta referente a la disminución de tiempos, llegadas y recepción de materia prima del producto en proceso.

Además factores relacionados a la utilización adecuada de cada una de las locaciones o áreas de la empresa que conforman el sistema productivo, aumento de entrada de material por cada una de estas, disminución de tiempo en operación, aumento en el tiempo de utilización, paralelamente reducción de los tiempos ociosos existentes.

Para realizar la simulación del sistema propuesto se tomó como base la simulación del sistema actual, aplicado las recomendaciones correspondientes, como el cambio de locaciones y de tiempos.

En el cuadro 11, se puede observar la producción diaria de TEINCOL LTDA utilizando el modelo propuesto, se observa el incremento en el rendimiento y por lo tanto el aumento en la producción.

Cuadro 10: Producción sistema propuesto TEINCOL LTDA.

Días	Producción
Lunes	4
Martes	4
Miércoles	4
Jueves	4
Viernes	4
Total	20

Fuente: Los autores 2013.

En la figura 79, se observa la simulación final en el programa promodel del sistema propuesto, las diferentes áreas y el cuadro de producción por día.

Figura 79: simulación sistema de producción propuesto TEINCOL LTDA.



Fuente: Los autores 2013.

2.4.7. Análisis de resultados.

2.4.7.1. Locaciones.

En la tabla 38, se refleja el aumento en la columna nueve correspondiente a porcentaje de utilización por locación, como también el aumento en las entradas por locación, comparado comparada con la tabla 39 sistema actual.

Tabla 37: Análisis de resultados locaciones.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Cortadora	40,00	1,00	20,00	7,02	0,06	1,00	0,00	5,85	
Torno	40,00	4,00	60,00	35,85	0,90	4,00	0,00	22,41	
Recepcion MP	40,00	4,00	40,00	21,26	0,35	4,00	0,00	8,86	
Ensamble	40,00	1,00	20,00	12,68	0,11	1,00	0,00	10,57	
Limpieza	40,00	1,00	20,00	19,03	0,16	1,00	0,00	15,86	
Soldadura	40,00	1,00	20,00	18,32	0,15	1,00	0,00	15,27	
Esmeril	40,00	1,00	20,00	20,58	0,17	1,00	0,00	17,15	
Almacen PT	40,00	1,00	20,00	5,00	0,04	1,00	0,00	4,17	

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.2. Estados múltiples.

En la tabla 39, en la columna tres y en la columna cuatro se observa el control de los espacios de los estados, comparado con la tabla 30 sistema actual.

Tabla 38: Análisis de resultados estados múltiples.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down				
Torno	40,00	56,40	39,87	3,73	0,00				
Recepcion MP	40,00	77,15	22,71	0,14	0,00				

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.3. Estados simples.

En la tabla 40, se observa el aumento en la columna tres correspondiente a porcentaje de operación por estado simple, comparado con la tabla 31 sistema actual del sistema.

Tabla 39: Análisis de resultados estados simples.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down		
Cortadora	40,00	5,85	0,00	94,15	0,00	0,00	0,00		
Ensamble	40,00	8,56	0,00	89,43	2,01	0,00	0,00		
Limpieza	40,00	13,03	0,00	84,14	2,83	0,00	0,00		
Soldadura	40,00	14,02	0,00	84,73	1,25	0,00	0,00		
Esmantil	40,00	17,15	0,00	82,85	0,00	0,00	0,00		
Almacen PT	40,00	4,17	0,00	95,83	0,00	0,00	0,00		

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.4. Recursos.

En la tabla 41, se evidencia el aumento en la columna cuatro correspondiente al número de tiempo en uso, como también se refleja el aumento en una columna importante como lo es la columna nueve porcentaje de utilización, comparado con la tabla 32 sistema actual del sistema.

Tabla 40: Análisis de resultados recursos.

