

MEJORAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE PREPARACIÓN EN LA TERCERA LÍNEA DE
EXTRUSIÓN DE CEDSA S.A.

LUIS FELIPE REYES USCÁTEGUI



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2008

MEJORAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE PREPARACIÓN EN EL PROCESO PRODUCTIVO
DE CEDSA S.A.

LUIS FELIPE REYES USCÁTEGUI

Trabajo de grado para optar el título de
Ingeniero Industrial

Director (a)
Dra. Myriam Leonor Niño López
Ingeniera Industrial

Tutor
Luis Ernesto Silva Monterrey
Gerente de Producción

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2008

A mi madre querida,
compañera incondicional.

A mi padre,
motor de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme una oportunidad;
a mis padres porque estuvieron, están y estarán siempre presentes;
a mi hermana por enseñarme a ser paciente y tolerante;
a mis amigos porque nunca me han abandonado;
y finalmente a mis maestros por aprender junto a mi.

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1 MISIÓN	1
1.2 VISIÓN	1
1.3 OBJETO SOCIAL	1
1.4 RAZÓN SOCIAL	1
1.5 RESEÑA HISTÓRICA	1
1.6 UBICACIÓN	2
1.7 POLÍTICAS DE CALIDAD	2
1.8 OBJETIVOS DE CALIDAD	3
1.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	3
1.10 PRODUCTOS	6
1.11 PROCESOS Y MAQUINARIA	6
1.12 CLIENTES	11
1.13 ENTORNO EXTERNO	12
1.13.1 Mercado de los conductores eléctricos y de telecomunicaciones.	12

1.13.2	Competidores.	13
2.	DIAGNOSTICO DE LA PLANTA	14
2.1	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO ACTUAL DE PREPARACIÓN	15
2.1.1	Descripción de la maquinaria.	16
2.1.2	Descripción de los Materiales.	28
2.1.3	Descripción del Medio.	30
2.1.4	Descripción de la Mano de Obra.	32
2.1.5	Descripción del Método.	32
2.2	ESTUDIO DE TIEMPOS	43
2.2.1	Descripción del método de estudio utilizado.	43
2.2.2	División de las actividades en elementos.	43
2.2.3	Tamaño de la muestra.	43
2.2.4	Recopilación de datos.	45
2.2.5	Asignación de suplementos.	45
2.2.6	Ocurrencias promedio por ciclo.	45
2.2.7	Tiempos tipo.	46
2.3	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS	47

3.	ESTADO DEL ARTE	49
3.1	SMED	49
3.2	PREPARACIÓN	49
3.3	DESPILFARROS EN ALISTAMIENTO	50
3.4	5 ESES	51
3.5	METODOLOGÍAS PARA EL MEJORAMIENTO DE OPERACIONES DE PREPARACIÓN	52
4.	ANÁLISIS DE ACTIVIDADES EXTERNAS E INTERNAS DE PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE MEJORAS	55
4.1	CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN EXTERNAS E INTERNAS	55
4.1.1	Clasificación y análisis de las actividades de preparación del devanador.	55
4.1.2	Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 1.	56
4.1.3	Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE.	57
4.1.4	Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de Nylon.	60
4.1.5	Clasificación y análisis de las actividades de preparación del marcador de presión.	61
4.1.6	Clasificación y análisis de las actividades de preparación del secador.	64
4.1.7	Clasificación y análisis de las actividades de preparación del bobinador.	64
4.1.8	Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 2.	65

4.2	EXTERNALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACTUALMENTE INTERNAS. PROPUESTAS DE MEJORA	66
4.2.1	Propuestas de mejora para la preparación del devanador.	66
4.2.2	Propuestas de mejora para la preparación del Enhebrado 1.	68
4.2.3	Propuestas de mejora en la preparación de la extrusora de PVC/PE.	71
4.2.4	Propuestas de mejora en la preparación de la extrusora de Nylon.	78
4.2.5	Propuestas de mejora en la preparación del marcador de presión.	80
4.2.6	Propuestas de mejora en la preparación del secador.	82
4.2.7	Propuestas de mejora en la preparación del bobinador.	84
4.2.8	Propuestas de mejora en la preparación del enhebrado 2.	85
5.	IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LAS MEJORAS EN LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN	88
5.1	IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS EN LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN	88
5.1.1	Implementación de las mejoras en la preparación del devanador.	89
5.1.2	Implementación de las mejoras en la preparación del primer enhebrado.	90
5.1.3	Implementación de las mejoras en la preparación de la extrusora de PVC/PE.	91
5.1.4	Implementación de las mejoras en la preparación de la extrusora de Nylon.	95
5.2	DESCRIPCIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO IMPLEMENTADO	97
5.2.1	Descripción e implementación del nuevo método de preparación del devanador.	97

5.2.2	Descripción e implementación del nuevo método de preparación del enhebrado 1.	98
5.2.3	Descripción e implementación del nuevo método de preparación de la extrusora de PVC/PE.	99
5.2.4	Descripción e implementación del nuevo método de preparación de la extrusora de Nylon.	101
5.2.5	Descripción e implementación del nuevo método de preparación del marcador de presión.	102
5.2.6	Descripción e implementación del nuevo método de preparación del secador.	103
5.2.7	Descripción e implementación del nuevo método de preparación del bobinador.	103
5.2.8	Descripción e implementación del nuevo método de preparación del enhebrado 2.	104
5.3	EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS	105
6.	CONCLUSIONES	110
7.	RECOMENDACIONES	112
	BIBLIOGRAFÍA	114
	ANEXOS	115

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Productos CEDSA S.A.....	5
Tabla 2. Maquinaria y procesos CEDSA S.A.	11
Tabla 3. Resultados del estudio de ruido en CEDSA S.A.....	31
Tabla 4. Premuestra.....	44
Tabla 5. Resumen del estudio de tiempos de preparación de la tercera línea de extrusión	46
Tabla 6. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del devanador	56
Tabla 7. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 1	57
Tabla 8. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. Cabezal	58
Tabla 9. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. Barril	59
Tabla 10. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. Tolva.....	61
Tabla 11. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de Nylon. Cabezal	62
Tabla 12. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la tolva de Nylon.....	63
Tabla 13. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del marcador de presión.....	63
Tabla 14. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del secador	64
Tabla 15. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del bobinador	64
Tabla 16. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 2	65
Tabla 17. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 1	67
Tabla 18. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 1.....	68
Tabla 19. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 2	68
Tabla 20. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 2.....	69
Tabla 21. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 3	69

Tabla 22. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 3.....	69
Tabla 23. Proporción estimada de preparaciones sin detener la línea.....	70
Tabla 24. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 4.....	71
Tabla 25. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 5.....	71
Tabla 26. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 5.....	72
Tabla 27. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 6.....	72
Tabla 28. Beneficios mensuales a causa de la mejora del inventario de mallas	73
Tabla 29. Tiempos en el balanceo del cabezal.	73
Tabla 30. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 7.....	74
Tabla 31. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 8.....	75
Tabla 32. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 9.....	76
Tabla 33. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 9.....	77
Tabla 34. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 10.....	77
Tabla 35. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 10.....	77
Tabla 36. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 11.....	78
Tabla 37. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 11.....	79
Tabla 38. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 12.....	79
Tabla 39. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 12.....	80
Tabla 40. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 13.....	80
Tabla 41. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 13.....	80
Tabla 42. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 14.....	82
Tabla 43. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 14.....	82
Tabla 44. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 15.....	83
Tabla 45. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 15.....	84
Tabla 46. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 16.....	85

Tabla 47. Beneficios mensuales a causa de la mejora del montaje externo del carrete en el bobinador.....	85
Tabla 48. Tiempo estimado para el procedimiento estimado en la propuesta de mejora 17.....	87
Tabla 49. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 17.....	87
Tabla 50. Resumen sobre la implementación de propuestas de mejora en la tercera línea de extrusión	88
Tabla 51. Premuestra con las mejoras implementadas	105
Tabla 52. Resumen del estudio de tiempos de preparación de la tercera línea de extrusión con mejoras implementadas.	106
Tabla 53. Tabla resumen por equipo y por componente de implementaciones y sus resultados..	107

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. CEDSA S.A.	2
Figura 2. Organigrama CEDSA S.A.	4
Figura 3. Trefiladota TECALSA	7
Figura 4. Cableadora Rígida.....	7
Figura 5. Cableadora S-Z.....	8
Figura 6. Buncher EDMANS.....	9
Figura 7. Línea de extrusión 3.....	10
Figura 8. Línea de fraccionado	11
Figura 9. Porcentaje de participación en ventas por familia para los meses junio y octubre del 2007	14
Figura 10. Plano general de la tercera línea de extrusión	15
Figura 11. Devanador de la tercera línea de extrusión.....	16
Figura 12. Primer capstan de la tercera línea de extrusión.....	17
Figura 13. Guías de alineación o enderezador.....	18
Figura 14. Extrusora de PVC/PE	19
Figura 15. Tolla de alimentación de PVC/PE	19
Figura 16. Cabezal y brida de PVC/PE.....	21
Figura 17. Cabezal de PVC/PE	21
Figura 18. Cabezal de PA	23
Figura 19. Marcador de presión.....	25
Figura 20. Secador de aire	26
Figura 21. Bobinador.....	27
Figura 22. Despilfarro en operaciones de preparación.....	51

Figura 23. Propuesta de sistema alternativo de 2 devanadores.....	67
Figura 24. Anclaje externo del cabezal de PVC/PE (vista superior).....	75
Figura 25. Sistema doble de tolvas.....	76
Figura 26. Dispositivo de marcación doble (vista superior).....	81
Figura 27. Secador de núcleos intercambiables.....	82
Figura 28. Enhebrado 2 inverso.....	86
Figura 29. Sistema alternativo de dos devanadores.	90
Figura 30. Anclaje externo del cabezal de PVC/PE.....	93
Figura 31. Sistema doble de tolvas.....	94
Figura 32. Secador de núcleos intercambiables.....	96
Figura 33. Cambio en el procedimiento de preparación del devanador	98
Figura 34. Cambio en el procedimiento de preparación del enhebrado 1	99
Figura 35. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de PVC/PE (porta mallas)	99
Figura 36. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de PVC/PE (purga en paralelo)	100
Figura 37. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de PVC/PE (alimentación de plástico).	101
Figura 38. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de Nylon.	102
Figura 39. Cambio en el procedimiento de preparación del marcador de presión.....	103
Figura 40. Cambio en el procedimiento de preparación del bobinador.	104
Figura 41. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 1.....	108
Figura 42. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 2.....	108
Figura 43. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 3.....	109
Figura 44. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 4.....	109

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Composición del ciclo de preparación de la línea de extrusión 3	116
ANEXO B. Diagramas de flujo de las operaciones de preparación de la línea de extrusión 3.....	117
ANEXO C. Elementos componentes de los subprocesos de preparación anterior a la implementación.....	146
ANEXO D. Suplementos por descanso y necesidades personales anteriores a la implementación	153
ANEXO E. Historial de cambios de referencia en la tercera línea de extrusión.....	159
ANEXO F. Tiempos asignados por elemento.....	169
ANEXO G. Listas de chequeo. Línea de extrusión 3.....	173
ANEXO H. Propuestas de mejora.....	178
ANEXO I. Capacitación	195
ANEXO J. Estudio de tiempos sobre actividades internas después de la mejora.	200
ANEXO K. Metodologías de trabajo por ciclo.....	203

GLOSARIO

BARRIL DE EXTRUSIÓN: componente o parte de la extrusora que funciona como cámara en donde el material plástico extruído se tritura y funde por acción y efecto del calor generado por las resistencias del sistema y el rozamiento entre sus paredes internas y el tornillo que gira en su interior.

BRIDA: elemento que une dos componentes cilíndricos (ducto del cabezal y del barril para el caso de la extrusora), permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas.

BUJE: pieza de unión mecánica entre dos partes (brazos del devanador y carrete para este caso), posiblemente en movimiento o un punto de unión reforzado donde un ensamble mecánico es acoplado al otro.

CABEZAL DE EXTRUSIÓN: pieza móvil del extremo de la extrusora donde se alberga la herramienta (dado y guía). En su interior se aplica el plástico fundido sobre la superficie del conductor.

CARRETE (BOBINA): cilindro sobre el cual se arrolla o devana el cable. Sirve para almacenar el producto en proceso.

DADO (EXTRUSIÓN): pieza metálica hueca con forma cilíndrica. Su diámetro interior define el exterior del aislamiento extruído. En su interior se ubica la guía.

DISCO (MARCADOR): pieza cilíndrica maciza. Sobre su circunferencia se graba en alto o bajo relieve, el rotulado o la marca que se le quiere imprimir al aislamiento del conductor.

GUÍA (EXTRUSIÓN): pieza metálica hueca con forma cónica. Se emplea para enrutar el conductor por el interior del dado. Su diámetro interno es el mismo de el del conductor antes de que la capa sea aplicada.

LIMPIADOR (MARCADOR DE PRESIÓN): en el marcador es la pieza metálica montada sobre la uña que se encarga de barrer el exceso de pintura de la superficie del rotulado sobre el disco.

LLAVE CURVADA: instrumento metálica de sección transversal hexagonal que se utiliza para desmontar tornillos o pernos de cabeza hexagonal interna.

LLAVE DE UÑA: instrumento metálico empleado para desmontar tuercas. Sobre su extremo va dispuesta una ranura abierta cuyo contorno interno se acopla al del elemento a desmontar.

LLAVE MIXTA: instrumento metálico empleado para desmontar tuercas. Sobre uno de sus extremos va dispuesta una ranura abierta y sobre el otro un orificio, ambos con contorno interno acoplable al elemento a desmontar.

PA (NYLON): polímero artificial perteneciente al grupo de las poliamidas. Al aplicarse sobre el aislamiento del cable, lo hace más resistente a la abrasión.

PE (polietileno): químicamente el polímero mas simple y es el más barato. Es utilizado para aislar conductores.

PERNO: pieza metálica, normalmente de acero o hierro, larga, cilíndrica, con cabeza redonda por un extremo y que puede ser roscado por el otro, asegurado con una chaveta, una tuerca o un remache, que se usa para la sujeción de piezas de gran volumen.

PVC (poli cloruro de vinilo): polímero empleado entre otras cosas en el aislamiento de conductores eléctricos. Se caracteriza por su resistencia eléctrica y a la llama.

RESISTENCIAS: dispositivo que genera resistencia al paso de la corriente emitiendo calor.

TUERCA DE MARIPOSA: pieza roscada interiormente con forma externa de alas de mariposa abiertas que facilitan su desmonte sin el uso de llaves.

SUBPROCESO PREPARATIVO: procedimiento de preparación que se lleva a cabo para alistar o disponer para producir uno de los equipos de una línea. El ciclo preparativo está compuesto por varios subprocesos.

TOLVA: generalmente es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior. En extrusión se encarga de alimentar el barril del polímero sólido.

UÑA (MARCADOR): pieza metálica en forma de v que se encarga de dosificar la pintura sobre el disco de marcación. Cada tamaño de disco tiene una uña diferente.

RESUMEN

TITULO: MEJORAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE PREPARACIÓN EN LA TERCERA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE CEDSA S.A.*

AUTOR: Luis Felipe Reyes Uscátegui**.

PALABRAS CLAVES: Preparación, SMED (Cambio de dado en menos de 10 minutos), Línea de Extrusión, Elemento (unidad de un procedimiento).

DESCRIPCIÓN: Diseño e implementación de un método de trabajo eficiente para la operación de preparación en el proceso de la tercera línea de extrusión de CEDSA S.A., reduciendo los tiempos involucrados con el alistamiento de cada uno de los equipos que componen este puesto de trabajo.

Para lograr el objetivo principal de este trabajo, inicialmente se describió la situación actual con el método empleado en la preparación de los equipos de la línea y la realización de un estudio de tiempos registrando los procedimientos en videos posteriormente analizados.

Una vez se definió el patrón inicial de comparación, equipo por equipo, elemento por elemento los procedimientos empleados en la preparación fueron analizados, identificando cuales de ellos se cumplían mientras el proceso productivo se llevaba a cabo, y cuales mientras éste se detenía. De forma simultánea se identificaron las primeras propuestas de externalización.

Con el análisis detallado finalizado, se procedió a concretar las propuestas de mejora planteadas, cuantificando los beneficios en términos del tiempo reducido y los costos involucrados para llevarlas ante el tomador de decisiones y lograr su aprobación.

Una a una las propuestas autorizadas por la Gerencia de Producción, o en su defecto, la Gerencia General, fueron implementadas y de manera simultanea los operarios de la línea en sus tres turnos fueron sometidos a un programa de capacitación en el cambio de los procedimientos.

Finalizando el trabajo se llevó a cabo nuevamente un estudio de tiempos sobre la preparación de los equipos después de implementadas las mejoras, con el fin de determinar su efecto y obtener los estándares requeridos para distribuir equitativamente el trabajo entre los dos operarios de la línea, obteniendo realmente un método de trabajo eficiente.

* Practica empresarial en Gran Empresa.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Myriam Leonor Niño López.

ABSTRACT

TITLE: IMPROVEMENT OF THE SETUP OPERATIONS ON THIRD EXTRUSION LINE OF CEDSA S.A.

AUTHOR: Luis Felipe Reyes Uscátegui**.

KEY WORDS: Setup, SMED (Single Minute Die Exchange), Extrusion Line, Element (procedure unit or step).

SUMMARIZE: Design and implementation of an efficient work method for the setup operations on the third extrusion line process of CEDSA S.A., reducing times involucrate with the preparation of each one of the machines that compound this process step.

In order to achieve the principal goal of this work, the initial situation was described with the method used on every setup procedure, which were also recorded to be subject of a time study.

Once the initial standard was established, machine by machine, element by element the procedures used on the setup operations were analyzed, identifying which one of those were executed while production was in progress and which others not. Simultaneously the first improvement proposals were identified.

With the detailed analysis finished, the next step was concretizing the improvement proposals raised, quantifying their benefits on terms of times reduced and costs included for being exposed to the decision taker.

One by one the proposes authorized by the Production Management, or in its absence, the General Management, were implemented and at the same time the extrusion's line operators were subjected to a training program for the procedures changes.

Finishing this work a new time study was applied again over the resultants procedures after the improvements, trying to identify its effects and also to obtain the standards required to distribute equitably the work charge between both of the operators.

*Big Company Practice.

**Physics-Mechanics Engineering faculty. School of Industry and Companies Studies. Myriam Leonor Niño López.

INTRODUCCIÓN

El proceso productivo del cable inicia con el trefilado donde los alambres metálicos son reducidos al diámetro deseado, luego continúa con el cableado, donde se trenzan las hebras recién mecanizadas en el número requerido por el diseño, finalmente se concluye con la extrusión, donde estas agrupaciones son aisladas con una capa plástica. A medida que el conductor es destinado a funciones más específicas, la ruta se complica haciéndose necesario segundos y terceros pasos de los 2 últimos procesos.

De los 3 procesos expuestos, el de extrusión es uno de los más complejos. Las líneas destinadas a esta clase de pasos se caracterizan por requerir diferentes equipos para establecer propiedades del cable como su superficie, espesor, diámetro final, rotulado y temperatura de trabajo.

La complejidad en la preparación de este grupo de equipos, sumada al hecho del aumento en los pedidos de baja cantidad y alta variedad, hacen necesaria la reducción al máximo de los tiempos de alistamiento generados en las líneas de estas características.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal el desarrollo de un método eficiente para la preparación de la tercera línea de extrusión. El aporte fundamental que puede generar no solo se basa en la reducción de los tiempos requeridos para los alistamientos, también lo es el establecimiento de un procedimiento comprobado que permita obtener los mismos resultados en los puestos de trabajo similares.

Para desarrollar un método de preparación verdaderamente eficiente, es necesario en un principio reducir los tiempos requeridos para el alistamiento. Para lograrlo, se empleó una técnica japonesa con más de 50 años de antigüedad, el SMED.

El SMED (cambio de dado en menos de 10 minutos) se basa en el principio fundamental de externalizar las actividades actualmente internas y luego perfeccionarlas. Para este caso, esta conversión se hizo de manera simultánea al mejoramiento mediante la implementación de propuestas tan sencillas como el replanteamiento del momento en el cual ciertos pasos en la preparación de algunos equipos podrían ser ejecutados, o tan complejas como la instalación de dispositivos ajenos al diseño original.

Aunque la mera implementación del SMED reduce el tiempo de preparación de cada equipo, para asegurar un método eficiente, al finalizar el libro se concluye con la asignación de las tareas de alistamiento entre los trabajadores que conforman el equipo de trabajo de esta línea basándose en la duración real de cada una de ellas después de repetir el estudio de tiempos una vez implementadas las mejoras.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 MISIÓN

Nuestro crecimiento esta orientado al desarrollo tecnológico, liderazgo administrativo y excelencia del talento humano, a través del mejoramiento continuo de nuestros procesos con el fin de garantizar un producto de óptima calidad que contribuya al desarrollo social de nuestra comunidad y medio ambiente.¹

1.2 VISIÓN

CEDSA S.A. será una empresa líder en el mercado nacional e internacional orientado hacia la satisfacción de sus clientes, por medio de un adecuado desarrollo tecnológico, la excelencia de talento humano y el desarrollo de alianzas estratégicas dentro de un marco legal que le permitan participar en proyectos de gran escala.²

1.3 OBJETO SOCIAL

El objeto social de CEDSA S.A., según lo certifica la escritura pública No. 1.065 inscrita en la CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA, consiste en la fabricación, compra, importación, venta y exportación de todo lo relacionado con conductores eléctricos de alta, media y baja tensión y de telecomunicaciones.

1.4 RAZÓN SOCIAL

CEDSA S.A.

1.5 RESEÑA HISTÓRICA

La empresa CEDSA S.A. fue constituida mediante la escritura pública N° 2320, el 26 de mayo de 1983 teniendo como actividad productiva inicial la elaboración de cables flexibles. Su planta fue ubicada en la manzana B del Parque Industrial, sobre el Km. 3 vía Café Madrid, mas exactamente en la Cr. 14 No. 57-76.

La sociedad fue objeto de restauración en el año 2000, dentro del marco de la ley 550 de 1.999 y en septiembre del 2.001 fue adquirida la totalidad de acciones por parte de la familia Uribe Durán y por ende catalogada como una empresa familiar. La compañía cumplió satisfactoriamente y de manera anticipada los compromisos monetarios emanados del acuerdo de reestructuración de pasivos empresariales.

En el mes de abril del año 2003, CEDSA S.A. celebró alianzas estratégicas con CONDUMEX de México, que le permitieran complementar el portafolio de sus productos, anticipándose así a la incidencia del ALCA.

Con el ánimo de planificar el crecimiento, la Junta Directiva optó por construir un patrimonio autónomo denominado F.C.CEDSA, que fue administrado por la Fiduciaria COLPATRIA y contó con la vinculación del BANCO COLPATRIA en la figura de crédito, para fondear los requerimientos del capital de trabajo, manejando la totalidad de la operación contemplada dentro del objeto social.

¹CEDSA S.A. Manual ISO 9001 : Manual de gestión de la calidad. Bucaramanga. 2006. 1 p.

²Ibid., p. 1.