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization	
Receptores.1	1,00	40,00	36,00	12,19	0,48	0,00	0,00	18,99	
Receptores.2	1,00	40,00	24,00	11,12	0,52	0,00	0,00	11,64	
Receptores	2,00	80,00	60,00	11,76	0,49	0,00	0,00	15,32	
Cortador	1,00	40,00	20,00	7,02	0,00	0,00	0,00	5,85	
Tornero.1	1,00	40,00	46,00	14,41	1,04	0,00	0,00	29,61	
Tornero.2	1,00	40,00	34,00	18,14	0,35	0,00	0,00	26,20	
Tornero	2,00	80,00	80,00	16,00	0,75	0,00	0,00	27,91	
Ensambladores.1	1,00	40,00	20,00	10,27	0,00	0,00	0,00	8,56	
Ensambladores.2	1,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ensambladores	2,00	80,00	20,00	10,27	0,00	0,00	0,00	4,28	
Soldadores.1	1,00	40,00	20,00	3,00	1,91	0,00	0,00	4,09	
Soldadores.2	1,00	40,00	20,00	16,82	0,00	0,00	0,00	14,02	
Soldadores	2,00	80,00	40,00	9,91	0,96	0,00	0,00	9,05	
Limpiador	1,00	40,00	40,00	8,57	0,75	0,00	0,00	15,53	
Esmantilador	1,00	40,00	40,00	10,29	0,00	0,00	0,00	17,15	

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.5. Recursos de estados.

En la tabla 42, se observa el aumento en la columna tres correspondiente al porcentaje de uso de los recursos de estado, como también la reducción de la columna seis porcentaje ocioso, comparado con la tabla 33 sistema actual del modelo.

Tabla 41: Análisis de resultados recursos de estados.

General Report (Normal Run - Rep. 1)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down			
Receptores.1	40,00	18,28	0,72	0,00	81,01	0,00			
Receptores.2	40,00	11,12	0,52	0,00	88,36	0,00			
Receptores	80,00	14,70	0,62	0,00	84,68	0,00			
Cortador	40,00	5,85	0,00	0,00	94,15	0,00			
Tornero.1	40,00	27,61	2,00	0,00	70,39	0,00			
Tornero.2	40,00	25,70	0,50	0,00	73,80	0,00			
Tornero	80,00	26,66	1,25	0,00	72,09	0,00			
Ensambladores.1	40,00	8,56	0,00	0,00	91,44	0,00			
Ensambladores.2	40,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00			
Ensambladores	80,00	4,28	0,00	0,00	95,72	0,00			
Soldadores.1	40,00	2,50	1,59	0,00	95,91	0,00			
Soldadores.2	40,00	14,02	0,00	0,00	85,98	0,00			
Soldadores	80,00	8,26	0,80	0,00	90,95	0,00			
Limpiador	40,00	14,28	1,25	0,00	84,47	0,00			
Esmerilador	40,00	17,15	0,00	0,00	82,85	0,00			

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.6. Llegadas fallidas.

En la tabla 43, se observan las llegadas fallidas del sistema de producción, como se puede ver también en la tabla 34, el total de fallas en las llegadas es cero.

Tabla 42: Análisis de resultados Llegadas fallidas.

General Report (Normal Run - Rep. 1)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Entity Name	Location Name	Total Failed							
Pieza tubo	Recepcion MP	0,00							
Dia	Timer	0,00							
Pieza 2	Recepcion MP	0,00							

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.7. Actividad de entidad.

En la tabla 44, se evidencia el aumento total de las llegadas de 11 a 20, aspecto importante para la mejora del sistema de producción en el sistema propuesto, comparado con la tabla 35 modelo actual.

Tabla 43: Análisis de resultados actividad de entidad.

TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Pieza tubo	20,00	0,00	101,21	6,78	2,49	44,37	47,57
Dia	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pieza 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pieza terminada	20,00	0,00	143,05	15,80	1,59	125,66	0,00

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7. 8. Estados de entidad.

En la tabla 45, se observa el aumento en la columna cuatro y en la columna dos, correspondientes a porcentaje en operación y porcentaje de movimiento lógico, comparado con la tabla 36 sistema actual del proceso.

Tabla 44: Análisis de resultados estados de entidad.

TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)				
Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Pieza tubo	6,70	2,46	43,84	47,00
Dia	0,00	0,00	0,00	0,00
Pieza 2	0,00	0,00	0,00	0,00
Pieza terminada	11,04	1,11	87,84	0,00

Fuente: Los autores 2013.

2.4.7.9. Variables.

En la tabla 46, se observa el aumento en las columnas de total de cambios y valores corrientes, las variables son las mismas comparadas con las del sistema actual.

Se observa el aumento en los cambios de las variables, por lo tanto la media de tiempo crece de gran forma.

Tabla 45: Análisis de resultados variables.

General Report (Normal Run - Rep. 1)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
TesisFernado.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value			
Procesados	20,00	109,55	0,00	20,00	20,00	10,22			
V1	4,00	79,02	0,00	4,00	4,00	3,58			
V2	4,00	187,77	0,00	4,00	4,00	2,86			
V3	4,00	307,77	0,00	4,00	4,00	2,06			
V4	4,00	427,77	0,00	4,00	4,00	1,26			
V5	4,00	547,77	0,00	4,00	4,00	0,46			

Fuente: Los autores 2013.

2.4.8. Validación del modelo actual vs modelo propuesto.

El propósito de realizarla validación del modelo de simulación vs el modelo actual de la empresa, es comprobar la consistencia entre un sistema real y el modelo de simulación que se propone.

Esta medida preventiva sirve para encontrar inconsistencias que con frecuencia se presentan en la programación.

El objetivo de una validación es establecer una base de seguridad en los resultados que genera el modelo bajo nuevas estipulaciones. Si un modelo no puede reproducir el comportamiento del sistema sinsensibilizar algún cambio, difícilmente se puede esperar que produzca resultados verdaderamente representativos.

Al validar un modelo de simulación se presenta el inconveniente de cómo debe existir similitud con el sistema real, es decir establecer criterios que sean aplicables para aceptar un modelo de simulación como una representación válida.

Para llevar a cabo este proceso se utiliza la siguiente prueba estadística:

- Prueba T de Student.

Para realizar esta prueba se establece los siguientes criterios:

- V_m = varianza del modelo de simulación
- V_r = varianza de los valores reales
- μ_m = media del modelo
- μ_r = media de los valores reales

La hipótesis sobre la media sería:

- $H_0: \mu_m = \mu_r$ Hipótesis nula: media del modelo = media de los valores reales.
- $H_a: \mu_m \neq \mu_r$ Hipótesis alternativa: media del modelo \neq media de los valores reales.

En la figura 80, se observa la definición de las variables utilizadas y su respectiva formula, para llevar a cabo la prueba de hipótesis.

Figura 80: formula prueba T de Student.

n_1 = tamaño de la muestra del modelo

n_2 = tamaño de la muestra de los valores reales

V_m = varianza del modelo de simulacion

V_r = varianza de los valores reales

μ_m = media del modelo

μ_r = media de los valores reales

g = grado de libertad = $n_1 + n_2 - 2$

$$t_0 = \frac{\mu_m - \mu_r}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)V_m + (n_2 - 1)V_r}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

t_c = valor critico = $t_{\alpha/2, g}$

Si $|t_0| < t_c$ No se rechaza que el modelo de simulación está arrojando resultados con la misma media que el de sistema real

Fuente: <http://www.slideshare.net/niko54-sagitario/prueba-t-de-student>, Octubre del 2013.

En la figura 81 se observa la aplicación de la prueba T student, utilizando el valor mínimo y el valor máximo de los datos reales, obteniendo como resultado la aprobación del modelo de simulación el cual arroja resultados con la misma varianza que el sistema real.

Figura 81: Aprobación del modelo de simulación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	

	Número de corrida	Modelo	Real	
Tamaño de la muestra del modelo	12	1	44	40
Tamaño de la muestra del real	12	2	42	39
Varianza de la muestra del modelo	12	3	43	
Varianza de la muestra del real	14,62879	4	36	
Media de la muestra del modelo	42	5	40	
Media de la muestra del real	41,08333	6	45	
Nivel de Significancia	0,95	7	36	
Valor to	0,615356	8	45	
Grado de libertad	22	9	46	
Valor Crítico	0,726819	10	45	49
		11	37	43
		12	41	48
		Valor mínimo	36	
		valor		
		Máximo	48	
		La media	42	
		La varianza	12	

VALIDAR

Microsoft Excel

 No se rechaza el modelo de simulación que está arrojando resultados con la misma varianza que el sistema real

Fuente: Los autores 2013.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1.1. Conclusiones.