Debido principalmente a la debilidad que constituía la dependencia del cobre como materia prima, la empresa comenzó la búsqueda de un socio estratégico con el fin de superar esta falencia. Siguiendo este propósito, el gerente de la compañía a mediados de marzo y abril de 2006 realizó una visita en Chile a la sede principal de MADECO (Manufacturas de Cobre) -empresa líder en el mercado de los cables en países como Chile, Perú, Argentina y Brasil, y uno de los mas grandes proveedores de cobre- donde recibió la propuesta de parte del presidente del grupo empresarial chileno para comprar gran parte de la compañía. Cinco meses después, en septiembre de 2006 se llegó a un acuerdo entre las dos partes; MADECO entraba a adquirir el 80% de las acciones de CEDSA S.A. convirtiéndose así en su accionista mayoritario. Fue así como el 12 de febrero del 2007, fue firmada y finiquitada la transacción.

La vigilancia de la sociedad la ejerce la Superintendencia de Sociedades de Colombia y el gremio natural al que pertenece la compañía es la ANDI (Asociación Nacional de Industriales).

CEDSA S.A. continua asumiendo como misión, prestar un servicio de la más alta calidad en la producción, comercialización y distribución de conductores eléctricos y de telecomunicaciones para satisfacer las necesidades del cliente en mercados nacionales e internacionales.

1.6 UBICACIÓN

La planta de producción de CEDSA S.A. se encuentra ubicada en el Parque Industrial Manzana B vía Café Madrid Km. 3 en la ciudad Bucaramanga, departamento de Santander.

Figura 1. CEDSA S.A.



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

1.7 POLÍTICAS DE CALIDAD

CEDSA S.A. fabrica y comercializa productos y servicios de la mejor calidad en el mercado. Nuestros productos aseguran la satisfacción de los clientes por su funcionalidad, seguridad, confiabilidad y efectividad en el cumplimiento de sus requerimientos.

Nuestro compromiso es brindarle al cliente una respuesta que contribuya al desarrollo de su actividad, al país progreso y a la empresa rentabilidad y crecimiento, gracias a nuestra constante búsqueda por la excelencia y mejoramiento continuo³.

1.8 OBJETIVOS DE CALIDAD

- Mejoramiento continuo. Incrementar la eficacia y la eficiencia permanentemente en todas las actividades y los procesos para suministrar beneficios agregados tanto a la organización como para sus clientes.
- Excelencia del talento humano. Lograr que el talento humano sea el recurso más importante de la organización a través de su entrenamiento y capacitación adecuada en busca de una mayor productividad y eficiencia basadas en el compromiso y participación de su gente.
- Desarrollo tecnológico. Incrementar la productividad y la capacidad de nuestros productos y procesos por medio de la adecuada adquisición de tecnología de punta, buscando mantener la competitividad y asegurando la conquista de nuevos mercados.
- Calidad total. Desarrollar la totalidad de las características necesarias en los procesos, los productos y la organización con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes⁴.

1.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

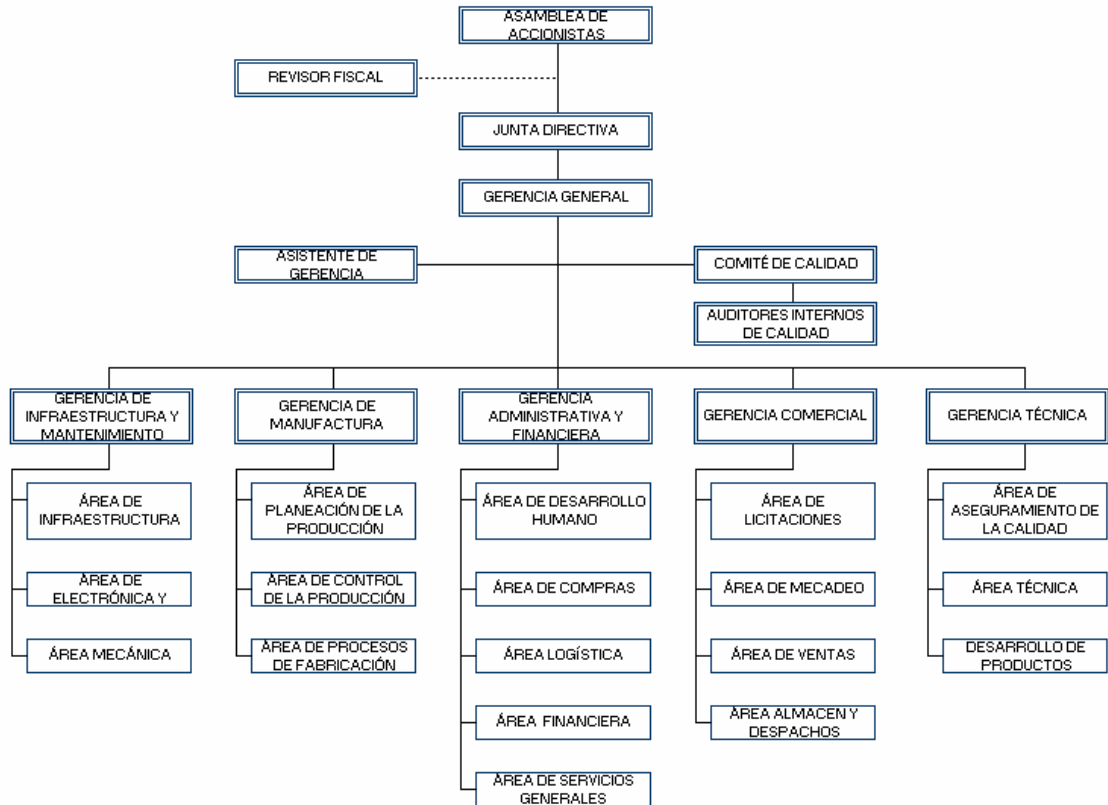
La estructura organizativa de CEDSA S.A. (Figura 2) está compuesta por seis gerencias o dependencias, así:

- Gerencia General. Responsable de cumplir la misión de la empresa y lograr sus objetivos fundamentales, mediante la definición y puesta en práctica de estrategias y políticas en todos sus ámbitos y la dirección de todas las áreas de la organización.
- Gerencia Administrativa y Financiera. Responsable de los procesos de gestión humana, compra de bienes y servicios, contable, tesorería, cartera y la administración de los seguros de la compañía y servicios necesarios para el normal funcionamiento de la misma tales como recepción, mensajería, celaduría y servicios públicos entre otros.
- Gerencia Técnica. Responsable por la prevención y corrección adecuada de la producción que garantice la calidad exigida del producto, controla que los procesos de producción y los productos comercializados cumplan las condiciones que garanticen un producto final óptimo. Responsable de la dirección, planeación y control del laboratorio. Representante de la Dirección en el Sistema de Gestión de Calidad. Responsable del soporte técnico.
- Gerencia de Manufactura. Responsable de planeación, dirección y control de la planta de producción. Analiza continuamente las distintas variables de los procesos de su área proponiendo reformas o cambios a fin de incrementar la producción. Dirige el buen desempeño de la producción en cuanto a calidad, seguridad, productividad y costos. Coordina las actividades de métodos de ingeniería, tiempos estándares y demás estudios típicos de la ingeniería industrial. Planea y controla el cumplimiento de los programas de producción dentro del tiempo establecido. Prepara los informes y estadísticas relacionadas con el área de producción.

³CEDSA S.A. Manual ISO 9001, Op. cit., p.2.







⁴Ibid., p. 3.


Figura 2. Organigrama CEDSA S.A.



- Gerencia de Mantenimiento e infraestructura. Responsable de los procesos de mantenimiento de máquinas, equipos de la compañía y edificios. Planea, controla y dirige los recursos del área de mantenimiento. Desarrolla e implementa programas de mantenimiento. Gestiona y vela por el mantenimiento y reparación de la maquinaria, equipos auxiliares y de cómputo, sistemas eléctricos y mecánicos, reparaciones locativas e infraestructura en general. Prepara los informes y estadísticas relacionadas con el área de mantenimiento.
- Gerencia Comercial. Responsable de las estrategias comerciales de la empresa, con base en las orientaciones de la Gerencia General. Establece, formula y aprueba objetivos, políticas y programas de investigación de mercados, desarrollo de productos, publicidad y ventas. Planea, dirige y controla las actividades de mercadeo, necesarias para dar cumplimiento a los objetivos y metas comerciales. Elabora y analiza estudios relacionados con los hábitos de compra y preferencias de consumidores. Define los presupuestos de ventas. Responsable de la logística de almacenamiento y despachos de productos elaborados o comercializados por la empresa.

Tabla 1. Productos CEDSA S.A.

Línea	Producto	Tipo de Producto
Cables y Alambres para la construcción y edificaciones 	Cables y Alambres de Cobre aislado tipo THW y THHN/THWN	* Cable de Cobre suave tipo THW 600V 75°C * Cables y Alambres de Cu suave tipo THHN 600V 90°C
	Cables y alambres de Aluminio aislado tipo THW y THHN/THWN	* Cables de Aluminio aislados tipo THW 600V 75°C * Cables y Alambres de Aluminio tipo THHN/THWN 600V 90°C
Cables Flexibles 	Multipolares "Encauchetados"	* Tipo SJT 300V * Tipo especificaciones CEDSA 600V
	Monopolar Flexible	* Tipo TFF * Tipo TFFN * Tipo GPT * Tipo Iluminación
	Flexibles tipo "duplex"	* Tipo "duplex" SPT * Tipo "duplex" SPT-1, SPT-2, SPT-3
	Cables Vehículo tipo SGT. Cables para batería. Cables tipo Soldador.	
Alambres Telefónicos 	Telefónicos para Exteriores (Acometidas)	* Acometida entorchado (DWT-PVC) * Acometida entorchado (DWT-PE) * Acometida paralelo (DWP-PVC) * Acometida paralelo (DWP-PE) * Acometida en paralelo con aislamiento en polietileno y chaqueta en PVC
	Telefónicos para Interiores	* Interiores paralelo (JWP) * Interiores de cruzada entorchado (Timbre) (JWT)
Cables y Alambres Desnudos de Cobre 	Alambres de Cobre	
	Cables de Cobre	
Cables y Alambres Desnudos de Aluminio 	Alambres de Aluminio desnudo	
	Cables de Aluminio desnudo tipo ASC (AAC)	
Cables de baja tensión 	Cables de Aluminio desnudo con alma de Acero tipo ACSR	
	Conductores con centro concéntrico (Acometidas)	
	Cables tipo TTU	
	Cables tipo XHHW-2	
	Cables Multiplex	* Cables Duplex * Cables Triples * Cables Cuadriplex.
Cables de Fuerza		
Cables tipo RHH/RHW-2/USE-2		

<p>Cables Control Instrumentación</p> 	<p>Cables para Control 600V y 90°C</p> <p>Cables para Instrumentación</p>
--	---

Catálogo CEDSA S.A.

1.10 PRODUCTOS

De acuerdo con el catálogo de productos⁵, CEDSA S.A. fabrica en su planta de producción para distribuir en el mercado nacional e internacional, cables y alambres para los sectores de la energía y las telecomunicaciones. La empresa elabora una gran cantidad de productos que se clasifican básicamente en siete líneas diferentes, contenidas en la tabla 2. Esta clasificación se basa en el uso que se le da al producto, es decir, cada uno de ellos tiene funciones y usos similares a los demás productos de la misma línea.

Finalmente cada producto se ramifica en un gran número de referencias, que se diferencian básicamente en las dimensiones y el consumo de la materia prima utilizada en el conductor y su recubrimiento, guardando la misma forma y procesos necesarios para su obtención.

1.11 PROCESOS Y MAQUINARIA

CEDSA S.A. fabrica estas siete líneas de productos valiéndose de cuatro procesos básicos de manufactura.

- Trefilado. El trefilado es un proceso que a grandes rasgos disminuye el diámetro de los cables mediante el paso por tensión a través de una serie de dados. CEDSA S.A. posee un grupo de tres trefiladoras con especificaciones diferentes.

La primera de ellas es la trefiladora TECALSA⁶. La TECALSA es una trefiladora de 13 pasos para trabajar el cobre y aluminio, apoyada con un horno de recocido que permite reducir la rigidez natural resultante del proceso. Esta trefiladora se destina para el trefilado de gruesos, es decir, para disminuir en primera instancia el diámetro de la materia prima de cobre de 8mm. (10mm. en aluminio) a un diámetro de mínimo 1,628mm (2,120mm. en aluminio). El trefilado grueso es el primer paso obligado para todas las referencias que produce CEDSA S.A.

La segunda trefiladora es la trefiladora Monohilo Niehoff⁷. Esta es una trefiladora de finos 21 pasos en caracol, con capacidad de 1 hilo de cobre, recocido por inducción de corriente continua, y bobinador simple. Esta trefiladora es utilizada en los casos en que se requieran conductores de un diámetro menor al mínimo que se puede obtener con la trefiladora TECALSA. Con esta trefiladora se pueden obtener diámetros de hasta 0,254mm.

La tercera trefiladora es la Multihilos Niehoff⁸. La Multihilos es una trefiladora de finos con 21 pasos en caracol al igual que la Monohilo, que induce un recocido por inducción de corriente continua, y con un bobinador simple. La Multihilos es utilizada para disminuir aun más el diámetro

⁵CEDSA S.A. Catálogo y especificaciones técnicas CT-001. Bucaramanga. 2006. p. 1.

⁶Definición anexa en el glosario.

⁷Gerencia de Mantenimiento e Infraestructura. Inventario de maquinaria CEDSA S.A. Bucaramanga. 2007. p. 1.

⁸Ibid., p. 2.

⁹Ibid., p. 3.

del conductor y se diferencia de la Monohilos en que puede trabajar con un máximo de ocho (8) hilos de cobre a la vez, bobinándolos en el mismo carrete.

Figura 3. Trefiladota TECALSA



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

- Cableado. El cableado es un proceso de manufactura que básicamente trenza dos o mas conductores (cables o alambres), formando un solo conducto. CEDSA S.A. cuenta con seis máquinas de especificaciones diferentes, que se encargan de los procesos de cableado. Estas seis máquinas se pueden dividir en dos grupos; el primer grupo lo componen tres cableadoras.

Figura 4. Cableadora Rígida



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

La primera de las cableadoras regulares es la Tubular Watson⁹. Esta máquina puede cablear hasta 7 carretas de cobre, aluminio o flexibles del mismo diámetro (6 carretas dispuestas en línea que conforman la periferia del cable, y una central al final de la serie).

La segunda de las cableadoras regulares es la Cableadora Rígida Watson¹⁰. Esta máquina puede cablear hasta 25 carretas (2 grupos de 12 carretas dispuestas en paralelo y una carreta que surte el centro del cable conformado).

Finalizando el primer grupo se encuentra la línea de cableado S-Z¹¹. Esta cableadora es usada para instalar las pantallas en los cables antifraude que pueden ir en 24, 41, o 60 hilos. Los calibres que se manejan en esta máquina son 8 y 6 AWG (3,2639mm. y 4,1148mm.).

Figura 5. Cableadora S-Z



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

No todas las cableadoras realizan un cableado concéntrico y ordenado, como lo hacen las tres descritas anteriormente. Las Cableadoras Buncher tienen la característica de ejercer doble torsión sobre los cables (mas eficientes) pero producen en la mayoría de los casos cableado no concéntrico. Este tipo de cableadoras son las que componen el segundo grupo.

CEDSA S.A. posee tres Buncher diferentes. El primero de ellos es el Buncher SELECTA¹². Este equipo es utilizado la mayor parte del tiempo para cablear calibres bajos que no requieran de concetricidad.

⁹Gerencia de Mantenimiento e Infraestructura, Op. cit., p. 5.

¹⁰Ibid., p. 6.

¹¹Ibid., p. 7.

¹²Ibid., p. 9.

El segundo de este grupo es el Buncher LESMO¹³. Esta máquina se utiliza para funciones similares a las que es destinado el SELECTA, con la diferencia de contar con un mayor número de entregadores que le permiten cablear conductores de mayor calibre.

El tercer Buncher es el EDMANS¹⁴. A diferencia de los dos anteriores, se destina para cablear hilos de mayor calibre y realiza un cableado concéntrico con capacidad de bobinar en carretes de mayor tamaño. Generalmente se destina para trenzar fases ya aisladas.

Figura 6. Buncher EDMANS



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

- Extrusión. El proceso de extrusión consiste en fundir mediante fricción y calor generado por un tornillo sin fin, material como PVC, PE y Nylon, y en el caso de CEDSA S.A. aplicarlo sobre un alambre o un cable en forma de aislante, relleno o chaqueta con el fin de proteger el conductor principal y aislarlo del exterior.

CEDSA S.A. posee en su planta de producción tres líneas destinadas a procesos de extrusión. Estas líneas están conformadas por diferentes componentes, entre los cuales se pueden contar extrusoras, devanadores, igualadores, cuenta metros, medidores, canales de enfriamiento, bobinadores y capstan de tiro, entre otros, en ubicaciones y cantidades dependiendo de la función a la que se destine la línea.

La primera línea de extrusión¹⁵ es diseñada especialmente para la fabricación de cables flexibles y telefónicos del 22 al 8 AWG (0,64516mm. a 3,2639mm.), posee un *extruder* (extrusora) para PVC o PE de 2 y 1/2". Su velocidad máxima es de 200 m/min. y tiene un bobinador doble de cambio manual.

¹³Gerencia de Mantenimiento e Infraestructura, Op. cit., p. 10.

¹⁴Ibid., p. 11.

¹⁵Ibid., p. 13.

La segunda línea de extrusión¹⁶ de la que dispone CEDSA está diseñada especialmente para la fabricación de cables tipo THHN del 16 al 6 AWG (1,29032mm. a 4,1148mm.). Ésta línea posee una extrusora para PVC de 2 y 1/2" y otra para Nylon de 2". Su velocidad máxima es de 380 m/min. y posee un bobinador doble semiautomático.

La tercera línea de extrusión¹⁷ fue diseñada especialmente para la fabricación de cables tipo THHN del 2 AWG al 500 KCM (1,29032mm. a 4,1148mm.), posee una extrusora para PVC de 3 1/2" y otra para Nylon de 2 1/2". Su velocidad máxima es de 90 m/min. y recoge el cable con un bobinador sencillo. Este equipo es destinado para conductores pesados.

Figura 7. Línea de extrusión 3



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

- Fraccionado. El proceso de fraccionado consiste simplemente en devanar^{*} la carreta de producto terminado y fraccionarlo en rollos o carretas de inferior metraje con el fin de despacharlo al almacén con las características de empaque deseadas por el cliente.

Las máquinas destinadas a éste fin tienen un funcionamiento sencillo que consiste básicamente en un devanador y pequeños bobinadores con cuenta metros que en conjunto devanan y fraccionan la carreta en segmentos mas cortos.

Nota: Los procesos de estañado y fraccionado no fueron explicados detalladamente porque son secundarios y no entrarán en el alcance del proyecto.

¹⁶Gerencia de Mantenimiento e Infraestructura, Op. cit., p. 14.

¹⁷Ibid., p. 15.

^{*}Proceso de desenrollar la carreta con el fin de disponer del conductor para procesos posteriores.

Figura 8. Línea de fraccionado



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

Tabla 2. Maquinaria y procesos CEDSA S.A.

Proceso	Tipo	Maquina
Trefilado	Grueso	TECALSA
	Fino	Monohilo Multihilo
Cableado	Torsión sencilla	Tubular Watson Rígida Watson SZ
	Torsión doble	Buncher SELECTA Buncher LESMO Buncher EDMANS
Extrusion	Línea 1	Extruder PVC o PE
	Línea 2	Extruder PVC Extruder Nylon
	Línea 3	Extruder PVC Extruder Nylon

Autor

1.12 CLIENTES

El mercado de CEDSA S.A. ha estado dirigido a clientes mayoristas del sector electrónico y ferretero en todo el país, ubicados en las principales ciudades como son Cali, Pereira, Manizales, Medellín, Bogotá, Barranquilla, Cúcuta y Bucaramanga.

Dentro de los clientes más frecuentes se encuentran:

- ECOPEPETROL (Empresa Colombiana de Petróleo)
- CODENSA (Comercializadora de Energía de Bogotá)
- ISA (Interconexión eléctrica)
- EPPM (Empresas Publicas de Medellín)
- MARVAL
- CHEC (Central Hidroeléctrica de Caldas)
- EEC (Empresa de Energía de Cundinamarca)
- ELECTROLIZA (Empresa Electrificadora del Tolima)
- CEDENAR (Centrales Eléctricas de Nariño)
- CAM
- TELECOM (Colombia Telecomunicaciones)
- ESSA (Electrificadora de Santander)
- ELECTRICARIBE
- ELECTROCOSTA
- OXY
- SIEMENS
- ETB (Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá)
- EPSA (Empresa de Energía del Pacífico)
- EMSA (Electrificadora del Meta)
- EBSA (Empresa de Energía de Boyacá)

1.13 ENTORNO EXTERNO

1.13.1 Mercado de los conductores eléctricos y de telecomunicaciones. El mercado potencial de los conductores eléctricos y de telecomunicaciones comprende un amplio grupo de empresas dedicadas a la generación y distribución eléctrica; al diseño, instalación y mantenimiento de redes de telefonía e Internet; a la fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial; a la exploración y tratamiento de hidrocarburos y a la construcción de locaciones para vivienda e industria, entre otras.

CEDSA S.A. se encarga de producir y suministrar elementos de conducción que permiten la transferencia de energía y datos a hogares, pequeños negocios y grandes empresas. El fuerte de la planta siempre ha estado constituido por el grupo de cables para construcción, un sector que ha venido en auge durante los últimos años en Colombia, especialmente en ciudades como Bucaramanga; por esta razón, gran parte de las ganancias de la empresa se deben a ellos. Sin embargo esta realidad ha cambiado estos últimos años.

La compañía ha diversificado su portafolio de productos por exigencias del propio mercado y por las oportunidades que en él se han presentado como catalizadores de crecimiento y de cambio.

El primero de estos catalizadores ha sido la política nacional de apertura económica y la tendencia del mercado a crecer fuera de los límites nacionales. Tratados comerciales que facilitan la distribución de productos extranjeros en el mercado nacional, favorecen el incremento de proponentes que en muchos casos son fuertes y agresivos competidores.

En búsqueda de contrarrestar el efecto amenazador causado por los productos y competidores extranjeros, CEDSA S.A. entró a formar parte del grupo chileno MADECO con presencia en gran

parte de Sur América y dueño de una de las minas de cobre más grandes del mundo, fortaleciéndose de esta forma en el mercado nacional e internacional.

El segundo catalizador se deriva como consecuencia del primero. Debido a la entrada del conglomerado chileno y su capital inversionista, se ha logrado incursionar en partes del mercado aún inexploradas con productos de un mayor margen de utilidad y que diferencian a las medianas y grandes empresas del montón.

Ahora el sector de la construcción no es el único frente atendido por CEDSA; conductores empleados en la industria de los hidrocarburos y en maquinaria industrial hacen parte del nuevo portafolio de productos.