- Con el desarrollo del sistema de planeación, programación y control de producción en TEINCOL LTDA, se logra el control de aspectos que afectaban en gran porcentaje el logro del éxito de la empresa.
- De acuerdo con el diagnóstico efectuado, se extrae inicialmente que la organización cuenta con buenos pilares de formación empírica, pero no son suficientes para el adecuado control de la producción, filtrándose problemas referentes a las actividades productivas, cumplimiento con el cliente, defectuosidad del producto y administración de recursos, para esto se emprende la investigación de la historia de la organización, actividad económica, productos elaborados, organigrama funcional, materia prima, distribución de planta, horas productivas, entre otros.
- Al identificar y aplicar las herramientas de ingeniería que van a determinar el mejoramiento del proceso de producción, se puede evidenciar aspectos bases como: producto de mayor representación para la empresa, tiempos promedios, tiempos normales de los diferentes procesos para elaborar el producto, tiempo estándar de elaboración, diagramas de flujo y finalmente aplicación de pronósticos, estas herramientas son utilizadas como técnicas de aplicación y clasificación para luego ser empleadas en la programación y control de la producción.
- En la aplicación de los instrumentos de ingeniería para el programa de planeación, programación y control de la producción, se parte principalmente por la técnica de pronóstico empleada, luego se debe tener en cuenta el tiempo estándar obtenido y finalmente la capacidad instalada. Con estos resultados se obtienen las herramientas de planeación programación y control de producción como: plan maestro de producción (MPS) y planificación de los requerimientos de material (MRP), con estos dos elementos se llega a la conclusión de cuál es el que genera mayor costo, finalmente empleando el de menor costo y mayor comodidad.
- Al validar el desarrollo del procedimiento de planeación, programación y control de la producción mediante el software promodel, se identifican las diferentes locaciones, entidades, recepciones, rutas, llegadas entre otros. También se realiza la respectiva simulación del sistema actual y del sistema propuesto, obteniendo como resultado el aumento de la producción diaria de la empresa, finalmente se realiza la prueba estadística T Student con el fin de hacer la

comprobación de la aceptación del modelo de simulación obteniendo, como resultado se obtiene la aprobación final.

- Al haber realizado el anterior proyecto se concluye que es indispensable para todas las organizaciones, llevar un respectivo orden referente a su planeación control y programación de la producción de los productos, si este se aplica a su debido tiempo se pueden evitar inconvenientes relacionados con pérdidas de material, demoras en entregas, pérdida de posicionamiento en el mercado y finalmente trabajo innecesario para máquinas y para trabajadores.

3.1.2. Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta tanto en TEINCOL LTDA como en todas las organizaciones la realización periódica de un diagnóstico, este permite identificar posibles errores en el sistema productivo y evitarlos antes de que se desarrollen al máximo.
- Es de gran importancia contar con las diversas herramientas de ingeniería, en el momento de emprender un mejoramiento de un proceso de producción, se contará con mayor seguridad y certeza para logra una buena toma de decisiones.
- Al aplicar los instrumentos de ingeniería de un programa de planeación, programación y control de la producción, se da un enfoque hacia los métodos más adecuados para la solución de problemas que se presentan en la actualidad, obteniendo como resultado el manejo y distribución óptima y conveniente para la misma.
- Es de gran importancia validar el desarrollo de un proyecto, ya que es la forma de comprobar el funcionamiento del proyecto llevado a cabo. Por otro lado se tiene una visualización real de la situación en la planta de producción.

3.2. MATERIAL COMPLEMENTARIO

3.2.1. Bibliografía

- ASKIN, Ronald I. Modeling and analysis of lean production systems. fourth edition Prentice Hall, Boston USA 2004.
- ASKIN, Ronald. Desing And Analysis of Lean Production Systems. Second edition. Wiley & Sons. Boston. 2005.
- AZARANG, Mohammad. Modelos estocasticos. Primera edición Mc-Graw Hill.Mexico 1998.
- BRICEÑO, Pedro. (1955) Administración y Dirección de Proyectos. UN Enfoque Integrado. Segunda Edición. Santiago de Chile. Mc. Graw Hil.
- CHAPMAN, Stephen N., Planificación y control de la producción, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006.
- CHASE, RICHARD; AQUILANO, NICHOLAS; JACOBS, ROBERT; GARCIA, ANGELA; CIOCIANO, MILDRED. (2000) administración de producción y operaciones. México. Editorial Mc Graw-Hill.
- CHASE, Aquilano. Administración de la producción. Quinta edición McGraw-Hill. Bogotá 2007.
- CHIAVENATTO, Adalberto Administración: Proceso Administrativo Tercera Edición Colombia: MakronBooksDoBrasilEditora, LTDA.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, JOSE. (1995) Dirección de Operaciones. Madrid. Mc-Graw-Hill.
- DE CASTRO, Emilio. PGARCÍA DEL JUNCO, Julio Administración y Dirección2.001España: McGraw - Hill Interamericana de España, S.A.
- FOGARTY& BLACKSTONE. Administración de la producción e inventarios. Segunda edición CECSA Méjico 2002.
- IVANCEVICH, John MLORENZI, Peter SKINNERJ., Steven Gestión: Calidad y Competitividad1997 España: McGraw - Hill Interamericana de España, S.A.
- MIRANDA MIRANDA Juan José. Gestión de proyectos. Cuarta edición. Editores.
- NARASIMHAM, Sim, W. MCLEAVEY, Dennis y BILLINGTON, Peter Planeación de la producción y control de inventarios. Prentice-hall hispanoamericana, S.A. 1996.
- NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. Edición Alfaomega, México 1990.

- NOORI, Hamid; Administración de Operaciones y Producción: Calidad total y Respuesta Sensible Rápida. Mc Graw Hill, México, 1998.
- NORMAN Gaither, GREG Frazier; Administración de Producción Y Operaciones; Editorial: McGraw-Hill; año:2000.
- OSPINA,Dagoberto. Sistemas administrativos de producción y de operaciones. Primeraedición. Pereira UTP 1996.
- PRAWDA, Juan. Métodos y modelos de investigación de operaciones. Segunda edición. Limusa. México 1999.
- PINEDO, Michel theory, algorithms and systems. Second edition Prentice hall Boston USA 2002.
- RIGGS, JAMES L. (2001) sistemas de producción planeación, análisis y control. México. Editorial limusawiley.
- SIPPER, DANIEL; BULFIN, ROBERT. (1998) planeación y control de la producción. Madrid. Editorial Mc Graw-Hill.
- TAHA, Hamdy. Investigación de operaciones. Séptima edición. SecondEdition Pearson Bogotá. 2005.
- VERGARA PORTELA, Roberto, Apuntes planeación, programación y control de la producción. Documento en Microsoft word 2007.
- WESTERMAN WIMMERT, Scheele, Como implantar el control de la producción, Ediciones Deusto, 1974.
- ZANDIN, kjell B. Maynard Manuel del ingeniero industrial. Quinta edición Mc Graw-Hill. México 2001.

3.2.2. Cibergrafia.

- <http://cdiserver.mbasil.edu.pe/mbapage/BoletinesElectronicos/Estudios%20de%20mercado/metalmecanica.pdf>.
- <http://www.superfinanciera.gov.co/tarifas/evoluciontarifasfinancierasjul2011.pdf>.
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/tecplajfrz.htm>.
- <http://gestion.pe/economia/sni-produccion-metalmecanica-creceria-hasta-10-este-ano-2013770>.
- http://www.bdigital.unal.edu.co/5185/1/Modelo_de_un_sistema_MRP.pdf.
- <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/14772/51/TEMA%207%20PLANIFICACION%20Y%20CONTROL%20DE%20LA%20PRODUCCION.pdf>.
- <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r19487.PDF>.
- <http://www.icontec.org.co/index.php?section=195>.
- <http://planificacionycontroldeproduccion.bligoo.com/funciones-del-control-de-produccion>.
- http://www.lalibriadelau.com/lu/product_info.php?products_id=39444.
- <http://www.slideshare.net/guest1bc15d7/planeacion-produccion>.
- <http://www.bdigital.unal.edu.co/924/>.