Adicional a la ampliación del portafolio de productos, la inversión impulsó el fortalecimiento de las líneas tradicionales a través del aumento de la capacidad de producción en cuanto a la elaboración de calibres antes nunca producidos y al mejoramiento de la capacidad de respuesta en las mismas.

1.13.2 Competidores. La industria de los conductores eléctricos y de telecomunicaciones está compuesta por pocos y grandes fabricantes. Existen 2 grandes competidores directos de CEDSA; CENTELSA y Procables.

CENTELSA (Cables de Energía y Telecomunicaciones S.A.) lleva en el mercado más de 50 años. Desde 1955 hasta nuestros días ha conservado el primer lugar como la empresa líder del sector, con 6 diferentes plantas de producción en Colombia y Venezuela.

La cablera vallecaucana atiende el mercado nacional e internacional, exportando sus productos a países pertenecientes al Grupo Andino, Estados Unidos de América, Brasil, Argentina, Centroamérica y El Caribe, además de Europa y Oriente.

El segundo productor de la industria colombiana es Procables. Con más de 30 años de historia, cuenta con 2 plantas, una en Bogotá y otra en Barranquilla, para la elaboración y distribución de conductores en el mercado nacional e internacional.

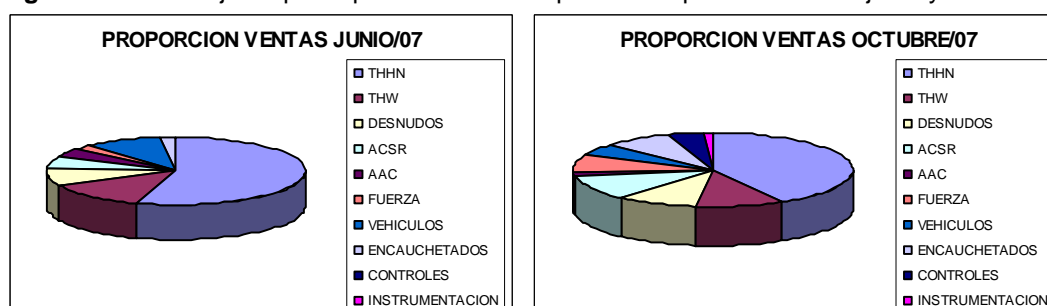
Procables exporta sus productos a países como Estados Unidos, México, República Dominicana, Costa Rica, Puerto Rico, Venezuela y Ecuador.

2. DIAGNOSTICO DE LA PLANTA

Para que un trabajo de mejora sea efectivo y logre sus frutos, es necesario perfilar los esfuerzos en dirección al punto crítico del proceso. Con este fin hay que analizar no solo el estado actual, también hay que proyectarse apoyándose en tendencias claras que permitan prever cambios en el mediano y largo plazo.

CEDSA S.A., perteneciente ahora a un grupo internacional de renombre mundial, entra paulatinamente al mercado de los conductores de aplicaciones especiales. Cables de control, instrumentación y de fuerza, entre otros, son cada vez más comunes como lo deja descubierto la participación creciente de estas familias entre los meses de junio y octubre del 2007 (ver figura 9).

Figura 9. Porcentaje de participación en ventas por familia para los meses junio y octubre del 2007



Indicadores de producción del año 2007.

Por otro lado es sabido que la diferencia entre una y otra referencia comienza a intensificarse una vez se ha aplicado la primera capa de extrusión, ya que antes de ello el producto en proceso tiende a ser multipropósito permitiendo que el mismo calibre sea utilizado en diferentes familias.

Adicional a lo anterior y conociendo que el grado de complejidad aumenta con el avance en el proceso, es deducible que la última capa de recubrimiento requiera un nivel de preparación superior al de sus predecesoras, debido a que el proceso debe garantizar el cumplimiento de todas y cada una de las exigencias de un diseño tan complejo como el solicitado por un cable de aplicaciones especiales.

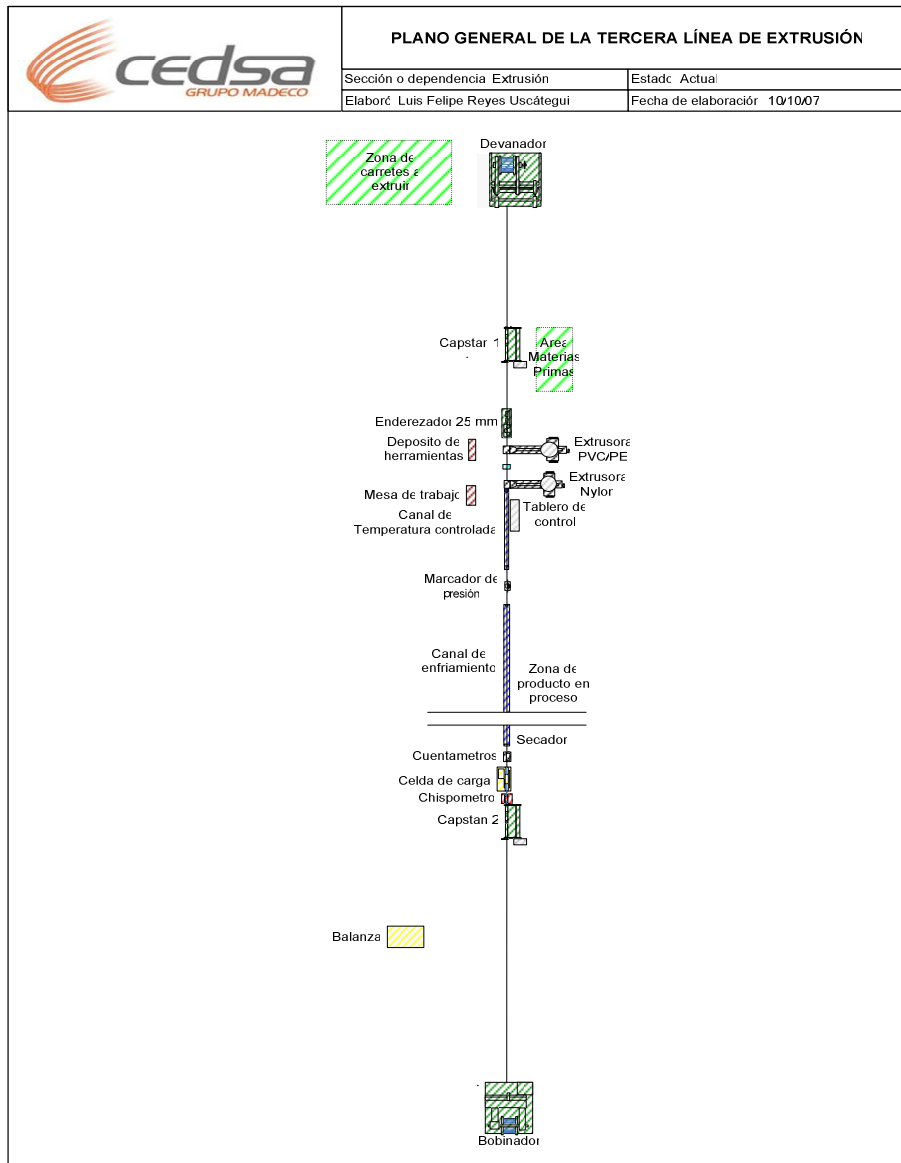
Como resultado de este análisis puede concluirse que es vital impedir que la fabricación de referencias de esta clase entorpezca el flujo balanceado requerido por el proceso productivo.

En este orden de ideas y sabiendo que el proceso de extrusión es tan susceptible en estos casos, se plantea reducir de forma preventiva la ineficiencia prevista en la preparación de la línea para el proceso productivo.

Con el objetivo de intensificar los esfuerzos, y siguiendo la tendencia de la producción de referencias de alto calibre, la línea que requeriría mayor atención sería la destinada al recubrimiento de los pasos finales en los calibres mayores, es decir, la tercera.

El presente capítulo describe la situación actual del proceso de preparación seleccionado mediante la descripción y análisis del método y el tiempo empleado para ello.

Figura 10. Plano general de la tercera línea de extrusión



Autor

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO ACTUAL DE PREPARACIÓN

Para la descripción de la situación actual de la empresa se desarrollan los aspectos que componen el esquema de las 5 M's: Máquina, Materiales, Medio, Hombre y Método. La descripción hace énfasis en los aspectos relacionados con las operaciones de preparación llevadas a cabo en el puesto de trabajo.

2.1.1 Descripción de la maquinaria. Los componentes principales de la tercera línea de extrusión fueron comprados a la empresa **WIRE AND PLASTIC MACHINERY CORP.** en el año 2006. Con respecto a los equipos auxiliares, algunos fueron adquiridos y otros fueron fabricados por la empresa a la medida de la línea.

La maquinaria que compone al puesto de trabajo de la tercera línea de extrusión será descrita en orden comenzando por el devanador de carretes y finalizando con el bobinador, guardando el recorrido del cable.

2.1.1.1 Devanador. Diseñado y fabricado por **ENTWISTLE MANUFACTURING CORP.** El equipo, ubicado en el extremo de entrada a la línea, es un devanador estático de tecnología **shaftless** (sin eje) y esta compuesto por dos brazos con amplitud y elevación ajustables mecánicamente, cuya función es mantener suspendido el carrete de producto en proceso dándole libertad de rotación para surtir a la línea de extrusión.

La capacidad original del equipo permite manejar carretes entre los 80 y los 200 cm. de diámetro externo; sin embargo un problema de fuga en el sistema de ascenso le impide subir por si solo cargas muy pesadas, haciéndose necesario el apoyo por parte del montacargas durante el instante del montaje.

Figura 11. Devanador de la tercera línea de extrusión



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

El control de este equipo que entra en las operaciones de preparación está compuesto por:

- Palanca de freno: ubicada sobre el cuerpo del devanador, en el sector derecho. Cumple la función de activar el freno con el fin de evitar la rotación libre y desmedida del carrete.
- Palanca de ascenso/descenso: ubicada sobre el brazo izquierdo del devanador. Cumple la función de accionar el mecanismo para ascender o descender ambos brazos del equipo.
- Control de abrir/cerrar: ubicado al lado izquierdo del devanador, suspendido de su cable. Cumple la función de accionar el tornillo sin fin que abre o cierra la distancia entre ambos brazos (mueve solo el izquierdo).

2.1.1.2 Orugas de arrastre o **capstan**. Construidos por **ENTWISTLE** en 1970 (reconstruidos), manejan una velocidad máxima de 70 m./min. El equipo fue ubicado después del devanador y antes de los equipos auxiliares y de las extrusoras.

Figura 12. Primer **capstan** de la tercera línea de extrusión



Archivo fotográfico de CEDSA S.A.

El **capstan** es un equipo cuya función primaria es halar del cable a procesar montado sobre el devanador. Para lograrlo se vale de dos orugas (superior e inferior) que transmiten el movimiento de un conjunto de rodillos y rodamientos impulsados por un motor, que abrazan a presión el conductor y halan de él.

El sistema de tracción de la línea está compuesto por dos de estos equipos; uno ubicado después del devanador y el otro al final de la línea, antes del bobinador. El conjunto funciona sincronizado cuando la celda de carga ha sido activada (solo se activa el primero, el segundo se regula a la velocidad del primero en función de la tensión requerida).

El control del equipo que entra en las operaciones de preparación está compuesto por:

- Palanca de oruga superior: ubicada sobre el costado derecho (salida del cable) en la parte superior, acciona un mecanismo de descenso automático de la oruga superior.
- Manivela de oruga inferior: ubicada sobre la parte inferior en la zona central del equipo, activa el mecanismo que sube o baja la oruga inferior, dependiendo del sentido de giro.
- Botón encendido: localizado sobre el tablero de control de la línea, enciende el motor del **capstan**.
- Perilla de velocidad: ubicada sobre el tablero de control de la línea, ajusta la velocidad de arrastre de las orugas en el **capstan** (velocidad de la línea).
- Perilla de maestro: ubicada en el tablero de control de la línea, regula la velocidad de los equipos (**capstan** 1, 2 y tornillos extrusores).

2.1.1.3 Guías de alineación del cable (enderezador). El enderezador es uno de los equipos auxiliares. Su función consiste simplemente en disminuir la vibración que trae el cable para que la capa aplicada sea uniforme sobre toda la circunferencia.

Figura 13. Guías de alineación o enderezador.



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

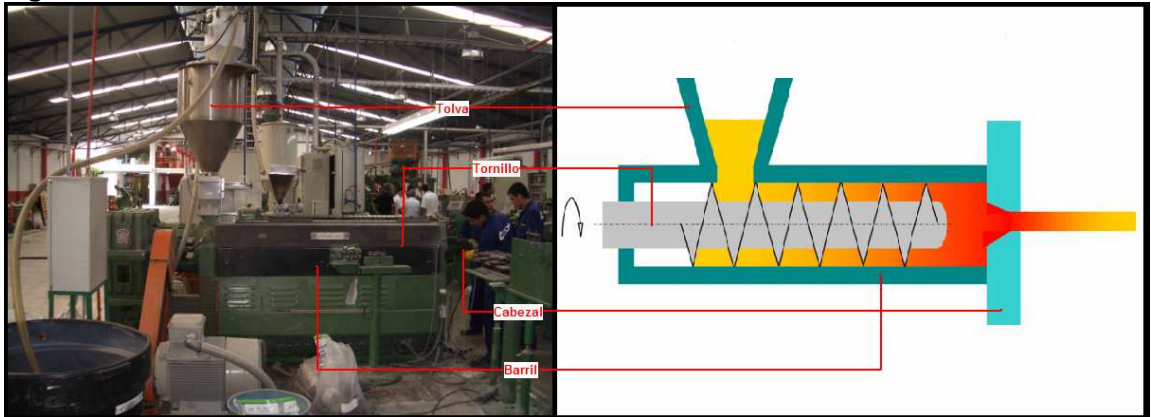
Este equipo está conformado por un grupo de hileras con poleas que abrazan el cable por lado y lado. Las poleas solo rotan por acción y efecto del movimiento del cable que pasa entre ellas, no utiliza ningún sistema mecánico ni eléctrico.

Aunque el equipo contiene mecanismos de control, no entran en las operaciones de preparación de la línea debido a que su función es estándar para todos los cables procesados por la línea. Las escasas ocasiones en que tienen que modificarse sus parámetros son despreciables y por ende no entran dentro del alcance del trabajo.

2.1.1.4 Extrusora de PVC. El equipo destinado para aplicar la capa de PVC o PE, en este caso, es una extrusora de 3 ½" (diámetro del tornillo) fabricada por **Davis Standard** en 1985, potenciada por un motor de 75 hp que genera una velocidad máxima en el usillo de 120 rpm. La extrusora esta compuesta por una tolva, un barril, un tornillo y un cabezal, como lo muestra la figura 14. La unidad de extrusión puede moverse en casos especiales, pero su traslado o movimiento nunca hace parte de una actividad de preparación.

❖ Tolva: este componente se encuentra ubicado sobre la parte posterior del barril. Cumple con la función de suministrar el polímero sólido particulado al barril para que sea fundido. El equipo fue inicialmente diseñado para que el material fuera suministrado directamente por la parte superior, sin embargo, el área de mantenimiento instaló un sistema auxiliar de suministro para aumentar la capacidad.

Figura 14. Extrusora de PVC/PE



Archivo fotográfico CEDSA S.A./ Google imágenes. Extrusión.

Figura 15. Tolva de alimentación de PVC/PE



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

El sistema auxiliar de suministro consiste en un recipiente de almacenamiento de mayor capacidad que permite albergar el compuesto de aislamiento en grandes cantidades y así contar con suministro por un tiempo prolongado. Este dispositivo se encuentra conectado con la tolva mediante una manguera y una bomba de succión que se encargan de transportar el polímetro hasta el interior del embudo.

Mecanismos de ajuste en la tolva:

- Sistema de cerrado para la cubierta de la tolva: compuesto por 3 cerraduras de abrazadera (cerrado fácil ejerciendo presión).
 - Platina de vaciado de la tolva: ubicada en la boca inferior del embudo donde la tolva y el barril se unen. Para abrir o sellar el mecanismo de vaciado, se corre éste elemento.
 - Ventana removible: ubicada sobre el orificio de vaciado, sirve para visualizar el flujo de entrada del compuesto al barril y para facilitar la limpieza. Para removerse deben abrirse dos tornillos que sostienen la ventana por un ensamble de ranura en forma de u, utilizando una llave de 7/16 de pulgada.
 - Encendido del sistema de succión: accionado para encender el sistema automático de suministro, debe girarse una perilla de encendido/apagado correspondiente a la tolva de PVC. El control esta ubicado en un tablero cerca de la parte posterior de la extrusora.
 - Sistema de aislado de la tolva: Este sistema esta compuesto por una platina que al cerrarse sobre la boca del embudo, aísla la tolva del barril interrumpiendo la alimentación del mismo.
- ❖ Barril y tornillo: El barril es el cuerpo de la extrusora; dentro de el se ubican 5 resistencias que generan temperaturas controladas desde el tablero de control general. En su eje principal cuenta con un orificio en donde se monta el tornillo extrusor. Sobre la parte superior posterior se ubica la tolva alimentadora, y en la parte anterior se localiza el motor que se encarga de girar el usillo. Sobre la sección delantera se sitúa la brida (hace parte del barril) donde es montado el cabezal.

Mecanismos de ajuste:

- Botón de encendido de la extrusora: ubicado en el tablero general de control de la línea, activa el motor que mueve el tornillo extrusor para iniciar el desplazamiento del material dentro del barril.
 - Perilla de velocidad del tornillo: regula la velocidad que imprime el motor al tornillo para que el suministro de material sobre el cable sea mas o menos intenso. La perilla se ubica en el tablero de control de la línea, sobre el botón de encendido.
 - Controles de temperatura: regulan la temperatura suministrada por las 5 resistencias y están ubicados sobre el tablero de control de la línea. El operario ingresa la temperatura (botón de incremento y botón de decremento) en cada control.
 - Sistema de ventilación del barril: compuesto por 5 compuertas ubicadas sobre la parte superior. Para abrirlas o cerrarlas se activa una palanca junto a cada una de ellas.
- ❖ Cabezal y brida: El sello o brida es un sistema de cierre que consiste en una pieza metálica la cual a través de dos tornillos asegura el ensamble entre la brida del barril y la del cabezal.

Mecanismos de ajuste:

- Sistema de cierre: Esta compuesto de dos tornillos a lado y lado del sello, los cuales se montan sobre la ranura en forma de u y se ajustan con una llave de 1 y ½ pulgada asegurando el cierre.

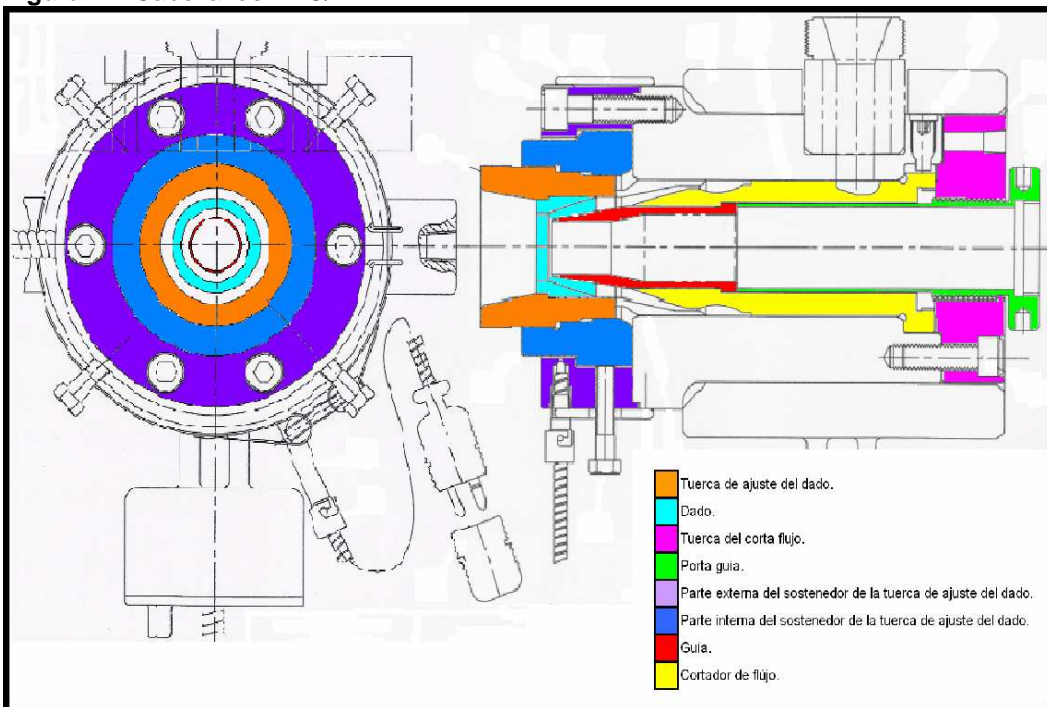
El cabezal es la parte de la extrusora que recibe el material fundido del barril y lo aplica sobre el conductor. En su interior contiene la herramienta intercambiable para la referencia trabajada (guía y dado). Durante la preparación algunas de sus piezas (dependiendo del tipo de cambio a realizar) deben ser desmontadas y limpiadas para que la nueva herramienta sea montada.

Figura 16. Cabezal y brida de PVC/PE



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

Figura 17. Cabezal de PVC/PE



Planos CEDSA S.A.

Mecanismos de ajuste:

- Tuerca de ajuste del dado: removible con la llave de pin o de pasador, rotando la pieza completa de rosca externa. La tuerca está montada sobre el sostenedor de la tuerca de ajuste del dado.
- Dado: encaja en la tuerca sin ningún tipo de ensamble, aunque al desmontarse se acostumbra a retirarlo con ligeros golpes debido al material que queda entre ambas piezas.
- Tuerca del corta flujo: está unida al cabezal mediante 4 elementos. Cada tornillo es de cabeza hexagonal interna, removibles con llave curvada de 3/8 de pulgada. Para extraerla, se puede utilizar el porta guía.
- Porta guía: pieza de roscado externo, removible con llave de pin o de pasador. El porta guía va montado en la tuerca de corta flujo.
- Sostenedor de la tuerca de ajuste del dado: Anclado al cabezal por 6 elementos de unión. Cada tornillo es de cabeza hexagonal interna, desmontable con llave curvada de 3/8 de pulgada.
- Parte interna del sostenedor de la tuerca de ajuste del dado: Montada dentro del sostenedor, sostenida por la presión de 6 tornillos de cabeza hexagonal externa removibles con la llave de 9/16 de pulgada, ubicados en la periferia de la pieza.
- Guía: Encaja deslizándose dentro del corta flujo sin ningún tipo de ajuste mas que un leve empujón contra el tope de la pieza.
- Cortador de flujo: Pieza cónica que encaja sin ningún ensamble especial, simplemente se desliza dentro del cabezal hasta encontrarse con el tope. Para desmontar esta pieza, se emplea una herramienta diseñada exclusivamente para tal fin.

2.1.1.5 Extrusora de Nylon. El equipo destinado para aplicar la capa de Nylon, en este caso, es una extrusora de 2 ½ " (diámetro del tornillo) fabricada por **Royle** en 1970, potenciada por un motor de 50 hp que genera una velocidad máxima en el usillo de 120 rpm. La extrusora esta compuesta por una tolva, un barril, un tornillo y un cabezal.