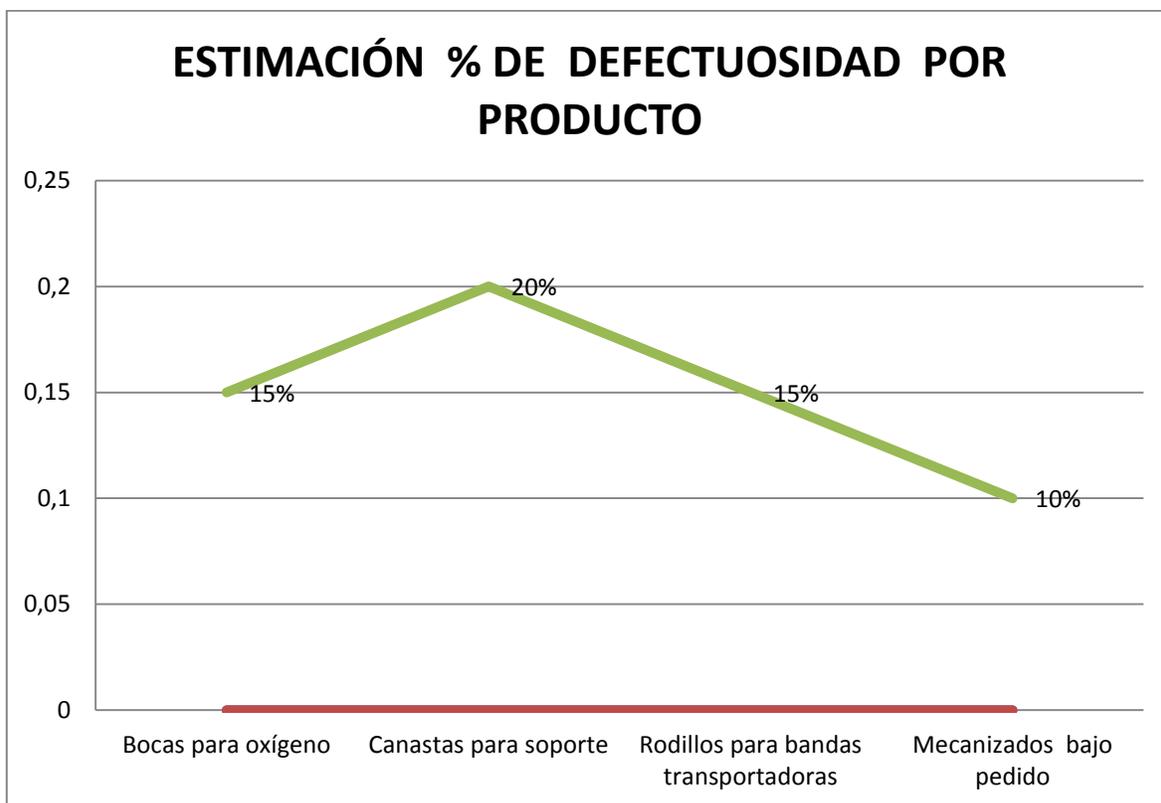
3.3. ANEXOS.

Anexo 1. Precios de los competidores.

precios de los competidores							
Competidores	Industrias menbel LTDA	Promecol LTDA	Mundial de perfiles LTDA	SIA industrial	TMP LTDA	Monser S.A.S	Teicol LTDA
producto	bocas para oxigeno	bocas para oxigeno	bocas para oxigeno	bocas para oxigeno	bocas para oxigeno	bocas para oxigeno	bocas para oxigeno
precios	55.000	64.000	65.000	58.000	59.000	60.000	64.000

Fuente: los autores 2013

Anexo 2. Estimación % defectuosidad del material por producto.



Fuente: los autores 2013

Anexo 3.Formato de encuesta capacidad.

Empresa _____

Nombre _____

Fecha _____

Cargo _____

1. Hace el control respectivo del porcentaje de capacidad que se necesita para manejar la demanda.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Se hacen prevenciones de la capacidad antes de que la demanda se manifieste claramente.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Se tienen en cuenta los respectivos sistemas para la toma de decisiones.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Se realizan las correspondientes integraciones en el grupo, para mejorar la productividad.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Se tiene en cuenta el factor fatiga, en cada una de áreas de la organización.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Se evidencia el cambio de organización de manera óptima, desde su inicio hasta la situación actual.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anexo 4. Fluidez de la producción de la empresa.

Empresa _____

Nombre _____

Fecha _____

Cargo _____

1. Se realiza el correspondiente control de los desechos producidos por la elaboración del producto.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. La materia prima es la adecuada para la elaboración del producto.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Se cumple con la demanda que exige el mercado.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Se tienen en cuenta el histórico de demandas, para hacer la respectiva planeación.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Se realiza la correspondiente programación de las labores emprendidas por los operarios de la planta.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anexo 5. Clima organizacional actual.

Empresa _____

Nombre _____

Fecha _____

Cargo _____

1. El ambiente del día a día de la organización es agradable y acorde con la labor a realizar.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Los trabajadores se centran primordialmente en cumplir los objetivos trazados, evitan al máximo las interrupciones.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Se tienen en cuenta las ideas frecuentes, que salen a flote por el equipo de trabajo de la organización.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Los problemas personales se llevan por fuera y no afectan la cotidianidad de la empresa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Se maneja confianza entre las diferentes áreas de la empresa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anexo 6. Manejo adecuado de los materiales.

Empresa _____

Nombre _____

Fecha _____

Cargo _____

1. Se hace la correspondiente revisión de los diferentes materiales que llegan a la empresa para la elaboración del producto.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Se proporciona la cantidad adecuada de material, para poder elaborar el producto.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Se hace la medida adecuada, coincidiendo con los planos entregados por el diseñador.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Se evita al máximo los errores, los cuales puedan causar pérdida final del material.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Se presta protección adecuada para el material, con el fin de prevenir posibles corrosiones .

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anexo 7. Destrezas de los operarios en las diferentes áreas.

Empresa _____

Nombre _____

Fecha _____

Cargo _____

1. Emprenden las tareas asignadas con la mayor seguridad posible.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Se cuenta con personal altamente calificado, en labores referentes a la metalmecánica.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Interpretan los diferentes planos requeridos por el diseñador o ingeniero.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Responden de manera positiva a las diferentes evaluaciones realizadas por la organización y por externos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Enfrentan una situación de riesgo, como lo puede ser una falla en una máquina.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anexo 8. Comunicación en la organización.

Empresa _____

Nombre _____

Fecha _____

Cargo _____

1. Se procura relacionar al máximo las acciones con las palabras.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Se enfatiza en buscar la comunicación cara a cara de los trabajadores.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Se mantienen informados los integrantes de la organización, de los cambios y decisiones que se toman por las directivas.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Se le da la respectiva confianza a los integrantes del equipo, para que puedan informar las diferentes noticias e imprevistos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Se cuenta con la fluidez continua de la información importante para la planta

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anexo 9. Calculo promedio móvil simple años 2011, 2012, 2013.

Año 2011

Periodo de abril $= \frac{D \text{ enero} + D \text{ febrero} + D \text{ marzo}}{\text{periodos}}$

Periodo de abril $= \frac{69 + 67 + 58}{3} = 65$

Periodo de mayo $= \frac{D \text{ febrero} + D \text{ marzo} + D \text{ abril}}{3}$

Periodo de mayo $= \frac{67 + 58 + 48}{3} = 58$

Periodo de junio $= \frac{D \text{ marzo} + D \text{ abril} + D \text{ mayo}}{\text{periodos}}$

$$\text{Periodo de junio} = \frac{58 + 48 + 78}{3} = 61$$

$$\text{Periodo de julio} = \frac{D \text{ abril} + D \text{ mayo} + D \text{ junio}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de julio} = \frac{48 + 78 + 62}{3} = 66$$

$$\text{Periodo de agosto} = \frac{D \text{ mayo} + D \text{ junio} + D \text{ julio}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de agosto} = \frac{78 + 62 + 67}{3} = 69$$