❖ Tolva: Se encuentra ubicada sobre la parte posterior del barril. Esta sección de la extrusora cumple con la función de suministrar el polímero sólido particulado al barril para que sea fundido. El equipo está acondicionado para que el material sea suministrado directamente por la parte superior.

Mecanismos de ajuste en la tolva:

- Sistema de cerrado para la cubierta de la tolva: empleado para asegurar el cierre de la tolva, compuesto por 3 cerraduras de abrazadera (cerrado fácil ejerciendo presión). Este sistema no siempre se utiliza, ya que la cubierta del embudo puede quedar suelta.
- Punto de vaciado de la tolva: ubicado sobre el embudo, cumple con la función de desalojar el recipiente cuando sea necesario. El mecanismo de apertura es una tapa de roscado interno diseñada para que sea removida fácilmente con la mano.
- Ventana removible: ubicada sobre el cuello del embudo, sirve para realizar un mejor vaciado de la tolva. Para removerse deben retirarse dos tornillos que sostienen la ventana con ayuda de una llave de 3/8 de pulgada.
- Sistema de aislado de la tolva: este sistema esta compuesto por una platina que al cerrarse sobre la boca del embudo aísla la tolva del barril impidiendo que el material entre a la extrusora.

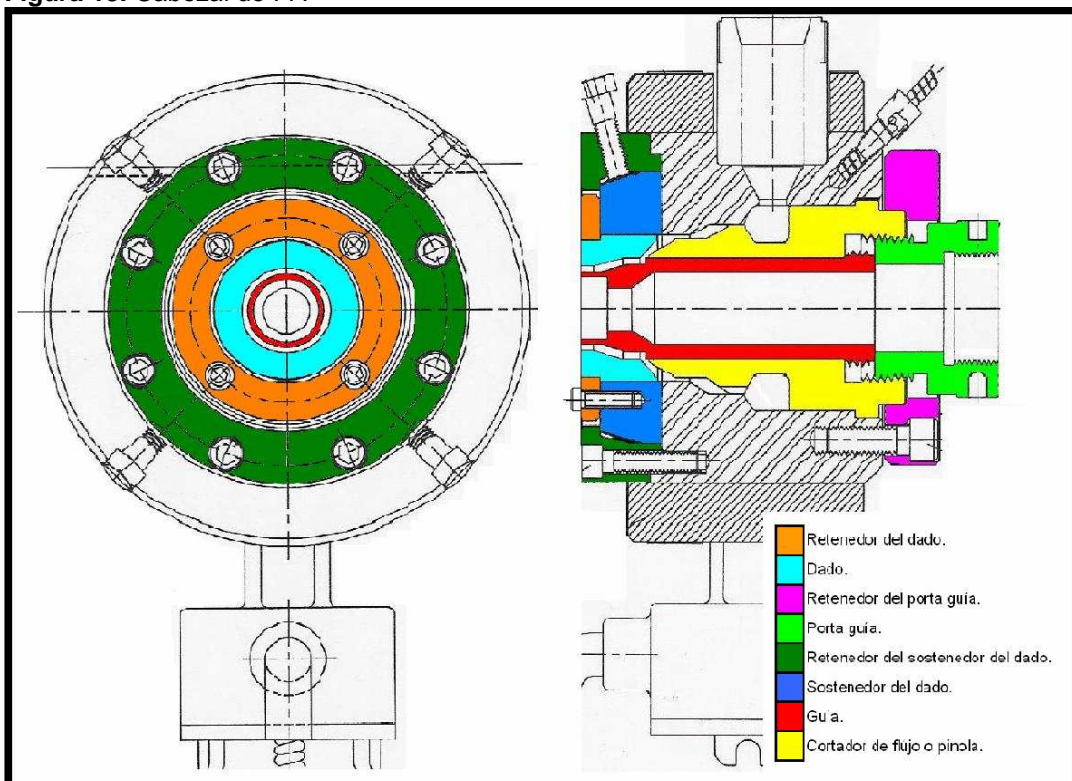
❖ **Barril y tornillo:** El barril es el cuerpo de la extrusora; dentro de él se ubican 4 resistencias que generan temperaturas controladas desde el tablero de control general. En su eje principal cuenta con un orificio en donde se monta el tornillo extrusor. Sobre la parte superior posterior se ubica la tolva alimentadora, y en la parte anterior se localiza el motor que se encarga de girar el usillo. Sobre la sección delantera se sitúa la brida en donde es montado el cabezal.

Mecanismos de ajuste:

- Botón de encendido de la extrusora: ubicado en el tablero general de control de la línea. El botón activa el motor que mueve el tornillo extrusor para iniciar el desplazamiento del material dentro del barril.
- Perilla de velocidad del tornillo: Regula la velocidad que imprime el motor al tornillo para que el suministro de material sobre el cable sea más o menos intenso. La perilla se ubica en el tablero de control de la línea, sobre el botón de encendido.
- Controles de temperatura: Para regular la temperatura suministrada por las 4 resistencias, se cuentan con controles digitales sobre el tablero de control de la línea. El operario ingresa la temperatura (botón de incremento y botón de decremento) en cada control.

❖ **Cabezal y brida:** El sello está compuesto por una pieza metálica que abraza y ajusta el ensamble entre la brida del barril y la del cabezal. El mecanismo de cierre esta compuesto por un perno con pivote en un lado y ensamble con forma de u en el otro; la unión se fija montando el perno de rosca sobre la hendidura en u, asegurando la tuerca con ayuda de una llave inglesa.

Figura 18. Cabezal de PA



Planos CEDSA S.A.

El cabezal cumple la función de aplicar el Nylon fundido sobre la superficie del conductor que pasa por su centro, dependiendo de la guía y dado instalado en su interior. En las actividades de preparación, es necesario el desmonte y limpieza de ciertas partes con el fin de acondicionar la máquina abarcando el recubrimiento de diferentes diámetros.

Mecanismos de ajuste:

- Porta guía: roscado dentro del pín o pinola (cortador de flujo). Para extraer esta pieza, se utiliza la llave de pasador o de pin.
- Guía: ubicada al interior del pin, se monta simplemente dejándola deslizarse hasta dar con el tope. Cuando la pieza va a desmontarse, se utiliza una herramienta exclusiva para tal fin, roscándola sobre la guía y halándola hasta zafarla.
- Retenedor del dado: pieza montada sobre el sostenedor del dado, asegurada por 4 elementos de unión de cabeza hexagonal interna. Para su desmonte se retiran los tornillos con ayuda de la llave curvada de $\frac{1}{4}$ de pulgada.
- Dado: el dado se ubica dentro del sostenedor y el retenedor impide su expulsión del equipo. Para su expulsión se acostumbra a empujar desde la cara opuesta (debido a que el material que se aloja entre las piezas impiden su fácil desprendimiento).
- Retenedor del sostenedor del dado: montado sobre el cabezal mediante 8 elementos de unión de cabeza hexagonal interna, removibles con la ayuda de una llave de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
- Sostenedor del dado: se retira fácilmente de su portador aflojando los 4 tornillos que lo sostienen y permiten el centrado de la herramienta.
- Retenedor del porta guía: unido al cabezal por la acción de 6 tornillos de cabeza hexagonal interna removibles con una llave curvada de $\frac{3}{8}$ de pulgada.
- Pinola (cortador de flujo): esta pieza cónica va montada en el interior del cabezal. En el montaje no se emplea ninguna herramienta, solo se desliza hasta dar con el tope. Para desmontarla se emplean golpes suaves debido al material que en ocasiones adhiere las piezas.

Es importante anotar que las características de anclaje del equipo en general, no son incluidas en esta descripción porque su traslado o ajuste no entra en las actividades de preparación necesarias para la línea.

2.1.1.6 Marcador de presión. El marcador de presión o marcador de contacto es el sistema más utilizado por CEDSA para rotular sus productos. Este equipo, marca **GEM**, utiliza un mecanismo compuesto por dos rodillos que ejercen presión sobre el cable que pasa entre ellos.

El rodillo ubicado sobre el eje superior del equipo tiene como función principal asegurar que el cable se mantenga en contacto permanente con el segundo elemento conocido también como disco.

El disco ubicado sobre la parte inferior es el encargado directo de la marcación del cable, ya que sobre su periferia tiene gravado el rótulo de la referencia con que se quiere identificar al conductor y se encuentra en contacto constante con el recipiente de tinta plateada.

La parte de suministro y dosificación del equipo está compuesta por un sistema de contacto directo y continuo entre el disco de marcado, el recipiente de tinta y la uña. El elemento de marcación inferior está parcialmente sumergido en el tanque de pintura plateada, cuando el rodillo gira (a

causa del tránsito del cable) entonces la superficie externa se impregna, pasando después por la uña que limpia evitando los excesos de tinta sobre el área rotulada.

Figura 19. Marcador de presión



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

El equipo de marcado por contacto se ubica entre la zona de secado del canal de temperatura controlada, y el canal de enfriamiento.

Dispositivos de ajuste:

- Disco de presión: el equipo cuenta con un juego de rodillos de presión de diferentes tamaños que son intercambiables aflojando y retirando una tuerca ubicada sobre su eje. La rosca fue diseñada para ser retirada manualmente sin el uso de ninguna herramienta, pero en ocasiones se debe recurrir a las llaves de mordazas para esta tarea.
- Disco de marcado: el equipo cuenta con un juego de discos de marcado debido ha que existen diferentes rótulos dependiendo de las exigencias de cliente y de la referencia elaborada. El sistema de cambio es igual al utilizado con los accesorios de presión.
- Uñas intercambiables: debido a que existe variedad de diámetros y grosores de discos de marcado, el cambio de uña es necesario con frecuencia. El equipo cuenta con un conjunto de uñas para poder operar con la misma cantidad de discos. Para cambiarla simplemente se libera el resorte y se extrae halándola de su eje, no cuenta con mecanismos de acople o de seguridad.
- Graduación del eje de la uña: Cuando el cambio de diámetros de disco es muy brusco, el eje sobre el cual va montada la uña tiene que cambiarse de ubicación. Sobre el cuerpo del equipo existe una serie de orificios de roscado interno sobre los cuales se puede ubicar el eje para darle libertad de giro al disco.
- Tensión de uña (dosificación de pintura): El mecanismo de tensión de la uña puede graduarse girando una perilla sobre el costado izquierdo del equipo. Este mecanismo tensiona el resorte que aplica palanca sobre la uña, regulando la cantidad de pintura sobre la superficie del disco.
- Ajuste de nivel: El equipo cuenta con dos brazos, a lado y lado del par de discos, que ayudan a definir la altura del cable y enrutan al conductor a través del sistema. Para ajustar el nivel de cada brazo se deben aflojar las coyunturas con la perilla ubicada sobre el brazo correspondiente; con la articulación floja, se procede a nivelar y a apretar de nuevo.
- Perilla de movimiento vertical del disco de presión: Sobre el equipo se ubica la perilla que sube o baja el disco de presión, asegurando el cable en el sistema y que el mismo esté en contacto con el disco de marcado.

- Sistema de anclaje del equipo: El anclaje del equipo esta compuesto por dos orificios de rosca interna ubicados en el piso sobre la línea, en donde se introducen y aseguran los tronillos correspondientes de cabeza hexagonal externa ajustables con una llave mixta de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

2.1.1.7 Secadores de aire. Al final del cada uno de los canales de agua (2) se ubican zonas de secado, en donde una corriente de aire se aplica sobre el conductor para que procesos como el de marcado y la misma presentación final del producto no se vean afectados.

Cada zona de secado de la tercera línea de extrusión utiliza un dispositivo plástico que abraza al conductor húmedo y retira cualquier resto líquido. El secador es un dispositivo que se encarga, a través de conductos internos, de distribuir la corriente de aire introducida al aparato y aplicarla uniformemente sobre la superficie del producto. La unidad de secado maneja un sistema de acople rápido a la línea, simplemente se ubican sobre una ranura en forma de “u” y se introducen a presión (de la misma forma como son retirados). El área de extrusión cuenta con un juego de secadores para diferentes calibres los cuales usualmente son almacenados en el escritorio o mesa de trabajo, pero su localización varia dependiendo de la última línea que los haya empleado.

Figura 20. Secador de aire



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

Dispositivos de ajuste:

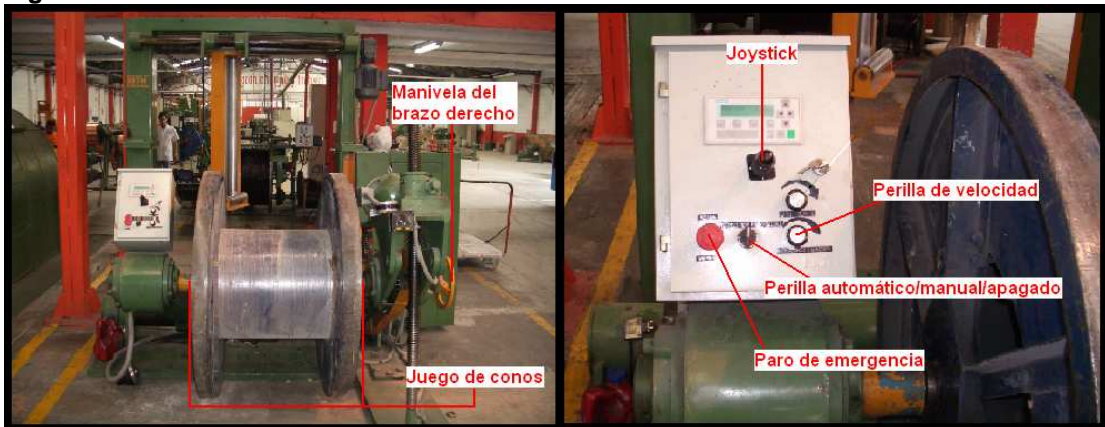
- Sistema de acople de mangueras de aire: el sistema utilizado para la instalación del flujo de aire sobre el secador es de acople rápido, no requiere de roscado ni ajustes especiales, simplemente montar ambas mangueras a presión una sobre la parte superior y la otra sobre la inferior.
- Paso del aire: el sistema esta conectado al suministro central de aire comprimido de la planta. Para permitir el flujo existe una llave por cada zona de secado. La del canal de agua con temperatura controlada esta ubicada al lado derecho del tablero de control, mientras la del

- segundo canal se ubica tras el mismo a una distancia menor a los 2 metros (de su respectiva zona).
- Sistema del montaje de un secador sobre la línea: el secador cuenta con un surco superficial que caza con una ranura en forma de u dispuesta dentro de la cámara de secado. Para asegurar el ensamble se ejerce presión sobre el secador.

2.1.1.8 Bobinador. Ubicado al final de la tercera línea de extrusión, ésta unidad de bobinado marca **Royle**, fue diseñada para operar con carretes de madera o metálicos con un máximo diámetro de ala de 160 cm. (tipo 1600).

Como el movimiento (traslado) de este equipo no es una actividad normal de preparación del puesto de trabajo, su sistema de anclaje tampoco entra en esta descripción.

Figura 21. Bobinador



Archivo fotográfico CEDSA S.A.

Dispositivos de ajuste:

- **Joystick** o palanca controladora de los brazos: ubicado sobre el tablero de control del bobinador, el **Joystick** es una palanca de 4 direcciones. Cuando es accionada en sentido vertical, sirve para mover ambos brazos hacia arriba o hacia abajo (bajar o subir carrete). Si se inclina a la izquierda o derecha, acciona el desplazamiento en ese sentido del brazo izquierdo (liberando o sujetando el carrete).
- Manivela de brazo derecho: desplaza el cono sobre el cual va montado el orificio derecho del carrete.
- Perilla automático/manual/apagado: ubicada sobre el tablero de control del bobinador, tiene tres estados. En apagado se detiene el movimiento de rotación o bobinado. En manual, el operario tiene la opción de regular con una perilla auxiliar la velocidad de rotación del carrete; utilizado cuando se están alcanzando los parámetros regulares de operación al haber cambiado el carrete. En automático, la velocidad del bobinado es regulada automáticamente por la de línea.
- Perilla de velocidad de bobinado: ubicada sobre el tablero de control regula, con el bobinado en estado manual, la velocidad con que se recoge el conductor en el carrete. Accionada cuando se están alcanzando los parámetros normales de operación al haber cambiado el carrete.

- Botón de paro de emergencia de bobinador: ubicado sobre el tablero de control del bobinador, interrumpe abruptamente la rotación del carrete y el recorrido de la guía.
- Juego de conos: El equipo esta acondicionado para trabajar con carretes de diámetro externo de ala con máximo 160 cm., sin embargo es necesario el cambio de conos en los brazos para adaptarlos a los orificios del carrete a montar. El cambio de conos se realiza de forma manual extrayendo los del carrete anterior (de los brazos si son los pequeños, o de los orificios del carrete si son los grandes) e introduciendo los necesarios al tipo de carrete solicitado por la siguiente orden.

2.1.2 Descripción de los Materiales. Los materiales utilizados en el proceso de preparación de la tercera línea de extrusión son las herramientas empleadas en los montajes y las limpiezas necesarias para lograr obtener producto en buen estado.

Las herramientas empleadas por los operarios de la tercera línea de extrusión son clasificadas en 4 grupos diferentes dependiendo del uso o la función que tienen; herramientas de medición, de ajuste, de corte y de desbaste y limpieza:

- Herramientas y equipos de medición:

Utilizadas mas que todo en las fases de centrado y pruebas de espesor y consumo.

- Calibrador digital marca **Mitutoyo**.
- Lupa.
- Balanza digital.
- Flexómetro.
- Calculadora.

- Herramientas de ajuste:

Utilizadas en procesos de desmonte, montaje, centrado y ajuste de piezas y equipos auxiliares.

- Juego de llaves mixtas **Stanley**: 3/8, 7/16, 1/2, 9/16, 5/8, 3/4, 13/16, 15/16, 1 y 1 1/2.
- Juego de llaves curvadas **Allen** de cabeza hexagonal: 1/16, 5/64, 3/32, 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16, 3/8 y 1/2.
- Llave curvada de cabeza cuadrada 1/2 pulgada.
- Llaves de pasador o de pin.
- Llaves inglesas: 10 pulgadas y 15 pulgadas.
- Llaves para tubos: 8, 14 y 36 pulgadas.
- Llave de mordazas.
- Pinzas de punta fina.
- Alicates.
- Destornillador punta de pala.
- Destornillador punta de estrella (**Philips**)
- Tornillo de banco o prensa.
- Porra con recubrimiento de goma.
- Porra maciza o martillo.
- Barra hueca para extensión de brazo de llaves (como palanca).
- Barra maciza para extraer el tornillo de extrusión.
- Extractor de cortador de flujo.
- Cinta adhesiva transparente marca **3M**.

- Compuesto de cobre multipropósito 528 (grasa en aerosol).
- Herramientas de corte:

Estas herramientas son las de mayor versatilidad utilizadas por los operarios en las actividades de preparación, ya que son necesarias en el corte de muestras, limpieza gruesa de piezas, enhebrado de conductores, preparación de puntas, purgado y centrado.

- Tijeras.
- Bisturí.
- Cortafrío (pequeño).
- Cuchillo.

- Herramientas de desbaste y limpieza:

Utilizadas en procesos de limpieza.

- Lima metálica.
- Papel de lija.
- Cepillo de cerdas metálicas.
- **Motortool** para grata.
- Aspersor para aceite de silicona.
- Aspersor para aceite de parafina (Natural).
- Bloque de pulimento sólido W500.
- Estopa de cobre.

Durante la recolección de la información anterior se evidenció la ausencia del siguiente herramental en la tercera línea de extrusión:

- Herramientas de ajuste:
 - Juego de llaves curvadas Allen de cabeza hexagonal: 1/16, 5/64, 3/32, 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16 y 1/2.
 - Llaves inglesas: 10 pulgadas y 15 pulgadas.
 - Pinzas de punta fina.
 - Alicates.
 - Barra maciza para extraer el tornillo de extrusión.
 - Compuesto de cobre multipropósito 528 (grasa en aerosol).
- Herramientas de desbaste y limpieza:
 - Papel de lija.
 - **Motortool** para grata.
 - Aspersor para aceite de silicona.
 - Bloque de pulimento sólido w500.
 - Estopa de cobre.

La ausencia de orden en el puesto de trabajo es evidente. Si bien el lugar es lo suficientemente espacioso para permitir asignarle un lugar a cada cosa, la mayoría de las herramientas se encuentran dispersas en el sitio de almacenamiento.

El problema de la falta de orden no es solo estético; muchas veces los operarios pasan largo tiempo durante la preparación en labores de búsqueda e identificación del herramental necesario.

La identificación temprana de problemas como ausencia de instrumentos necesarios para la preparación o la identificación de los mismos en estado deteriorado se hace difícil en las condiciones actuales.

2.1.3 Descripción del Medio. El medio hace referencia a las condiciones ambientales que se presentan en el lugar de trabajo y por ende, tienen cierto nivel de influencia sobre el rendimiento del operario. El entorno laboral está compuesto básicamente en tres partes; luz, temperatura y ruido.

❖ Luz. La jornada laboral de CEDSA está dividida en tres turnos diarios de 8 horas cada uno; es por esta razón principalmente que la influencia que ejercen las condiciones lumínicas de los puestos de trabajo varía dependiendo del momento del día.

Durante las jornadas diurnas el área de trabajo es iluminada principalmente con luz natural. El techo tiene secciones cubiertas con láminas translúcidas que permiten trabajar cómodamente en las horas del día, como apoyo en las zonas críticas, sobre las extrusoras y el tablero de control se utilizan fluorescentes tanto en la línea 2 como en la 3.

En la tercera línea de extrusión, a medida que llega la noche, son empleados fluorescentes para suplir la luz natural sobre todo en las zonas críticas. Las áreas iluminadas, a parte de las extrusoras y el tablero de control principal, son las del devanador y la del bobinador, ambos por un grupo de lámparas de la misma naturaleza.

Las otras zonas que no exigen un alto grado de agudeza visual son iluminadas por el sistema general de la planta compuesto por un conjunto de lámparas pendientes del techo, equidistantes unas de otras por aproximadamente 10 metros.

❖ Temperatura. La temperatura es otra de las características ambientales que pueden influenciar en la productividad y rendimiento de los trabajadores. CEDSA cuenta en su planta con 4000 m² de área y 7 metros de altura en promedio, donde más del 80% del espacio está destinado al área productiva entre la sección metalúrgica y de extrusión. Existen aproximadamente 6 zonas semidescubiertas entre claraboyas y ventanales, lo que permite la circulación de aire a través de la totalidad del área.

Existen dos focos generadores de temperatura; el primero es el natural, generado por el calentamiento del techo a causa de la radiación solar, y el segundo es el artificial, causado por el funcionamiento de la totalidad de las máquinas del área productiva.

Sobre la segunda y tercera línea de extrusión actúa la fuente natural de calor como en todos los puestos de trabajo restante. En cuanto a la fuente artificial, las extrusoras son los principales focos generadores, debido al funcionamiento de los motores y las resistencias empleadas para fundir los compuestos. Las temperaturas de las piezas internas pueden superar fácilmente los 200 °C.