$$\text{Periodo de septiembre} = \frac{D \text{ de junio} + D \text{ de julio} + D \text{ de agosto}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de septiembre} = \frac{62 + 67 + 71}{3} = 67$$

$$\text{Periodo de octubre} = \frac{D \text{ julio} + D \text{ agosto} + D \text{ septiembre}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de octubre} = \frac{67 + 71 + 75}{3} = 71$$

$$\text{Periodo de noviembre} = \frac{D \text{ agosto} + D \text{ septiembre} + D \text{ octubre}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de noviembre} = \frac{71 + 75 + 45}{3} = 64$$

$$\text{Periodo de diciembre} = \frac{D \text{ septiembre} + D \text{ octubre} + D \text{ noviembre}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de diciembre} = \frac{75 + 45 + 45}{3} = 55$$

Año 2012

$$\text{Periodo de abril} = \frac{D \text{ enero} + D \text{ febrero} + D \text{ marzo}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de abril} = \frac{70 + 76 + 85}{3} = 77$$

$$\text{Periodo de mayo} = \frac{D \text{ febrero} + D \text{ marzo} + D \text{ abril}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de mayo} = \frac{76 + 85 + 90}{3} = 84$$

$$\text{Periodo de junio} = \frac{D \text{ marzo} + D \text{ abril} + D \text{ mayo}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de junio} = \frac{85 + 90 + 94}{3} = 90$$

Periodo de julio

$$= \frac{D \text{ abril} + D \text{ mayo} + D \text{ junio}}{\text{periodos}}$$

Periodo de julio

$$= \frac{90 + 94 + 110}{3} = 98$$

Periodo de agosto

$$= \frac{D \text{ mayo} + D \text{ junio} + D \text{ julio}}{\text{periodos}}$$

Periodo de agosto

$$= \frac{94 + 110 + 115}{3} = 106$$

Periodo de septiembre

$$= \frac{D \text{ de junio} + D \text{ de julio} + D \text{ de agosto}}{\text{periodos}}$$

Periodo de septiembre

$$= \frac{110 + 115 + 122}{3} = 116$$

Periodo de octubre $= \frac{D \text{ julio} + D \text{ agosto} + D \text{ septiembre}}{\text{periodos}}$

Periodo de octubre $= \frac{115 + 122 + 130}{3} = 122$

Periodo de noviembre $= \frac{D \text{ agosto} + D \text{ septiembre} + D \text{ octubre}}{\text{periodos}}$

Periodo de noviembre $= \frac{122 + 130 + 136}{3} = 129$

Periodo de diciembre $= \frac{D \text{ septiembre} + D \text{ octubre} + D \text{ noviembre}}{\text{periodos}}$

Periodo de diciembre $= \frac{130 + 136 + 144}{3} = 137$

Año 2013

$$\text{Periodo de enero} = \frac{D \text{ octubre} + D \text{ noviembre} + D \text{ diciembre}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de enero} = \frac{136 + 144 + 148}{3} = 143$$

$$\text{Periodo de febrero} = \frac{D \text{ noviembre} + D \text{ diciembre} + D \text{ enero}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de febrero} = \frac{144 + 148 + 154}{3} = 149$$

$$\text{Periodo de marzo} = \frac{D \text{ diciembre} + D \text{ enero} + D \text{ febrero}}{\text{periodos}}$$

**Periodo de
marzo**

$$= \frac{148 + 154 + 157}{3} = 153$$

Periodo de abril

$$= \frac{D \text{ enero} + D \text{ febrero} + D \text{ marzo}}{\text{periodos}}$$

Periodo de abril

$$= \frac{154 + 157 + 162}{3} = 158$$

**Periodo de
mayo**

$$= \frac{D \text{ febrero} + D \text{ marzo} + D \text{ abril}}{\text{periodos}}$$

Periodo de mayo

$$= \frac{157 + 162 + 170}{3} = 163$$

$$\text{Periodo de junio} = \frac{D \text{ marzo} + D \text{ abril} + D \text{ mayo}}{\text{periodos}}$$

$$\text{Periodo de junio} = \frac{162 + 170 + 174}{3} = 169$$