Los otros equipos que componen la línea generan calor por funcionamiento de motores y fricción entre sus partes, pero no elevan la temperatura de manera crítica como lo hacen las extrusoras.

❖ Ruido. La tercera y última característica ambiental descrita es la emisión de ruido. Durante el mes de Julio del año 2005, la Aseguradora de Riesgos Profesionales COLPATRIA llevó a cabo una evaluación del ruido en 4 lugares diferentes de medición (Cableadora Watson, Trefiladora Multihilos, Extrusora 2 y 3 y almacén).

Basado en los registros de dicho estudio se puede resaltar lo siguiente:

En la planta en general se presenta ruido del tipo continuo causado en diferentes proporciones, por la totalidad de las máquinas y algunos de sus equipos auxiliares. Los sistemas de seguridad y algunos dispositivos ayudan a atenuar el ruido aunque no fueron diseñados para ello.

Sobre el medio no se tiene ningún tipo de control por ahora, debido a que la empresa no lo ha determinado como de carácter prioritario.

La medida preventiva mas clara es la que se lleva a cabo sobre el individuo. Los operarios utilizan tapones ergonómicos para protección auditiva de inserción en espuma hechos a su medida. Aunque el nivel de atenuación depende de la habilidad del fabricante y el sello que se haya logrado, se considera aceptable en este caso.

Tabla 3. Resultados del estudio de ruido en CEDSA S.A.

MEDICIÓN	SECCIÓN OPERACIÓN-MÁQUINA	NIVEL TOTAL dB	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)	Nivel máximo	Nivel mínimo	Nivel Pico	TIPO DE RUIDO			USO E.P.P.	
							CONTINUO	INTERMITENTE	IMPACTO	SI	NO
1	Trefiladora Multihilos	93,4	8	97,7	85,7	111,5	X			X	
2	Cableadora Watson	88	8	90,6	85,6	105,4	X			X	
3	Extrusora #2 y #3	89,7	8	95,1	84,2	106,9	X			X	
4	Almacén	79,9	8	86,7	76,4	101	X			X	
5	Watson sin Multihilos	83,8	8	93,9	79,2	107,7	X			X	

Aseguradora de riesgos profesionales COLPATRIA

En la resolución 01792 de Mayo de 1990 de los Ministerios de Salud y de Trabajo y Seguridad Social, se estableció entre otros el límite permisible de 85 dB para jornadas continuas de 8 horas, lo que permite concluir que sin el uso de protectores el nivel de presión sonora es perjudicial; por esta razón es que la protección auditiva es de uso obligatorio en el área de producción.

Los principales generadores de ruido sobre la tercera línea de extrusión son los secadores ubicados al final de cada uno de los canales de enfriamiento; debido al aire a presión inyectado a

los dispositivos. Los demás equipos, como las extrusoras y los **capstan**, generan también ruido pero en niveles inferiores.

2.1.4 Descripción de la Mano de Obra. Las actividades relacionadas con la preparación del puesto de trabajo en las líneas de extrusión están a cargo del mismo personal encargado de su operación y control en el proceso productivo.

El grupo de preparación puede estar compuesto por las siguientes personas dadas las condiciones del caso:

- Operario a cargo de la línea: el operario a cargo de este proceso posee el nivel máximo de experiencia otorgado por la planta (nivel 5). Los únicos trabajadores con esta categoría son los encargados de las líneas 2, 3, el supernumerario del área de extrusión y el del área de trefilado. La categoría 5 infiere un alto rango de experiencia y conocimiento del proceso productivo, por esta razón está a cargo de los puntos críticos de su puesto de trabajo, como son las dos extrusoras y los **capstan** (determinan la velocidad de línea).

En cuanto a la preparación, su responsabilidad comprende el montaje de las partes críticas (extrusoras) y la organización y asignación de actividades auxiliares a su ayudante. La línea siempre cuenta con una persona de estas características, ya que hay uno en cada uno de los tres turnos del día.

- Ayudante de línea: el operario asignado como ayudante de línea se encuentra entre las categorías 1 y 4. Inicialmente puede comenzar en el nivel inferior (nivel 1), pero progresivamente y a medida que gane experiencia puede ascender hasta el grado 4.

Dependiendo del nivel, el ayudante de la línea estará cada vez más a cargo de actividades que requieran de un mayor grado de responsabilidad y conocimiento del proceso productivo. Esta persona está subordinada al operario de nivel 5, quien siempre asignará las actividades que llevará a cabo en la preparación y tomará la decisión de delegar nuevas cargas.

Generalmente a su cargo están los montajes de los equipos alternos (monte y desmonte de carretes en bobinadores y devanador, montaje del equipo de marcado, de la guía del cable, de los frenos, del **dancer** dinámico y del enhebrado). La línea siempre cuenta con una persona de estas características, ya que hay uno por línea en cada uno de los tres turnos del día.

- Herramentero de extrusión: está a cargo de los dados y guías de las 3 líneas de extrusión. Su función consiste en almacenar de manera apropiada los diferentes juegos que son utilizados y también preparar los que van a emplearse en las siguientes corridas.

El supervisor de producción se encarga de informarle al herramentero el orden del día para que éste prepare los juegos necesarios. De la misma manera al final de una corrida, las herramientas empleadas son entregadas para su revisión y almacenamiento.

La planta cuenta con un único herramentero.

2.1.5 Descripción del Método. El ciclo de preparación de la tercera línea de extrusión inicia cuando el tramo anterior termina su paso a través de la última extrusora en operación y finaliza en el momento en que se produce el primer metro de calidad del siguiente.

Tan pronto el proceso se ha detenido para el cambio de producto, ambos operarios inician la preparación de todos y cada uno de los equipos de la línea que lo requieran con el fin de acondicionarla para iniciar el proceso de extrusión de la siguiente corrida, garantizando un producto de calidad. No obstante los integrantes del grupo de trabajo conocen los métodos de alistamiento individual por equipo, actualmente no está definido cuales subprocesos preparativos son responsabilidad del líder y cuales de su auxiliar.

En este orden de ideas, la composición del ciclo de preparación es variable y dependerá directamente de las características de la referencia entrante y la saliente. Entre mas diferencias existan con el conductor del proceso a iniciar, el lapso requerido para la disposición de la línea será mas prolongado e implicará un nivel de complejidad superior incluyendo un mayor número de subprocesos preparativos requeridos.

Con el objetivo principal de conocer los casos en los cuales es necesaria la preparación de cada uno de los componentes de la línea en el ciclo principal, se definieron 5 tipos posibles:

- Ciclo de preparación tipo 1: En un cambio de referencia se presenta un cambio de compuesto en la extrusora de PVC/PE, uno de estado^{*} en la extrusora de Nylon y uno drástico^{**} en el diámetro del conductor a aislar.
- Ciclo de preparación tipo 2: En un cambio de referencia se presenta un cambio de compuesto en la extrusora de PVC/PE, uno de estado en la extrusora de Nylon y el diámetro del conductor no varía sustancialmente.
- Ciclo de preparación tipo 3: En un cambio de referencia se presenta un cambio de compuesto en la extrusora de PVC/PE, uno drástico en el diámetro del conductor a aislar y el estado de la extrusora de Nylon no varía.
- Ciclo de preparación tipo 4: En un cambio de referencia se presenta un cambio de estado en la extrusora de Nylon, uno drástico en el diámetro del conductor a aislar y el compuesto en la extrusora de PVC/PE no varía.
- Ciclo de preparación tipo 5: Cambios de tramo^{***}.

La tabla del ANEXO A muestra en cuales de los 5 tipos de ciclo se hace necesario el desarrollo de cada uno de los 21 subprocesos preparativos requeridos por los 11 componentes de la línea.

A continuación se describe de una forma detallada el método empleado por el operario para la preparación de cada uno de los equipos que componen la tercera línea de extrusión:

2.1.5.1 Preparación del devanador. A grandes rasgos, la preparación del devanador consiste en el desmonte del carrete vacío y el montaje de la bobina llena. Este subproceso tiene como finalidad darle continuidad al material (cable) que alimenta el proceso productivo.

El siguiente procedimiento es el empleado por el operario designado para cambiar el carrete a devanar:

^{*} Un cambio de estado en la extrusora de Nylon hace referencia al hecho de pasar de ser requerida en el proceso productivo a no serlo, o viceversa; pasar de una referencia con chaqueta en Nylon a una que no la solicita, o el caso contrario.

^{**} Hace referencia del paso a otro calibre diferente que no es el siguiente en orden de tamaño.

^{***} Debido a que la longitud total de cable requerida por una orden completa de producción excede, la gran mayoría de casos, la capacidad del carrete empleado para su almacenamiento y transporte, se hace necesario dividirla en mas de 2 partes (1 por carrete).

- Retirar los soportes de los brazos para bajarlos.
- Bajar los brazos del devanador hasta ubicar el carrete vacío al nivel del suelo.
- Desplazar el brazo izquierdo primero y luego el derecho.
- Desmontar los bujes del carrete vacío.
- Retirar el carrete vacío a una zona segura.
- Empujar el carrete con materia prima para la nueva referencia hacia la zona de montaje.
- Nivelar los brazos del devanador a la altura propicia dependiendo del carrete.
- Verificar si los bujes utilizados anteriormente son los apropiados y si es el caso cambiarlos por los necesarios.
- Montar los bujes o conos sobre el nuevo carrete.
- Cerrar el brazo derecho después de haberlo hecho con el izquierdo.
- Accionar el mecanismo de ascenso hasta la posición normal de devanado.
- Ubicar los soportes bajo los brazos.

El diagrama de flujo número 1 del ANEXO B representa de una manera más gráfica y comprensible el cambio de carrete en el devanador.

2.1.5.2 Primera parte del enhebrado y amarre del conductor. El único proceso preparativo que se lleva a cabo sobre el primer **capstan** y el enderezador es el de su enhebrado. La sencillez de estas operaciones ameritan ser reunidas en una sola, que finaliza con la unión entre el conductor nuevo y el de la orden anterior (amarre).

En condiciones normales de trabajo se emplea el siguiente procedimiento para el primer enhebrado:

- Liberar el freno del devanador.
- Halar del extremo libre del cable hasta el **capstan**.
- Enhebrar el **capstan** con el conductor.
- Halar del cable hasta el cabezal de PVC/PE.
- Accionar el seguro del **capstan** para abrazar el producto entre las orugas.
- Deslizar el extremo del conductor entre las poleas del enderezador realizando un ajuste previo al enhebrado para que el paso sea preciso, especialmente cuando se cambia a un cable de calibre muy diferente.
- Halar del conductor hasta atravesar el cabezal de PVC/PE.
- Si la nueva referencia requiere de chaqueta en Nylon entonces este cabezal debe ser enhebrado de igual manera por el conductor.
- Retirar el aislamiento (si se emplea la anterior referencia como elemento de tracción) o los restos de alambres montados sobre el extremo de la guaya.
- Alistar el extremo del producto de la nueva referencia para poder amarrarlo al elemento de tracción (guaya o referencia anterior).
- Amarrar el extremo de la referencia nueva con el de la guaya o el de la referencia anterior.
- Aislar la unión aplicando cinta adhesiva.
- Tensionar la línea.

Los diagramas de flujo 2 y 8 del ANEXO B, esquematizan los procedimientos de preparación correspondientes al primer enhebrado y al amarre.

2.1.5.3 Preparación de la extrusora de PVC/PE. A causa de su complejidad y con el fin de describir mejor el proceso de preparación necesario, este equipo se dividió en 3 componentes; cabezal, barril y tolva.

❖ Cabezal de la extrusora de PVC/PE. Sobre el cabezal de PVC/PE pueden presentarse diferentes subprocesos preparativos dependiendo de la clase de cambio que experimente la línea. Por este motivo la preparación del cabezal se dividió en desarme y limpieza anterior a las bridas, desarme y limpieza de brida, limpieza y montaje del porta mallas, ensamble del cabezal, ensamble de bridas y finalmente centrado.

- ◇ Desarme y limpieza anterior a la brida. La finalidad de este subproceso de preparación es la de desaparecer el rastro del compuesto empleado para la última referencia de todas y cada una de las partes internas del cabezal.

En condiciones normales de trabajo se emplea el siguiente procedimiento para el desarme y limpieza anterior a la brida:

- Soltar y retirar la tuerca de ajuste del dado por la salida del cabezal.
 - Montar la tuerca de ajuste sobre la prensa y ejercer presión sobre ella para extraer el dado.
 - Limpiar la tuerca de ajuste y el dado.
 - Aflojar los 4 tornillos de unión de la tuerca del corta flujo al cabezal por su entrada.
 - Limpiar los tornillos de ajuste.
 - Aflojar y retirar el porta guía por la entrada al cabezal.
 - Soltar y retirar los 6 pernos que aferran el sostenedor de la tuerca de ajuste del dado por la salida del cabezal.
 - Retirar el sostenedor y posicionarlo sobre el suelo donde se limpia superficialmente.
 - Soltar los 4 elementos de sujeción sobre el sostenedor.
 - Aplicar ligeros golpes sobre el centro del sostenedor hasta liberar su centro.
 - Limpiar las caras de contacto entre el sostenedor y su parte central.
 - Limpiar la cara de salida del cabezal ahora descubierta.
 - Ubicar sobre la punta de la guía un amortiguador para ejercer presión sobre ella y extraerla por el lado contrario (cara de entrada al cabezal).
 - Roscar nuevamente el porta guía por la entrada al cabezal para extraer la tuerca de ajuste del corta flujo.
 - Limpiar la cara de entrada al cabezal para facilitar la extracción del corta flujo.
 - Roscar el extractor del cortador de flujo sobre la pieza y mediante impactos repetitivos, extraerla del cabezal.
 - Montar el extractor y el cortador de flujo sobre el tornillo de mesa o prensa y proceder a limpiarlos.
 - Limpiar la carcasa del cabezal desnudo.
- ◇ Desarme y limpieza de brida. Esta fase perteneciente al proceso preparativo del cabezal tiene como finalidad la separación entre el cabezal y el barril con el fin de proseguir con el reemplazo de mallas y/o limpieza de barril y tornillo.

En estos casos el cambio, además de incluir el procedimiento de desarme y limpieza anterior a las bridas, incluye su apertura empleando el siguiente procedimiento:

- Soltar ambas tuercas que ajustan el sello de unión entre cabezal y barril.

- Bajar las palancas sobre el sello y girar y extraer los tornillos del mismo.
 - Halar de la manivela del cabezal para separar las bridas y descubrir el porta mallas sobre la boca del barril.
 - Limpiar el exceso de compuesto ubicado sobre el porta mallas.
 - Encender la extrusora para que ella misma expulse el porta mallas.
- ◇ Limpieza y montaje del porta mallas. Este subproceso preparativo se realiza para desaparecer todo rastro del compuesto plástico de la anterior orden y cambiar el filtro o malla.

Cuando la preparación incluye el cambio de mallas, el procedimiento de limpieza y reemplazo de las mismas posterior a su quemado se lleva a cabo empleando el siguiente procedimiento:

- Limpiar la pieza extraída, retirando las mallas.
 - Dejar el porta mallas bajo la acción de la resistencia eléctrica para facilitar limpieza.
 - Calentamiento del porta mallas.
 - Retirar el material quemado por la resistencia.
 - Traer retazo de malla nueva.
 - Trazar la figura interna del porta malla sobre el retazo con ayuda de un marcador.
 - Recortar la extensión de malla delineada.
 - Comprobar que el corte haya quedado bien ubicando la sección resultante sobre el porta mallas.
 - Ubicar la primera sección recortada sobre el retazo restante y realizar el segundo corte sobre el contorno del primero.
 - Posicionar ambas mallas sobre la pieza metálica, dejándola lista para el montaje.
- ◇ Ensamble del cabezal. Una vez las labores de preparación sobre el cabezal finalizan y buscando acondicionar el componente para el proceso productivo, se procede a realizar el ensamble del mismo incluyendo las herramientas (dado y guía) requeridas por la siguiente referencia.

El ensamble del cabezal se lleva a cabo empleando el siguiente método:

- Ensamblar ambas partes del sostenedor de la tuerca de ajuste del dado, ajustando los cuatro tornillos de la periferia de la pieza.
- Ubicar el sostenedor recién ensamblado sobre la cara de salida del cabezal haciendo cazar los orificios dispuestos para su aseguramiento.
- Insertar y asegurar cada uno de los seis tornillos de ajuste del sostenedor.
- Introducir el cortador de flujo hasta encontrar el tope por la cara de entrada al cabezal.
- Posicionar la tuerca de ajuste del cortador de flujo sobre la cara de entrada al cabezal de tal forma que cacen los orificios dispuestos para el aseguramiento de la misma.
- Roscar los 4 tornillos que aseguran la tuerca de ajuste del cortador de flujo.
- Introducir la guía para la nueva referencia por la cara de entrada al cabezal y deslizarla hasta el tope al interior del cortador de flujo.
- Introducir y roscar el porta guía por la cara de entrada al cabezal.
- Roscar la tuerca de ajuste del juego por la cara de salida del cabezal una vez se haya posicionado el dado en su interior.

- ◇ Ensamble de brida. Finalizada la limpieza al interior del barril o el cambio de mallas, es necesario ubicar de nuevo en su lugar el cabezal ensamblando la brida.

La brida se ensambla mediante el siguiente procedimiento:

- Posicionar el porta mallas sobre la boca del barril.
- Mover el cabezal y posicionarlo sobre la brida del barril.
- Subir las dos palancas ubicadas sobre la boca del barril y montar los tornillos, permitiendo la unión de ambas bridas.
- Ubicar la regla de nivelación sobre una de las caras rectas del cabezal.
- Rotar el cabezal en sentido contrario al desfase indicado por la regla para buscar nivelarlo.
- Terminar de ajustar ambas roscas una vez el cabezal esté nivelado.

Los subprocesos de preparación de desarme y limpieza anterior a las bridas, desarme y limpieza de bridas, limpieza y montaje del porta mallas, ensamble del cabezal y finalmente ensamble de bridas, están descritos gráficamente en el diagrama de flujo número 4, contenido en el ANEXO B.

- ◇ Centrado. Debido al ajuste de múltiples piezas efectuado en el ensamble del cabezal, es necesario asegurar el correcto posicionamiento del dado y la guía para obtener una superficie plástica de espesor constante sobre el producto.

El centrado se lleva a cabo desarrollando el siguiente método:

- Encender la línea.
- Marcar la superficie del aislamiento.
- Detener la línea.
- Cortar el aislamiento y retirarlo del conductor.
- Realizar cortes transversales sobre la muestra.
- Medir el espesor del aislamiento en diversos puntos.
- Ajustar los cuatro tornillos sobre el cabezal que establecen la posición del dado.

El diagrama de flujo número 13, incluido en el ANEXO B, esquematiza la operación de centrado.

- ❖ Barril de la extrusora de PVC/PE. El despeje interior llevado a cabo por parte del material recuperado en la purga no es suficiente, por esta razón es que la extracción del tornillo, su limpieza y el barrido de las paredes internas del barril, son necesarias para culminar satisfactoriamente el trabajo en el cambio de compuesto previo al ensamble.

En condiciones normales de preparación, el método empleado para limpiar el interior del barril y el tornillo es el siguiente:

- Purgar.
- Empujar el tornillo extrusor con ayuda de una barra y un martillo o porra desde la parte posterior del equipo.
- Limpiar el tornillo a medida que este va saliendo por la parte delantera.
- Halar del tornillo desde la parte delantera de la extrusora.
- Finalizar la limpieza del tornillo.

- Barrido interno del barril.
- Soplar aire sobre el tornillo extrusor y el barril.
- Introducir el tornillo extrusor.

Los elementos contenidos entre la espera 1 y la operación 27 del diagrama de flujo número 4 en el ANEXO B, describen de una manera gráfica el procedimiento empleado para la limpieza del barril y el tornillo.

- ❖ Tolva de la extrusora de PVC/PE. El procedimiento de preparación necesario consiste en cambiar el contenido alojado dentro de la tolva debido a que la existencia de residuos de un material diferente pueden ocasionar defectos superficiales en el aislamiento.

Con el fin de facilitar la comprensión del tema, la preparación de la tolva de alimentación de PVC/PE se dividió en vaciado y reaprovisionamiento.

- ◇ Vaciado. En condiciones normales de trabajo, la evacuación de la tolva de alimentación de la extrusora se realiza siguiendo este procedimiento:
 - Apagar desde el tablero general de control la turbina de alimentación.
 - Ubicar un recipiente vacío y posicionarse junto al cuello de la tolva.
 - Posicionar el extremo de la bolsa sobre la boca del punto de evacuación y halar de la platina hasta retirar la mayoría del compuesto.
 - Abrir y retirar la ventanilla de evacuación desajustando ambos tornillos que la sujetan.
 - Introducir la mano por el orificio de la ventanilla y remover la totalidad del material aún alojado sobre las paredes interiores de la tolva.
 - Realizar un barrido con ayuda de aire comprimido sobre la ventanilla y el interior de la tolva.
 - Reubicar la ventanilla sobre su orificio, asegurándola con ambas roscas.
 - Cerrar el punto de vaciado corriendo la platina.

El diagrama de flujo número 3, contenido en el ANEXO B, describe de una forma gráfica la metodología empleada en el vaciado de la tolva de alimentación a la extrusora de PVC/PE.

- ◇ Reaprovisionamiento. En condiciones regulares de trabajo, el reaprovisionamiento de compuesto en la tolva se lleva a cabo mediante el siguiente método:
 - Extraer el ducto de succión.
 - Extraer residuos del compuesto alojados dentro del recipiente externo.
 - Soplar el interior del recipiente externo.
 - Vaciar bultos del compuesto.
 - Introducir el ducto de succión y encender la turbina.

El subproceso preparativo de reaprovisionamiento se encuentra esquematizado en el diagrama de flujo número 11 del ANEXO B.

2.1.5.4 Preparación de la extrusora de Nylon. El Nylon es un material que una vez está seco, se adhiere con facilidad y firmeza sobre las piezas y debe ser removido mediante procedimientos de

limpieza, debido a que puede ocasionar defectos superficiales en el conductor, comprometiendo la calidad del mismo.

Para facilitar la descripción del proceso de preparación requerido por este equipo de extrusión, es necesario dividirlo en 2 componentes; cabezal y tolva.

❖ Cabezal de la extrusora de Nylon. Debido a la extensión y complejidad del proceso de preparación requerido por este componente, fue dividido en 3 subprocesos; desarme y limpieza, armado y centrado por aproximación.

◇ Desarme y limpieza. En condiciones normales de trabajo, el desarme y limpieza del cabezal perteneciente a la extrusora de Nylon se lleva a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- Encender las resistencias de la extrusora para debilitar el material adherido a las piezas.
- Desenroscar y retirar el porta guía por la cara de entrada al cabezal.
- Limpiar el porta guía.
- Roscar el extractor de guías sobre la cara de entrada al cabezal y retirar la pieza halando de ella.
- Limpiar la guía sobre la mesa de trabajo.
- Desenroscar y extraer cuatro tornillos que aferran el retenedor del dado a la cara de salida del cabezal.
- Limpiar cada tornillo.
- Extraer del cabezal el dado y su retenedor empujándolos por la cara contraria (cara de entrada).
- Separar el dado de su retenedor y proceder a limpiarlos uno por uno.
- Desenroscar y retirar seis tornillos que sostienen el retenedor del porta guía al cabezal sobre la cara de entrada.
- Retirar el retenedor y limpiarlo sobre la mesa de trabajo.
- Extraer la pínola por la cara de entrada al cabezal aplicando ligeros golpes sobre su extremo por el lado contrario.
- Limpiar la pínola sobre la mesa de trabajo.
- Desmontar los ocho tornillos que aferran el sostenedor del dado y su retenedor al cabezal por la cara de salida.
- Limpiar los tornillos sobre la mesa de trabajo.
- Separar el dado de su sostenedor y retenedor, limpiarlos uno por uno sobre la mesa de trabajo.
- Limpiar las caras internas del cabezal desnudo.

◇ Armado. En condiciones normales de trabajo, el armado del cabezal de extrusión se lleva a cabo empleando el siguiente método:

- Montar el sostenedor del dado y su retenedor sobre la cara de salida del cabezal, perfilando los orificios para los tornillos que aseguran la unión.
- Roscar y asegurar cada uno de los ocho tornillos que aseguran el montaje.
- Introducir el pin.
- Ubicar el retenedor del pin sobre la cara de entrada al cabezal cazando los orificios de los elementos de unión.
- Roscar los seis tornillos para asegurar el montaje del pin o pínola y su retenedor.

- Introducir la guía por la cara de entrada al cabezal.
- Introducir y roscar el porta guía por la cara de entrada al cabezal.
- Introducir el dado de la referencia a montar dentro de su retenedor y ubicar éste último sobre el orificio de la cara de salida del cabezal.
- Asegurar el montaje del retenedor del dado roscando sus cuatro elementos de unión.

El diagrama de flujo número 6, contenido en el ANEXO B, esquematiza los subprocesos preparativos de desarme, limpieza y posterior armado del cabezal perteneciente a la extrusora de Nylon.

- ◇ Centrado por aproximación. Para finalizar la preparación del cabezal de Nylon, es necesario realizar un ajuste fino sobre la ubicación del dado con el fin de buscar una chaqueta de igual espesor a través de toda su circunferencia del cable.

En condiciones normales de trabajo, el centrado de la herramienta en el cabezal de Nylon se lleva a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- Calibrar los 4 puntos opuestos.
- Ajustar tuercas de centrado.
- Verificar medidas sobre los 4 puntos: inicia al soltar la llave mixta, prolongándose hasta soltar el calibrador sobre la mesa de trabajo.

El diagrama de flujo número 14 del ANEXO B, describe el subproceso preparativo del centrado de una manera gráfica.

- ❖ Tolva de la extrusora de Nylon. Buscando facilitar la comprensión del procedimiento de preparación de la tolva, se dividió en 2 subprocesos; vaciado y reaprovisionamiento.

- ◇ Vaciado. En condiciones normales de trabajo, la evacuación de la tolva de alimentación de la extrusora se realiza siguiendo este procedimiento:

- Ubicar un recipiente vacío y posicionarse sobre el punto de evacuación de la tolva.
- Abrir la platina para vaciar todo el compuesto virgen dentro del recipiente y una vez lleno posicionado sobre el suelo.
- Tomar la manguera de aire comprimido y ubicarse sobre a la tolva.
- Descubrir la cubierta de la tolva y realizar un barrido con el aire comprimido.
- Bajar y cerrar la llave de paso del aire.
- Cerrar el punto de vaciado de la tolva.

El diagrama de flujo número 5 del ANEXO B, esquematiza el procedimiento empleado para el vaciado de la tolva alimentadora de la extrusora de Nylon.

- ◇ Reaprovisionamiento. Bajo condiciones regulares de trabajo, el reaprovisionamiento de la tolva de Nylon se realiza empleando el siguiente método:

- Transportar el bulto de materia prima hasta la parte superior de la tolva.
- Halar del cordón que desata la cubierta del bulto hasta abrirlo.
- Alzar y vaciar el bulto de Nylon.
- Reposicionar la cubierta sobre la tolva.

El diagrama de flujo número 12, contenido en el ANEXO B, describe de una manera gráfica, el procedimiento empleado para reaprovisionar la tolva alimentadora de la extrusora de Nylon.

2.1.5.5 Marcador de presión. CEDSA S.A. utiliza dos sistemas de marcado de cables. Uno de ellos es el de rotulado con disco de marcación. Cada línea de extrusión posee un marcador de disco habilitado para caracterizar los cables aislados o recubiertos, según sea el caso.

La preparación implica a grandes rasgos reabastecimiento de pintura, cambio de disco de marcado, disco de presión, de uña y ajuste de amplitud.

En condiciones normales de trabajo, el alistamiento de la máquina de marcado con disco se lleva a cabo través del siguiente procedimiento:

- Girar la perilla superior que abre espacio entre ambos rodillos y libera el conductor.
- Extraer el recipiente de almacenamiento de la pintura en la parte inferior del rodillo de marcación, ubicándolo cerca de la base del equipo.
- Liberar el resorte tensor de la uña de barrido.
- Girar la uña y retirarla del equipo, dejándola sobre la mesa del mismo marcador.
- Soltar y extraer la rosca que asegura el disco de marcación al eje principal.
- Retirar el disco de marcación y reemplazarlo por el requerido en la nueva orden de producción.
- Roscar y fijar el seguro del disco de marcación nuevo.
- Ubicar y traer la nueva uña adecuada para el disco recién montado.
- Introducir la uña sobre su eje y enganchar el resorte tensor al equipo.
- Abrir el tambor de pintura ubicado junto a la base del equipo y verter la cantidad necesaria dentro del recipiente de alimentación.
- Abrir el solvente de pintura y agregar solución al recipiente, agitando hasta uniformizar la mezcla.
- Ubicar el recipiente de alimentación de pintura bajo el disco de marcación.
- Rotar manualmente el eje principal del equipo para comprobar si la dosificación de pintura sobre la superficie del disco es la necesaria, en caso contrario ajustar el resorte tensor de la uña o reacomodar la misma.
- Reposicionar el equipo de marcación sobre la línea si existe un cambio brusco de calibre.
- Ajustar la altura de los brazos de entrada y salida de la zona de contacto del equipo.
- Ubicar el cable entre ambos discos y girar en sentido contrario la perilla, cerrando el espacio entre ellos.

El diagrama de flujo número 9 en el ANEXO B, esquematiza el procedimiento empleado para la preparación del equipo marcador de presión.

2.1.5.6 Preparación del secador. Debido a que debe existir una distancia máxima entre el diámetro interno del secador y el externo del conductor, cuando se presentan variaciones bruscas de diámetros el cambio de secador entra a hacer parte de las actividades de preparación del puesto de trabajo. La distancia máxima no ha sido definida de manera cuantitativa; la consigna a seguir es que el cable pueda pasar con libertad por el orificio del aparato, y que éste salga seco del mismo.

En condiciones normales de trabajo, el cambio de secadores sigue el procedimiento descrito a continuación:

- Cerrar las llaves de alimentación de aire.
- Halar de las dos mangueras surtidoras de aire.
- Extraer el secador de su cavidad.
- Conectar ambas mangueras surtidoras de aire al nuevo secador ejerciendo presión sobre ellas.
- Posicionar el nuevo secador sobre la cavidad y ejercer presión sobre él para ajustarlo.

El diagrama de flujo número 10, incluido en el ANEXO B, describe gráficamente el procedimiento de preparación del secador de aire.

2.1.5.7 Preparación del Bobinador. Para iniciar el segundo enhebrado es necesario haber desmontado el último carrete de producto terminado de la anterior referencia y haber montado la guaya en su lugar. En el caso en que no se requiera del montaje de la guaya, se lleva igualmente este procedimiento, con la diferencia de montar la primera bobina de la próxima corrida.

En condiciones normales de trabajo, la preparación del bobinador se lleva a cabo con el siguiente procedimiento:

- Llevar el carrete de la guaya hasta la zona de montaje del bobinador de la línea.
- Abrir los brazos del bobinador a una distancia igual o superior al tambor del carrete sobre el cual va montada la guaya.
- Levantar manualmente el carrete hasta montar uno de los costados del mismo sobre el bobinador.
- Mantener levantado el carrete mientras se cierra la distancia entre brazos.

El diagrama de flujo número 7, del ANEXO B, incluye en su esquema la descripción gráfica del proceso de preparación del bobinador.

2.1.5.8 Segundo enhebrado. El enhebrado de la segunda parte se realiza en sentido contrario al de la primera. Comienza con la última fase al final de la línea y termina cuando se empata con la punta del nuevo producto.

En condiciones normales de trabajo, la segunda parte del enhebrado se realiza siguiendo la metodología descrita a continuación:

- Halar del extremo del conductor hasta la salida del segundo **capstan** de la línea.
- Accionar la palanca del **capstan** y proceder a enhebrarlo.
- Halar de la guaya o conductor de tracción un par de metros y retrocederse para enhebrar el chispometro.
- Levantar la segunda cubierta del chispometro, posicionar el conductor en su interior y cerrarla nuevamente.
- Introducir el extremo de la guaya entre las poleas de la celda de carga empujándola a través de ella y extrayéndola por el otro extremo.
- Halar del conductor hasta el cuenta metros.
- Enhebrar el cuenta metros.
- Halar de la guaya hasta llegar al cabezal de nylon.
- Retroceder hasta el cuenta metros para enhebrar el conductor a través de los canales de refrigeración, el marcador de presión y los secadores.

El diagrama de flujo número 9 del ANEXO B, describe el procedimiento de la segunda parte del enhebrado.

2.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

A continuación se describe el desarrollo y los resultados del estudio realizado para determinar del tiempo invertido en las operaciones de preparación de la línea.

2.2.1 Descripción del método de estudio utilizado.

2.2.1.1 Técnica escogida. El ciclo de preparación promedio en la tercera línea de extrusión es discontinuo, extenso y de relativa baja ocurrencia. Estas características hacen del método de cronometraje el indicado para el caso, implementando ligeras modificaciones de forma más no de fondo.

Para el estudio de tiempos efectuado en las operaciones de alistamiento de la tercera línea de extrusión se utilizó una cámara digital y un computador en donde se pudieran reproducir y estudiar los videos tomados. Esta ligera modificación permite asimilar con mayor detalle los procedimientos empleados en la preparación y aprovechar de esta manera al máximo cada actividad registrada.

2.2.1.2 Sistema de medición de tiempos seleccionado. Debido principalmente a especificaciones técnicas de la cámara, el sistema de medición seleccionado es el continuo o acumulativo. El reproductor de video indica el tiempo en cualquier instante de la filmación, permitiendo registrar la información en una escala continua.

2.2.1.3 Escala de valor utilizada. La escala de porcentajes fue la seleccionada para el estudio debido principalmente a la simplicidad en su aplicación y a su fácil asociación.

2.2.2 División de las actividades en elementos. Las paradas en la producción ocasionadas por operaciones de preparación se caracterizan por su larga duración, prolongándose en algunos casos por más de 3 horas continuas. Esta característica se debe principalmente a que generalmente implica la preparación de una línea completa de producción compuesta por un conjunto de equipos que deben alistarse de tal forma que contribuyan a la obtención de un producto de calidad.

Si bien se recomienda en la mayoría de textos académicos que los ciclos sean tomados uno tras otro sin dejar espacios de tiempo entre ellos, las actividades de preparación son entrecortadas por la producción misma, impidiendo tomar los tiempos de manera ininterrumpida.

El ANEXO C contiene los elementos básicos que componen todos los subprocesos de preparación de la tercera línea de extrusión junto con la definición de cada uno de ellos.

2.2.3 Tamaño de la muestra. Para poder obtener el tamaño de la muestra apropiado y de esta manera concluir un estudio con resultados confiables y representativos de la situación actual, fue necesario emplear el sistema de recopilación de tiempos muertos con que cuenta la empresa,

donde se lleva el registro de los lapsos de tiempo en los que las máquinas no se encuentran produciendo, incluyendo los cambios de referencia.

Regularmente se recomienda tomar una muestra de 8 a 15 elementos¹⁸ para poder estimar el número de muestras definitivo necesario a tomar. Basándose en la desviación de los datos, se consideró que 8 tiempos generales eran suficientes.

Tabla 4. Premuestra

Tiempo total	Referencia anterior	Referencia siguiente	t (minutos)
02:40:24	THHN 4 AWG	Chaqueta TTU 4/0	160,4
02:30:50	Encauchetado	XLPE	150,83
02:50:00	Antifraude	Encauchetado	170
02:30:00	Relleno triplex	Chaqueta Encauchetado	150
02:28:36	THHN 2 AWG	Cable de Fuerza	148,6
02:52:51	Control	ACSR	172,85
03:05:00	5106	1/0 THW Aluminio	185
03:00:00	PE	PVC	180

Autor.

Una vez obtenidas las 8 muestras preliminares identificadas en la tabla 4, se procedió al cálculo de la desviación estándar del grupo de datos y a la definición del nivel de confianza y el margen de error apropiado según el caso.

Después de un cálculo sencillo, pudo conocerse que en promedio el grupo de muestras estaban desviadas 14,28 minutos de su valor medio (164,7 minutos). Si se observan los valores individuales puede concluirse en primera instancia que la variación es relativamente baja, primer indicio que los 8 valores fueron suficientes para obtener un tamaño muestral apropiado.

El siguiente paso después de darle validez a la muestra, consiste en definir el nivel de confianza y el margen de error admisible. En cuanto al primer parámetro, se considera que un nivel de 85% de confiabilidad (t = 4,165) es suficiente para la aplicación que va a tener el estudio.

Un margen de error de +/- 20 minutos se cree propicio, ya que no es significativamente superior a la desviación que arrojó la muestra y solo corresponde aproximadamente un 12% del valor promedio.

Para obtener el número necesario de muestras, se empleó la siguiente fórmula estadística apoyada en la distribución t-Student:

$$N = \left(s * t_{\alpha/2, n-1} \right)^2 / e^2$$

Esperando que la muestra arroje un nivel de confianza de un 85% y aceptando como margen de error admisible +/- 20 minutos; son necesarias y suficientes 9 muestras.

¹⁸ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga : Ediciones UIS, 1999. p.152.

2.2.4 Recopilación de datos. Una vez el tamaño muestral ha sido estimado, se procedió a tomar los 9 videos necesarios para realizar el estudio con el nivel de confianza fijado y el error admitido.

Uno a uno los videos fueron analizados, identificando cada uno de los elementos que componían el ciclo promedio, y registrando a su vez los tiempos implícitos en cada uno de ellos.

Con el fin de darle mayor validez al estudio, las muestras se tomaron en diferentes horas del día para tratar de filtrar cualquier efecto que pudiera causar la curva de rendimiento de los operarios en los resultados del estudio.

2.2.5 Asignación de suplementos. Tomando en cuenta la tabla publicada por la Organización Internacional del Trabajo, los suplementos para el ciclo de cambio de referencia en la tercera línea de extrusión fueron asignados como aparecen en el ANEXO D.

2.2.6 Ocurrencias promedio por ciclo (frecuencias promedio o probabilidades de ocurrencia). Debido a la variedad de referencias que puede aislar la tercera línea de extrusión, la mayoría de las actividades de preparación son del tipo intermitente dentro del ciclo. Para poder obtener el tiempo tipo representativo fue necesario el hallazgo de la frecuencia con que se presentan cada uno de los subprocesos.

Conociendo los casos en los cuales cada subproceso es necesario dentro del ciclo de preparación, ver ANEXO A, se procedió a buscar la fuente de información que contuviera las referencias procesadas durante un tiempo previamente definido respetando su secuencia.

CEDSA S.A. es una compañía en pleno crecimiento, sin embargo la utilización de sistemas de información en el manejo de la producción hasta ahora está siendo considerado por parte de los altos directivos. Afortunadamente todas y cada una de las entradas de producto terminado al almacén son registradas y almacenadas en una base de datos empleada para el control de inventarios.

Para hacer uso de esta fuente de información se procedió a establecer una serie de supuestos que permitieran lograr el objetivo inicial. El primero de ellos consistió en presumir que las entradas al almacén de producto terminado respetaban la secuencia de su procesamiento. En los casos en que 2 o más entradas del mismo tipo de referencia se registraran muy seguidas (con diferencia de 1 o 2 días) se asumían como de la misma corrida, ubicándose cronológicamente cuando había ocurrido el primer ingreso.

El segundo supuesto establecía que la ruta para una referencia siempre iba a ser la misma, es decir, que aunque en casos especiales un calibre 2 AWG pudiese ser procesado en la segunda línea de extrusión, por eficiencia siempre emplearía la tercera extrusora para completar su proceso productivo.

Por último se totalizaron los tipos de preparación dadas bajo el periodo histórico preestablecido obteniendo de esta manera la frecuencia promedio con la cual cada tipo de subproceso se presentó empleando una sencilla operación matemática (número de eventos observados/número de corridas X número de tramos por la corrida). Los resultados se pueden observar en el ANEXO E.

Tabla 5. Resumen del estudio de tiempos de preparación de la tercera línea de extrusión

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO
Devanador	N/A	Desmante	1	00:02:29
		Montaje	1	00:04:38
Capstan 1 y enderezador	N/A	Enhebrado 1	1	00:24:35
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Desarme y limpieza anterior a las bridas	0,22	00:04:09
		Desarme de bridas	0,14	00:01:41
		Limpieza y montaje del porta mallas	0,14	00:06:03
		Ensamble del cabezal	0,22	00:01:31
		Ensamble de bridas	0,14	00:00:58
		Centrado	0,22	00:00:52
	Barril	Desarme, limpieza y armado	0,14	00:03:46
	Tolva	Vaciado	0,14	00:01:50
Reaprovisionamiento		0,14	00:01:22	
Extrusora Nylon	Cabezal	Desarme y limpieza	0,06	00:02:12
		Armado	0,06	00:00:41
		Centrado por aproximación	0,06	00:00:23
	Tolva	Vaciado	0,06	00:00:25
		Reaprovisionamiento	0,06	00:00:13
Marcador de presión	N/A	Preparación	0,22	00:03:50
Secador	N/A	Preparación	0,13	00:00:19
Bobinador	N/A	Preparación	0,13	00:00:41
Marcador, secador, cuanta metros, celda de carga, chispometro y capstan 2	N/A	Enhebrado 2	0,13	00:00:57

Autor

Es necesario anotar que los datos de frecuencia registrados por cada referencia en la tabla del ANEXO E traducen el número de veces en que se presentó el correspondiente subproceso en un ciclo de producción (corrida) más no en uno de preparación. Para obtener la frecuencia real con la cual estos se presentan por ciclo basta con dividir el dato resultante de la sumatoria por subproceso entre el número total de tramos extruídos en el periodo del estudio¹.

2.2.7 Tiempos tipo. Una vez se analizaron todos y cada uno de los nueve videos, la frecuencia promedio por elemento y los suplementos fueron aplicados, se obtuvieron los tiempos tipo incluidos en el ANEXO F. La tabla 5 muestra en resumen los resultados del estudio.

¹El número de ciclos de preparación por ciclo productivo es equivalente al número de tramos de la referencia debido a que por cada uno de ellos es necesario detener la línea para realizar el cambio.

Por ahora, sin un método general de trabajo**, la asignación de un tiempo total al ciclo de preparación de la línea no es factible.

2.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS

En la fase de descripción del proceso de alistamiento y su estudio de tiempos se pudieron identificar ciertos puntos críticos que por sus características particulares pueden hacer parte de una mejora significativa.

- El primer punto crítico lo constituyen las actividades encaminadas a la preparación del devanador y el primer enhebrado. Como estos subprocesos preparativos se presentan siempre y suman en total 31 minutos y 42 segundos de parada, 49,86% del tiempo promedio total requerido para la preparación de todos los equipos, son parte de una clara oportunidad de mejora.
- La extrusora de PVC/PE es otro equipo que requiere una disminución en tiempos de preparación en el corto plazo, ya que entre sus 3 componentes suman en promedio 22 minutos y 12 segundos, 34,92% del tiempo promedio total requerido para la preparación de todos los equipos.

Un primer análisis sobre la puesta a punto del cabezal arrojaría como punto crítico el trabajo sobre el subproceso de limpieza y montaje del porta mallas, ya que representa 6 minutos y 3 segundos, 27,28% del tiempo total necesario para este alistamiento.

Sobre el subproceso de preparación del barril, basándose en los resultados detallados incluidos en el ANEXO F, puede concluirse inicialmente que las mejoras tenderán a externalizar la purga (elemento 79) por requerir de 1 minuto y 34 segundos (tiempo antes de aplicar la frecuencia o probabilidad de ocurrencia) para su ejecución, es decir, 43,73% del tiempo total necesario para este componente.

La preparación de la tolva requiere un trabajo focalizado sobre actividades de limpieza y evacuación del compuesto plástico utilizado en la anterior referencia, representadas por los elementos 92 y 90, 91 y 93 respectivamente, ya que representan el 91.8% del total de tiempo requerido para este caso.

- En cuanto a la extrusora de Nylon los resultados detallados por elemento incluidos en el ANEXO F, muestran que la gran mayoría de actividades críticas hacen referencia a labores de limpieza (elementos 102, 104, 106, 108, 109, 112, 114, 115 y 116) que suman 1 minuto y 33 segundos, un 47.3% del total del tiempo requerido para la preparación del cabezal, básicamente debido a la clase de material que aplica este equipo.

La tolva de este equipo presenta el mismo requerimiento de su par para PVC/PE, evidenciado con el elemento 132 que hace referencia a la limpieza, sin embargo no tiene la misma prioridad debido a que la frecuencia con que este subproceso se presenta en el ciclo es bastante baja (0,06) como para requerir de una mejora inmediata.

- La preparación del marcador de presión es otro de los puntos críticos en el alistamiento de la línea, ya que representa 3 minutos y 52 segundos*, un 6,02% del tiempo promedio total requerido

**No está definido que subprocesos preparativos, o cuales preparaciones de equipos, son responsabilidad del extrusor líder, y cuales de su auxiliar.

para la preparación de todos los equipos. El trabajo de mejora debe ir enfocado a los elementos de preparación de componentes del equipo de marcación, actividades que bajo un análisis a priori, pueden ser llevadas a cabo antes de detener la línea para el cambio de referencia. Adicional a esto, las comprobaciones funcionales requeridas, pueden constituir una segunda oportunidad de externalización.

- El secador de la línea aunque no es un equipo que requiere de un largo periodo de alistamiento (0,5% del tiempo total requerido), debido a su frecuente participación en el ciclo de preparación, puede influir de forma directa en la reducción del tiempo de parada.
- Tanto la preparación del carrete en el bobinador como la ejecución de la segunda parte del enhebrado, son actividades difícilmente externalizables porque interfieren con el recorrido del conductor, limitando la mejora a una optimización de actividades internas.

¹Lo que hace atractivo del secador no es tanto el tiempo requerido para su preparación, sino que es un equipo sencillo y manual y por ende es más susceptible a una mejora en sus mecanismos.

3. ESTADO DEL ARTE

A continuación se incluyen los aspectos teóricos desarrollados por diferentes autores y que fueron tomados en cuenta para el desarrollo del proyecto de mejoramiento de las actividades de preparación.

3.1 SMED

Cuando los clientes no tenían mayor influencia sobre la variedad de productos que se ofrecían en el mercado, la programación de la producción era sencilla y alcanzar un nivel de eficiencia aceptable en pocas palabras era “fácil” de lograr. Los problemas iniciaron cuando la demanda empezó a exigir variedad para que el producto fuera diseñado y elaborado a su medida. El tiempo invertido en las preparaciones representó el mas grande inconveniente, ya que involucraba una gran parte de la producción en actividades que no generaban valor.

Las empresas se orientaron en la reducción de los tiempos invertidos en estas preparaciones, con el fin de producir un amplio portafolio de productos manteniendo un nivel de eficiencia aceptable. El problema era entonces como disminuir estos tiempos al mínimo posible. Fue hasta mediados de 1950 cuando un ingeniero en la Toyo Kogyo (Fábrica de la Mazda en Hiroshima), empezó a desarrollar un sistema que sería perfeccionado y aplicado mas adelante en Toyota, un sistema que logró en la práctica simplificar estas actividades de tal forma que en su ejecución no se necesitaran mas de unos cuantos minutos, el sistema se denominó SMED.

La palabra SMED es el acrónimo de Single Minute Exchange of Die, o cambio de dado (herramienta) en pocos minutos. Este sistema introduce la idea de que cualquier cambio de herramienta o de orden de producción no puede durar mas de diez minutos. El tiempo necesario para el cambio de herramienta o de orden de producción es conocido como tiempo de preparación, e implica desde la fabricación de la última unidad de producto, hasta la obtención de la primera de la siguiente referencia*.

La paternidad del SMED se le otorga a Shigeo Shingo, quien junto a Taiichi Ohno desarrolló y aplicó este sistema en la planta japonesa Toyota a mediados de 1969.

3.2 PREPARACIÓN

Antes de comenzar a hablar de técnicas del SMED, es vital tener claro todo lo que implica actividades de preparación y el tiempo invertido en ellas. Es común caer en el error de pensar en que la preparación solo incluye el cambio de herramientas; en cuanto a esto Hirano en el Manual de Implantación JIT dice: “El tiempo de preparación comienza cuando se acaba la tarea de proceso corriente y termina cuando la siguiente tarea de proceso produce un producto libre de defectos”¹⁹. Fue por esta razón que se dividió el tiempo total de preparación en dos componentes así:

- Tiempo de preparación interna. El tiempo de preparación interna es aquel que transcurre mientras la máquina esta fuera de operación. Hirano Hiroyuki menciona que éste “...empieza cuando la tarea del proceso corriente termina y acaba cuando la siguiente tarea de proceso produce un producto libre de defectos...”²⁰.

* Concepto extraído de <http://es.wikipedia.org/wiki/SMED> . Documento web. SMED

¹⁹HIRANO, Hiroyuki. Manual de Implementación de JIT. Cambridge, : Productivity Press, 1991. p. 596.

²⁰HIRANO Hiroyuki, Manual de implementación JIT, Op. Cit., p. 596.

- Tiempo de preparación externa. El tiempo de preparación externa es aquel que transcurre en la preparación sin importar si la máquina se encuentre o no en operación, es decir, es independiente de su funcionamiento.

Si bien todas las operaciones de preparación tienen un componente interno y uno externo, no todas son iguales. En el manual de implementación del JIT²¹ se mencionan 4 tipos de preparación que se realizan en las fábricas:

- Tipo 1: Cambiar útiles y herramientas: Es el más común de los cuatro tipos y también el mejor candidato para la mejora JIT. Consiste simplemente en realizar el cambio de útiles, moldes, modelos, brocas, dados, hileras, entre otros.
- Tipo 2: Cambiar parámetros estándares: Son aquellos que suceden generalmente en equipos de precisión (químicos, de corte preciso). En la planta de producción de CEDSA se ven estos cambios cuando por características de los materiales y el producto final, es necesario cambiar parámetros como las temperaturas de trabajo o las velocidades, entre otros.
- Tipo 3: Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales: Estos son cambios de piezas a ensamblar en una línea de producción (de ensamble), o cambio de materiales; debido a que la composición de la nueva referencia a fabricar es diferente. En éste caso en el que se trata un producto continuo en donde no se ensamblan piezas como tal, se habla específicamente de materia prima y también de cambios de equipos alternos para tratarla (ocasionados por el cambio de material).
- Tipo 4: Preparación general previa a la fabricación: En este tipo de preparación entran todas aquellas que no pertenecen a las 3 anteriores, es decir, aquellas tareas de preparación misceláneas, como labores de limpieza, organización, instrucción, entre otras.

Cuando se han observado y clasificado las actividades u operaciones de preparación, es fácil en la mayoría de los casos, encontrar elementos en los que se malgasta el tiempo porque con ellos no se genera valor alguno a la operación. Estos elementos son conocidos comúnmente como despilfarros.

3.3 DESPILFARROS EN ALISTAMIENTO

Los despilfarros se presentan en gran parte de las actividades a las que el ser humano está destinado y la producción se encuentra lejos de ser la excepción. En producción existen diferentes tipos de despilfarros, dentro de los cuales se pueden encontrar aquellos que aparecen en el momento de realizar la preparación de las máquinas y los puestos de trabajo para un cambio de producto o de referencia.

Existen diferentes formas de clasificar los despilfarros en las operaciones de preparación; Hirano realiza esta clasificación teniendo en cuenta en primera instancia la diferencia que existe entre operaciones de preparación interna y las de preparación externa.

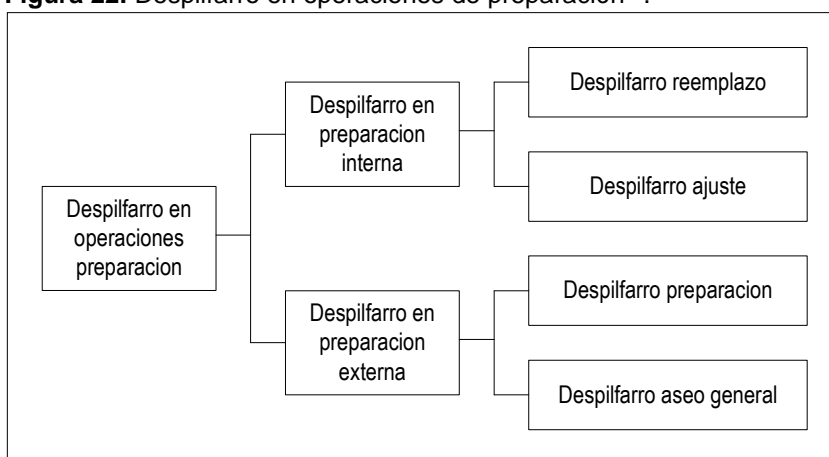
- Despilfarro en operaciones de preparación interna: Estos despilfarros pueden dividirse en dos grupos, los despilfarros de reemplazo y los de ajuste. Los despilfarros de reemplazo son aquellos causados con el cambio de útiles o herramientas, en especial los que

²¹Ibid., p. 597.

involucren apretar y soltar pernos, roscas y tornillos. Los despilfarros de ajuste son los que se presentan cuando es necesario cambiar los parámetros estándares, es decir, realizar un ajuste fino.

- Despilfarro en operaciones de preparación externa: En su mayoría son consecuencia de tener un puesto de trabajo desorganizado y descuidado. Los despilfarros en operaciones externas pueden clasificarse como de preparación y de aseo general. Los despilfarros de preparación se pueden eliminar aplicando un arreglo y un orden apropiado, ya que son consecuencia de la búsqueda consecutiva de herramientas o útiles. Los despilfarros de aseo general o de retornos son causados por los recorridos y los tiempos invertidos en retornar las cosas a su lugar.

Figura 22. Despilfarro en operaciones de preparación²².



Después de clasificar e identificar los despilfarros con el fin de realizar un filtro efectivo y eficiente de las actividades en las preparaciones, el paso a seguir es trabajar en su eliminación. La filosofía de origen japonés JIT (Just In Time) desarrollo un procedimiento que constituye hoy en día uno de los métodos más utilizados para la eliminación de los despilfarros en las operaciones de preparación particularmente externas; este procedimiento es conocido como las 5 eses.

3.4 5 ESES

Esta metodología fue desarrollada en la cultura japonesa, dentro de empresas como Toyota. Sus resultados son conocidos en muchas ocasiones y en diversos países por ser efectivos y relativamente fáciles de obtener con disciplina y constancia. Estas operaciones se componen de 5 fases que se identifican con palabras en el lenguaje japonés, así:

- SEIRI (Organización): Esta operación consiste en clasificar y separar los materiales, herramientas o útiles (en el caso de la preparación) en necesarios e innecesarios, con el fin último de deshacerse de estos últimos.
- SEITON (Orden): Consiste en establecer un orden y una identificación determinada que permita de forma fácil y rápida encontrar, utilizar y reponer materiales, herramientas o útiles.

²² HIRANO, Hiroyuki. Manual de Implementación JIT, Op. Cit., p. 607.

- SEISO (Limpieza): Es fácil caer en el error de pensar que ésta operación habla de limpiar cada cierto periodo de tiempo el puesto de trabajo, pero la interpretación va mas allá de una simple mejora parche. Limpieza habla de eliminar de raíz las fuentes de suciedad para que no sea necesario invertir recursos en este tipo de actividades.
- SEIKETSU (Control visual): Cuando no se ven los problemas, o se ven ya en los productos terminados, resulta casi imposible llevar un poseso de mejoramiento continuo. Esta operación consiste básicamente en distinguir de forma fácil y rápida una situación normal de una anormal, a través de formas sencillas y visibles para todos.
- SHITSUKE (Disciplina y hábito): Para finalizar, es importante crear una cultura de disciplina y habito para que el trabajo y las mejoras sean continuas y constantes.

Las tres primeras fases son netamente operativas, la cuarta es para realizar un control sobre las tres anteriores, y la quinta sirve para que la mejora sea continua y de fondo. También es importante saber que las cinco fases conforman un todo integrado y se abordan de forma sucesiva.

Después de conocer a grandes rasgos el sistema SMED, tener claro los conceptos de preparación y despilfarro y una de las formas de atacarlos, es momento de conocer algunas de las metodologías que se han diseñado para disminuir específicamente el tiempo de preparación.

3.5 METODOLOGÍAS PARA EL MEJORAMIENTO DE OPERACIONES DE PREPARACIÓN

Aplicación práctica del sistema SMED

Para hablar de las metodologías planteadas con el fin de reducir los tiempos en las actividades de preparación, la mejor forma de comenzar es por la que en su momento planteó Shigeo Shingo.

El padre del SMED plantea un sistema compuesto por una etapa preliminar y tres etapas subsiguientes.

- ETAPA PRELIMINAR: Diferenciar (conceptualmente) entre preparación interna y externa.
- ETAPA 1: Distinguir cuales de los elementos de la preparación son internos y cuales son externos; las herramientas de esta etapa son:
 - Listas de chequeo: En estas se enlistan las herramientas, especificaciones y trabajadores requeridos. Su función es prevenir los descuidos y errores.
 - Chequeo de funciones: Las listas de chequeo solo aseguran tener lo necesario cuando se necesite, pero no aseguran que todas las cosas funcionen correctamente. Es por esta razón que es necesario asegurarse que las cosas trabajen correctamente antes de la preparación.
 - Transporte mejorado de las herramientas: Las operaciones de transporte de las herramientas entre el almacén y el puesto de trabajo deben ser operaciones externas.
- ETAPA 2: Cambiar las operaciones internas a externas, tanto como sea posible. Las técnicas prácticas que se utilizan en esta etapa son las siguientes:
 - Adelantar la preparación de condiciones de operación: Encontrar la forma de convertir en preparación externa cualquier condiciones de operación (temperatura, presión, entre otras) posible que se este llevando a cabo como alistamiento interno.

- Estandarización de funciones, no de formas: Estandarizar los medios e interfases que tengan que ver con el montaje (en las máquinas), no las herramientas en si (hileras, dados, guías), para no generar desperdicio en la cantidad y el volumen de estas.
- Guías y patrones de intermediación: Conocidas también como guías estandarizadas, evitan hacer un ajuste por cada cambio.
- ETAPA 3: Mejorar todas las operaciones elementales (internas y externas): Existen técnicas para tratar por separado actividades internas y externas así:
 - Operaciones externas: Este tipo de operaciones se tratan con la aplicación de la técnica de 5 eses, es decir, ordenando y organizando los puestos de trabajo.
 - Operaciones internas: Para tratar este tipo de operaciones de preparación existen 5 técnicas:
 - Operaciones en paralelo: Cuando las actividades se llevan a cabo en serie, el tiempo total es la suma de los ciclos de todos los elementos, mientras si se llevan a cabo en paralelo, la operación se simplifica drásticamente y su tiempo total resulta siendo el ciclo mayor entre todos los elemento (individualmente).
 - Mordazas funcionales: Este es un conjunto de métodos que trabajan con el fin de simplificar las operaciones de ajuste (tornillos, tuercas, topes), dentro de los cuales se pueden contar los de ajuste con un giro, los de ajuste con un movimiento y los de ajuste con un toque.
 - Eliminación de ajustes finos: El nivel de ajuste posterior al montaje depende de que tan preciso se lleve éste último. Con el fin no solo disminuir su tiempo sino eliminarlos definitivamente, SHINGO sugiere dar valores numéricos constantes y fijos a los alistamientos, y marcar sobre las máquinas o las herramientas planos de referencia visibles.
 - Método del mínimo común múltiplo: Cualquier alistamiento que se haga debe implicar la preparación solo de las funciones necesarias para ese caso, las demás se deben dejar constantes, y la mayoría de estas deben ser comunes para todos los cambios posibles. Los dos principios de este método son dejar quieto el mecanismo y solo cambiar la función, y realizar preparaciones mas no ajustes
 - Mecanización y automatización: Esta técnica solo reduce 1 o 2 minutos adicionales a las mejoras logradas con las otras 4. Dentro de estas técnicas podemos contar el movimiento mecanizado de las herramientas (montacargas), ajuste a control remoto con el uso de presión de aire y aceite, uso de energía proveniente de presas para el movimiento de dados (herramientas).

Adicionalmente a este sistema trifásico diseñado por Shigeo Shingo, Hiroyuki Hirano a manera de resumen y con el fin de simplificar esta metodología, estableció 7 reglas a seguir para mejorar las operaciones de alistamiento:

Reglas para mejorar las operaciones de alistamiento

- **Regla 1**
El cambio de útiles empieza y termina con las 5 S.
- **Regla 2**
Cambie a externa toda la preparación interna que pueda, entonces mejore la preparación interna remanente.
- **Regla 3**
Los pernos son nuestros enemigos.
- **Regla 4**

- Si tiene que usar sus manos, asegúrese de que no tiene que mover los pies.
- **Regla 5**
No confíe en habilidades especiales de ajuste fino.
 - **Regla 6**
Los estándares son estándares; no son flexibles.
 - **Regla 7**
Estandarizar todas las operaciones de cambio de útiles.²³

²³ HIRANO, Hiroyuki. Manual de Implementación JIT, Op. Cit., p. 641.

4. ANÁLISIS DE ACTIVIDADES EXTERNAS E INTERNAS DE PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE MEJORAS

Para lograr iniciar correctamente el proceso de mejora, fue necesario involucrar activamente al personal a cargo de la operación de preparación del puesto de trabajo. Para tal fin, un grupo conformado por los extrusores líderes de cada turno y uno de los supervisores, fueron sometidos a un proceso de capacitación. El programa completo se encuentra incluido en el ANEXO I.

Inicialmente el grupo comenzó con la etapa de conceptualización. El lunes 14 de enero del 2008 a las 9:30 PM, se llevó a cabo la primera reunión con 2 objetivos fundamentales; el primero de ellos era el de mostrar el estado actual del proceso de preparación a través de los tiempos normalizados obtenidos en el estudio inicial realizado para este trabajo de grado.

A través de una charla realizada por el autor y apoyado en una presentación incluida en la parte 3 del ANEXO I, fueron exhibidos los tiempos normalizados obtenidos en el estudio, y gracias a la probabilidad de ocurrencia... véase el numeral 2.2.6... fue señalada la influencia de los mismos en el nivel de productividad de la línea. A su vez se profundizó en la importancia de todos y cada uno de los integrantes del nuevo grupo de mejoramiento para lograr reducir los periodos invertidos en las paradas para el cambio de referencia y aumentar simultáneamente los beneficios para todos.

El segundo objetivo de la reunión consistía en darles a conocer las técnicas existentes que podían emplearse como guía en el proceso de mejora. Temas como el SMED y el de 5 eses, incluidos en el capítulo 3 del presente documento.

4.1 CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN EXTERNAS E INTERNAS

Una vez las personas más interesadas en el tema fueron incluidas en el proceso de mejoramiento y siguiendo lo programado; se inició la etapa de análisis y clasificación de las actividades de preparación previamente determinadas en el estudio de tiempos.

Para aprovechar la experiencia de todos los integrantes del grupo de mejora, se programó una serie de reuniones¹ en donde la preparación de cada equipo era analizada elemento por elemento en búsqueda de su clasificación y de ideas que permitieran externalizarlos en su mayoría.

4.1.1 Clasificación y análisis de las actividades de preparación del devanador. El 15 de enero del 2008, se inició el análisis y la clasificación de las actividades de preparación de la línea con las referentes al alistamiento del devanador.

En primera instancia fueron analizados los elementos que componen el subproceso preparativo de desmonte del carrete vacío (1 a 5). Actualmente este conjunto de actividades se lleva a cabo siempre que la línea se ha detenido completamente, lo que las convierte en *internas*.

Bajo las condiciones actuales es demasiado compleja la ejecución de forma simultánea al procesamiento de los últimos metros del conductor, ya que para poder montar el carrete de la referencia siguiente es necesario retirar el elemento vacío empleado en la anterior, imposibilitando

¹La información completa acerca de las sesiones se encuentra adjunta en el ANEXO I.

postergar esta actividad para llevarla a cabo cuando el proceso productivo haya iniciado nuevamente.

Tabla 6. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del devanador

Elemento	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN Descripción	TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
			Interna	Externa	
1	Retirar los soportes de los brazos	27	X		Externalizable con devanador alterno
2	Bajar los brazos del devanador	51	X		Externalizable con devanador alterno
3	Abrir los brazos del devanador	39	X		Externalizable con devanador alterno
4	Desmontar bujes	17	X		Externalizable con devanador alterno
5	Retirar el carrete vacío	15	X		Externalizable con devanador alterno
6	Acercar el nuevo carrete	46	X		Externalizable con devanador alterno
7	Nivelar los brazos del devanador	47	X		Externalizable con devanador alterno
8	Montar los bujes	26	X		Externalizable con devanador alterno
9	Cerrar los brazos del devanador	40	X		Externalizable con devanador alterno
10	Subir el carrete	83	X		Externalizable con devanador alterno
11	Ubicar los soportes bajo los brazos	36	X		Externalizable con devanador alterno
Total: 427" = 7' 7"					

Autor

En cuanto a los elementos que componen el montaje de la bobina llena (6 a 11), son ejecutados solo hasta cuando el proceso se ha detenido para el cambio de referencia, convirtiéndolos también en actividades del tipo **interno**.

Bajo las condiciones actuales de trabajo; el montaje del carrete fuera del instante de parada no es viable debido a la limitante en la alimentación por parte de un único devanador; de igual forma el montaje posterior al arranque es improbable, ya que se requiere la bobina en su lugar para poder devanarla correctamente.

La tabla 6 resume el análisis aplicado a los elementos del montaje del devanador.

4.1.2 Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 1. El 16 de enero del 2008, el análisis continuó con la preparación del **capstan** 1, el enderezador y la ejecución del amarre.

Actualmente la preparación del **capstan** 1 y el enderezador (elementos 12 al 18) se llevan a cabo una vez el proceso productivo se ha detenido, convirtiéndolos en actividades **internas**. Bajo las condiciones actuales de la línea, la realización de la primera parte del enhebrado con la referencia siguiente de manera simultánea al procesamiento de la anterior esta fuera de las posibilidades, ya que la ruta del producto es única y permite manejar por el momento un conductor a la vez.

Aunque el análisis inicial expresado en el párrafo anterior limita la ejecución del conjunto completo de actividades solo hasta cuando el proceso se haya detenido, un segundo devanador permitiría externalizar aquellas correspondientes a los elementos 12, 13 y 15, y adicionalmente reducir el tiempo empleado en el 14 al simplificar su ejecución.

De igual manera, los elementos relacionados con el amarre (19 al 23) se llevan a cabo justo antes de iniciar el proceso con la siguiente referencia cuando la línea está detenida, convirtiéndolos en

actividades del tipo **interno**. Aunque la punta del conductor que se va a desmontar es actualmente inasequible, un compromiso de los operarios de los procesos anteriores a extrusión puede cambiar la situación, convirtiendo en externas las actividades a que hacen referencia los elementos 19 y 20.

Por otro lado, un compromiso efectivo por parte de los operarios de los procesos inmediatamente anteriores permitiría acceder fácilmente a los extremos del conductor a montar, y de esta forma convertiría en externalizables los elementos 19 y 20.

Tabla 7. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 1

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
12	Liberar el freno del devanador	4	X		Externalizable con devanador alterno
13	Halar del cable hasta el capstan	33	X		Externalizable con devanador alterno
14	Enhebrar el capstan	29	X		Reducción del tiempo con el conductor extendido a un costado
15	Halar del cable hasta el cabezal PVC/PE	41	X		Externalizable con devanador alterno
16	Accionar el seguro del capstan	21	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
17	Enhebrar el enderezador	491	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
18	Enhebrar el cabezal de PVC/PE	15	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
19	Preparar el extremo de la guaya	139	X		Preparación posible previa al paro
20	Preparar el extremo del nuevo conductor	295	X		Externalizable asegurando extremos del conductor libres
21	Unir ambos extremos	353	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
22	Aislar la unión	29	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
23	Tensionar la línea	25	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
Total: 1475" = 24' 35"					

Autor

Por último, los elementos 16, 17, 18, 21, 22 y 23 son de carácter interno y por el momento no se encontró alternativa alguna para externalizarlos.

El resumen del análisis y la clasificación de los elementos de preparación del enhebrado 1 se presentan en la tabla 7.

4.1.3 Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. El 17 de enero del 2008 se analizaron y clasificaron todos y cada uno de los elementos correspondientes a la preparación de la extrusora de PVC/PE.

- Cabezal. Los elementos del 24 al 41, correspondientes al desarme y limpieza del cabezal anterior a las bridas, actualmente se llevan a cabo solo cuando la línea se ha detenido, convirtiéndolos en actividades internas de preparación.

Extraer cualquiera de las partes del cabezal para efectuar una limpieza previa resulta improbable por el momento porque compromete directamente la calidad del producto y el normal funcionamiento del equipo. Lo mismo sucede con su posterior ensamble (elementos del 57 al 65).

Tabla 8. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. Cabezal

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
24	Soltar la tuerca de ajuste del dado	6	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
25	Extraer el dado	4	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
26	Limpiar la tuerca de ajuste del dado	25	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
27	Aflojar 4 tornillos de la tuerca del corta flujo	9	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
28	Limpiar los 4 tornillos	21	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
29	Desmontar el porta guía	7	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
30	Desmontar 6 tornillos del sostenedor	12	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
31	Desmontar y limpiar el sostenedor	15	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
32	Desmontar 4 tornillos en el sostenedor	8	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
33	Desprender el centro del sostenedor	4	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
34	Limpiar paredes internas del sostenedor	15	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
35	Limpiar cara de salida del cabezal	20	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
36	Extraer la guía	8	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
37	Extraer la tuerca de ajuste del corta flujo	7	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
38	Limpiar la cara de entrada del cabezal	17	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
39	Extraer el cortador de flujo	11	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
40	Limpiar el cortador de flujo	26	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
41	Limpiar el cabezal desnudo	33	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
42	Soltar tuercas de las bridas	4	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
43	Desplazar los tornillos de las bridas	2	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
44	Desplazar el cabezal	1	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
45	Primera limpieza de flanges	91	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
46	Expulsar el porta mallas	3	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
47	Limpiar porta mallas	32	X		Externalizable empleando porta mallas de repuesto
48	Preparar el quemado del porta mallas	7	X		Externalizable
49	Quemar porta mallas	212	X		Externalizable empleando porta mallas de repuesto
50	Retirar el material quemado	94	X		Externalizable empleando porta mallas de repuesto
51	Traer retazo de malla	2	X		Mantener mallas precortadas
52	Trazar la silueta de la primera capa	4	X		Mantener mallas precortadas
53	Recortar la primera capa	3	X		Mantener mallas precortadas
54	Comprobar el corte de la primera capa	1	X		Mantener mallas precortadas
55	Recortar la segunda capa	6	X		Mantener mallas precortadas
56	Montar ambas mallas sobre cortador	2	X		Mantener mallas precortadas
57	Armado del sostenedor de la tuerca de ajuste del dado	6	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
58	Posicionar el sostenedor sobre la cara de salida	3	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
59	Asegurar el sostenedor con sus 6 tornillos	32	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
60	Introducir el cortador de flujo	5	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
61	Posicionar la tuerca de ajuste del cortador de flujo	4	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
62	Asegurar la tuerca de ajuste con sus 4 tornillos	23	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
63	Introducir la guía	3	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
64	Introducir y roscar el porta guía	8	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
65	Roscar la tuerca de ajuste del juego	8	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
66	Posicionar el porta mallas	4	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
67	Montar el cabezal	5	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
68	Montar los tornillos de la brida	3	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
69	Primera revisión del nivel	3	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
70	Ajustar la inclinación del cabezal y verificar nivel	30	X		Soltar el pivote para facilitar el nivelado (reajuste como act. externa)
71	Ajustar roscar de la brida	13	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
72	Encender la línea	4	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
73	Marcar la superficie superior de la cubierta extruida	6	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
74	Detener la línea	2	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
75	Retirar la muestra del aislamiento	16	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
76	Comprobación del centrado	6	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
77	Medir espesor en 4 puntos del corte	7	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
78	Ajustar los tornillos del centrado	11	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva

Total: 914* = 15' 14"

Autor

Con las bridas sucede lo mismo que con el cabezal, los elementos del 42 al 46, y del 66 al 71 como consecuencia, se llevan a cabo actualmente solo hasta cuando se ha detenido la línea,

debido a que su ejecución durante el ciclo productivo puede ocasionar fugas o malformaciones en el conductor.

A pesar de la restricción expresada en el párrafo anterior, en el ensamble se logró identificar una oportunidad de mejora facilitando el balanceo mediante el desprendimiento del cabezal de forma anticipada.

Por otro lado, aunque actualmente todos los elementos relacionados con la limpieza y el montaje del porta mallas (del 47 a 56) se llevan a cabo solo cuando la línea se ha detenido, a diferencia de los referentes a los 2 primeros subprocesos, son fácilmente externalizables.

El elemento 47 puede ejecutarse fácilmente fuera del ciclo de preparación de la línea habilitando el porta mallas actualmente utilizado como pieza de repuesto, para que entre a reemplazar la pieza utilizada en el proceso anterior, y de esta forma la limpieza (elementos 48 y 49) se postergue hasta después de la parada.

Si adicionalmente se adelanta el corte y montaje de mallas nuevas sobre la pieza de repuesto, los elementos 51 a 56 pueden fácilmente desaparecer de las actividades internas.

En cuanto al subproceso preparativo de centrado, se llegó a la conclusión que era de naturaleza interna y su externalización estaba fuera del alcance de este trabajo. Debido a que las múltiples piezas que componen un cabezal son reacomodadas durante su limpieza, la gran mayoría de las veces se hace necesario un ajuste fino posterior al montaje pero anterior al inicio del proceso productivo para evitar cualquier defecto en la superficie.

Los resultados de la sesión donde fueron analizados los elementos de preparación del cabezal de la extrusora de PVC/PE se resumen en la tabla 8.

- Barril. Una vez analizados los subprocesos preparativos del cabezal, los correspondientes al barril se sometieron al mismo procedimiento.

Tabla 9. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. Barril

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
79	Purgar	94	X		Probable ejecución en paralelo con la de limpieza del cabezal
80	Posicionarse para expulsar el tornillo extrusor	7	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
81	Desplazamiento y limpieza del tornillo	34	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
82	Extracción del tornillo	7	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
83	Finalizar limpieza del tornillo	52	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
84	Barrer internamente el barril	15	X		Probable ejecución en paralelo con la de limpieza del tornillo (83)
85	Soplado de superficies	9	X		Probable ejecución en paralelo con la de limpieza del tornillo (83)
86	Introducir el tornillo extrusor	8	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
Total: 226" = 3' 46"					

Autor

En un principio, se encontró que ninguno de los elementos de preparación de este componente era externalizable en alguna forma. Debido a que la limpieza del barril y el tornillo son posteriores a la del cabezal, su ejecución fuera del momento de parada es actualmente improbable y se sale del alcance de este trabajo.

A pesar de la imposibilidad de externalizar, se identificaron a los elementos 79, 84 y 85 como oportunidades de mejora.

Si bien la purga (elemento 79) es netamente interna, puede ejecutarse en paralelo con el desarme y limpieza del cabezal del mismo equipo de extrusión. Aunque en las condiciones actuales esta simultaneidad no es posible, si se encuentra un mecanismo que le de estabilidad y firmeza al cabezal, el ahorro de tiempo se convierte en un hecho.

En cuanto a los elementos 84 y 85 pueden ejecutarse en paralelo entre ellos mismos sin ninguna dificultad.

Los resultados de la sesión donde fueron analizados los elementos de preparación del barril de la extrusora de PVC/PE se resumen en la tabla 9.

- Tolva. En cuanto al subproceso preparativo del vaciado de la tolva (del 87 al 94), se encontró que los únicos elementos externalizables en las condiciones actuales eran los número 87 y 88. Por el contrario, los elementos del 89 al 94 son de naturaleza interna a no ser que se cuente con un sistema alternativo de alimentación que permita alterar su estado.

En este orden de ideas y con el fin de eliminar la restricción existente para externalizar los elementos número 87, 88, 91, 92 y 94, se plantea la implementación de una tolva alterna que permita adelantar el reaprovisionamiento directo sobre la misma e igualmente postergar las operaciones de vaciado y limpieza, para cuando el proceso productivo haya reiniciado.

Las operaciones 90 y 93 si bien no pueden externalizarse, son objeto de una posible optimización mediante la modificación del sistema empleado para el aseguramiento de la ventanilla. El uso de ajustes rápidos y la eliminación de tornillos, permitirían agilizar el proceso.

Por otro lado, los elementos relacionados con el reaprovisionamiento (95 a 99), actualmente ejecutados cuando el proceso se ha detenido, son externalizables bajo las condiciones actuales si se emplea la capacidad interna de la tolva como apoyo. Si bien el recipiente dejaría momentáneamente de alimentar el proceso, la tolva se encargaría de hacerlo mientras su capacidad interna se lo permita. Adicional a esto, en caso de no ser suficiente, el sistema doble planteado 2 párrafos atrás, permitiría postergar las labores para cuando se haya reiniciado la producción.

Los resultados del análisis efectuado en esta sesión se resumen en la tabla 10.

4.1.4 Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de Nylon. El 18 de enero del 2008, se analizó el método utilizado actualmente para la preparación de esta extrusora.

- Cabezal. El análisis comenzó con la preparación del cabezal.

Después de analizar elemento por elemento, solo se pudo plantear la externalización de las operaciones 102, 106, 112 y 114. Estas limpiezas pueden postergarse para cuando se haya reiniciado el proceso productivo empleando piezas que actualmente se mantienen como repuestos.

Tabla 10. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE. Tolva

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
87	Apagar turbina	2	X		Externalizable limitando alimentación solo por tolva
88	Traer el recipiente vacío	3	X		Externalizable. Preparación posible previa al paro
89	Abrir el punto de evacuación	3	X		Externalizable con tolva alterna
90	Retirar la ventanilla de evacuación	11	X		Simplificable empleando ajuste rápido
91	Evacuar manualmente restos	23	X		Simplificable con tolva alterna
92	Soplar interiormente la tolva	57	X		Externalizable con tolva alterna
93	Posicionar la ventanilla de evacuación	10	X		Simplificable empleando ajuste rápido
94	Cerrar el punto de evacuación	1	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
95	Extraer ducto de succión	2	X		Externalizable limitando alimentación solo por tolva
96	Vaciar recipiente externo	22	X		Externalizable limitando alimentación solo por tolva
97	Soplar interior del recipiente externo	21	X		Externalizable limitando alimentación solo por tolva
98	Vaciar bultos de compuesto	36	X		Externalizable limitando alimentación solo por tolva
99	Introducir ducto de succión y encender turbina	1	X		Externalizable limitando alimentación solo por tolva
Total: 192" = 3' 12"					

Autor

Contar con piezas extras limpias y listas para montar, permite externalizar la limpieza de las que fueron empleadas en el proceso productivo anterior. Sin embargo debido a las características propias de este material, para hacer esta mejora realidad, es necesario contar con un recipiente que evite que el Nylon se seque y se adhiera, dificultando en gran medida el proceso.

En cuanto a la externalización de los demás elementos, momentáneamente resulta improbable porque interfiere directamente con el proceso productivo y compromete la calidad del producto.

Los resultados del estudio de la preparación de este componente se encuentran resumidos en la tabla 11.

- Tolva. Aunque siempre se ejecutan mientras la línea se encuentra parada, todos los elementos de preparación de la tolva pueden llevarse a cabo de forma anticipada, ya que son necesarios solo en el cambio de estado de esta extrusora (cambio de una referencia con Nylon a una que no lo requiera, o viceversa) y por ende no interrumpen la alimentación del sistema.

Los resultados del análisis de la preparación de la tolva se encuentran en la tabla 12.

4.1.5 Clasificación y análisis de las actividades de preparación del marcador de presión. El 21 de enero del 2008 se llevó a cabo la sesión de clasificación y análisis de las actividades de preparación del marcador de presión, en donde se llegaron a las siguientes conclusiones:

Si bien actualmente se alista solo hasta que la línea se ha detenido, el marcador de presión es un equipo que cuenta con diferentes componentes que pueden ser preparados de manera anticipada a la parada. En este orden de ideas, los elementos 144 y 146 son fácilmente simplificables.

En cuanto a los elementos 148 y 149, pueden verse simplificados al externalizarse parte de su procedimiento con la preparación previa de pintura, y su dosificación en paralelo al proceso productivo.

Tabla 11. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la extrusora de Nylon. Cabezal

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
100	Encender resistencias	1		X	
101	Desmontar el porta guía	3	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
102	Limpiar el porta guía	10	X		Externalizable empleando porta guía de repuesto y calentador
103	Extraer la guía	2	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
104	Limpiar la guía	10		X	
105	Extraer los 4 tornillos del retenedor del dado	6	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
106	Limpiar los 4 tornillos	8	X		Externalizable empleando tornillería de repuesto y calentador
107	Extraer el dado y su retenedor	5	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
108	Separar y limpiar el dado y su retenedor	12	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
109	Extraer los 6 tornillos del retenedor del porta guía	9	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
110	Desmontar el retenedor y limpiarlo	8	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
111	Extraer la pinola	6	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
112	Limpiar la pinola	12	X		Externalizable empleando pinola de repuesto y calentador
113	Extraer 8 tornillos del retenedor y sostenedor del dado	8	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
114	Limpiar los 8 tornillos	10	X		Externalizable empleando tornillería de repuesto y calentador
115	Separar y limpiar el retenedor y sostenedor del dado	10	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
116	Limpieza del cabezal desnudo	12	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
117	Montar dado y sostenedor	7	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
118	Roscar 8 tornillos	11	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
119	Montar el pin	1	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
120	Posicionar el retenedor del pin	1	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
121	Roscar 6 tornillos	9	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
122	Montar la guía	1	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
123	Roscar el porta guía	3	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
124	Montar dado sobre su retenedor	3	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
125	Roscar 4 tornillos	6	X		Externalizacion improbable por interferir con la operación productiva
126	Calibrar distancias	3	X		Externalizacion improbable por necesitar de ajuste fino
127	Ajustar tuercas de centrado	18	X		Externalizacion improbable por necesitar de ajuste fino
128	Verificar distancias	3	X		Externalizacion improbable por necesitar de ajuste fino
Total: 198" = 3' 18"					

Autor

Por otro lado, los elementos 141, 142, 143, 145, 147 y 151 no pueden ejecutarse de forma paralela al proceso productivo en las condiciones actuales debido a que podrían interferir con el mismo causando daños en el rotulado del producto, sin embargo podrían externalizarse si se cuenta con

un marcador alternativo que permita realizar montajes y comprobaciones funcionales antes que la línea se detenga.

Tabla 12. Clasificación y análisis de las actividades de preparación de la tolva de Nylon

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
129	Traer el recipiente vacío	2	X		Mantener permanentemente un recipiente vacío junto a la tolva
130	Abrir el punto de evacuación	1	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
131	Preparar manguera de aire comprimido	1	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
132	Soplar el interior de la tolva	20	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
133	Cerrar la llave de aire comprimido	1	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
134	Cerrar el punto de evacuación de la tolva	0	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
135	Trasladar compuesto	2	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
136	Abrir bultos de compuesto	2	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
137	Vaciar bultos de compuesto	7	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
138	Cerrar tolva	1	X		Externalizable en un cambio de estado de la extrusora de Nylon
Total: 37" = 0' 37"					

Autor

Tabla 13. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del marcador de presión

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
139	Girar perilla superior	2	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
140	Extraer recipiente de pintura	2	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
141	Liberar el resorte tensor de la una	3	X		Externalizable empleando marcador de repuesto
142	Retirar una	2	X		Externalizable empleando marcador de repuesto
143	Retirar rosca de disco de marcación	15	X		Externalizable empleando marcador de repuesto
144	Reemplazar disco de marcación	9	X		Simplificación mediante preparación previa
145	Montar y asegurar rosca de disco de marcación	8	X		Externalizable empleando marcador de repuesto
146	Traer una nueva	97	X		Simplificación mediante preparación previa
147	Montar una	4	X		Externalizable empleando marcador de repuesto
148	Cargar recipiente de pintura	13	X		Externalizable. preparación posible previa al paro
149	Diluir pintura	16	X		Externalizable. preparación posible previa al paro
150	Montar recipiente de pintura	2	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
151	Comprobar rotulado	32	X		Externalizable empleando marcador de repuesto
152	Ajustar elementos de anclaje del equipo	15	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
153	Ajustar altura de brazos de entrada y salida	10	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
154	Girar perilla superior	1	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
Total: 231" = 3' 51"					

Autor

El análisis de los elementos componentes del proceso de alistamiento del marcador, se encuentra resumido en la tabla 13.

4.1.6 Clasificación y análisis de las actividades de preparación del secador. El 22 de enero del 2008, el grupo de mejora analizó y clasificó uno a uno los elementos que componen el procedimiento de preparación del secador y se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

Los elementos del 156 al 159, bajo las condiciones actuales, no pueden ser llevados a cabo fuera del instante de parada. Pese a esta restricción, la estandarización de la parte externa del equipo de secado permitirían eliminar ajustes de acople de mangueras y manipulación parcial de la pieza.

Por otro lado, el elemento 155 pese a haber sido sometido al estudio del grupo, no logró encontrarse la forma o el método de externalizarlo, ya que esto significaría interrumpir el secado durante el proceso productivo, comprometiendo en gran medida la calidad del producto.

El análisis sobre los elementos relacionados con la preparación del secador, se encuentra resumido en la tabla 14.

Tabla 14. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del secador

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
155	Cerrar flujo de aire	1	X		Externalización improbable por interferir con la operación productiva
156	Desmontar las mangueras	3	X		Externalizable mediante estandarización del componente externo del secador
157	Desmontar secador	2	X		Simplificable mediante estandarización del componente externo del secador
158	Montar mangueras sobre nuevo secador	11	X		Externalizable mediante estandarización del componente externo del secador
159	Posicionar nuevo secador	2	X		Simplificable mediante estandarización del componente externo del secador
Total: 19" = 0' 19"					

Autor

4.1.7 Clasificación y análisis de las actividades de preparación del bobinador. El 23 de enero del 2008 se llevó a cabo la sesión de análisis y clasificación de las actividades de preparación del bobinador, en donde se llegó a las siguientes conclusiones:

Actualmente todos los elementos relacionados con la preparación del bobinador se llevan a cabo solo hasta que la línea se ha detenido para el cambio de referencia.

Tabla 15. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del bobinador

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
160	Traer guaya	31	X		Mantener carrete de guaya junto al bobinador siempre
161	Abrir brazos del bobinador	3	X		Externalizable empleando última referencia para enhebrar guaya
162	Levantar carrete	1	X		Externalizable empleando última referencia para enhebrar guaya
163	Cerrar brazos del bobinador	5	X		Externalizable empleando última referencia para enhebrar guaya
Total: 40" = 0' 40"					

Autor

En primera instancia se planteó alistar previamente el carrete a montar en el equipo, ubicándolo junto al bobinador y de esta manera externalizar el elemento 160.

En cuanto a los 3 elementos restantes, se planteó realizar un enhebrado inverso que iniciaría desde la entrada al primer canal de enfriamiento y que permitiría externalizar la manipulación del bobinador para cuando el proceso productivo con la nueva referencia ya hubiera iniciado.

Con el procedimiento de enhebrado inverso propuesto, el devanado de la guaya se llevaría a cabo junto al cabezal de Nylon sin necesidad de dispositivos extras, debido al bajo peso que representa la guaya y el carrete donde usualmente va bobinada.

Debido a que los **capstan** son los encargados de halar del cable y no el bobinador; la línea puede iniciar la producción sin ningún inconveniente mientras los primeros metros de producto terminado se acumulan sobre el suelo en espera del montaje del carrete. Una vez la bobina haya sido montada, el bobinador acelera para recorta ventaja con el resto del proceso hasta cuando no quede producto acumulado, retomando de nuevo el ritmo normal.

La tabla 15 contiene el resumen del análisis, elemento por elemento, procedimiento empleado en la preparación del bobinador.

4.1.8 Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 2. El 24 de enero del 2008 se llevó a cabo la sesión de análisis y clasificación de las actividades de preparación del enhebrado 2, en donde se llegó a las siguientes conclusiones:

Actualmente los 9 elementos que componen el procedimiento de preparación del enhebrado 2 se llevan a cabo solo hasta cuando la línea se ha detenido para el cambio de referencia.

Después del análisis, no se encontró la forma de externalizar los elementos que componen esta fase de la preparación de la línea, sin embargo, se planteó la ejecución de un enhebrado inverso al que regularmente se lleva a cabo.

Tabla 16. Clasificación y análisis de las actividades de preparación del enhebrado 2

ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO ASIGNADO (seg.)	Clasificación de la actividad		Observación
Elemento	Descripción		Interna	Externa	
164	Halar hasta el capstan	3	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
165	Enhebrar capstan	2	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
166	Halar hasta el chispometro	4	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
167	Enhebrar chispometro	3	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
168	Enhebrar celda de carga	2	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
169	Halar hasta el cuentametros	1	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
170	Enhebrar el cuentametros	3	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
171	Halar hasta el cabezal de Nylon	33	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
172	Enhebrar canales, secador y marcador	8	X		Simplificable empleando ultima referencia para enhebrar guaya
Total: 59" = 0' 59"					

Autor

El enhebrado inverso consiste en emplear la referencia anterior para halar de la guaya desde la entrada al primer canal de enfriamiento hasta la salida del segundo capstan de tiro y de esta manera aprovechar la potencia de la línea para ejecutar este trabajo. Como consecuencia se logra simplificar el procedimiento completo.

La tabla 16 contiene el resumen del análisis y clasificación de los elementos pertenecientes al procedimiento de preparación del enhebrado 2

4.2 EXTERNALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACTUALMENTE INTERNAS. PROPUESTAS DE MEJORA

Las mejoras que a continuación van a ser planteadas son el resultado del análisis del método promedio de preparación empleado para la puesta a punto de la línea y de todos y cada uno de sus componentes, elemento por elemento.

Con el fin de justificar la mejora y la inversión requerida a los encargados de la toma de decisiones de la empresa, fue necesario estimar el beneficio obtenido en términos del tiempo ahorrado por cada una de las propuestas.

Para cuantificar el beneficio de las propuestas antes de su implementación, se emplearon básicamente 3 métodos basados en suposiciones sobre las condiciones posteriores a la mejora. El primero de ellos y el más sencillo se basó en la omisión de elementos que en teoría se eliminan del tiempo de parada o se externalizan. Esta técnica se empleó en implementaciones que implicaban grandes reducciones en el tiempo de preparación.

La segunda metodología consistía en hallar un estimativo de tiempo del nuevo método de preparación sugerido apoyándose en normas de tiempo predeterminadas²⁴. Por la complejidad que esto implica, y por restricciones de la técnica, esta fue empleada en implementaciones que implicaban reducciones de máximo 2 minutos²⁵.

La tercera y última metodología se valió de aproximaciones de tiempo basadas en la observación del procedimiento actual y su extrapolación a actividades similares del propuesto. A diferencia de la primera, los casos en los cuales se hizo uso de esta técnica no eran resultado solo de omisiones, también lo eran de estimar duraciones de elementos ajenos al método actual de preparación basándose en los existentes.

Las estimaciones basadas en estos 3 métodos permitieron llegar a calcular un estimativo del ahorro de tiempo por ciclo, que era multiplicado finalmente por la frecuencia de los mismos por día y por mes.

Es importante recordar que los beneficios en este numeral calculados, son solo aproximaciones. Los ahorros reales serán calculados sobre las propuestas implementadas en el capítulo 5.

4.2.1 Propuestas de mejora para la preparación del devanador. Después del análisis exhaustivo de los subprocesos preparativos requeridos para el alistamiento del devanador y de la clasificación

* Reducciones de tiempo (tiempo normalizado promedio) superiores los 2 minutos.

²⁴ OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. GINEBRA. Introducción al estudio del trabajo. 4 ed. Mexico : Limusa, 1998. 387 p.

²⁵ ORTIZ, Op. cit., p. 161.

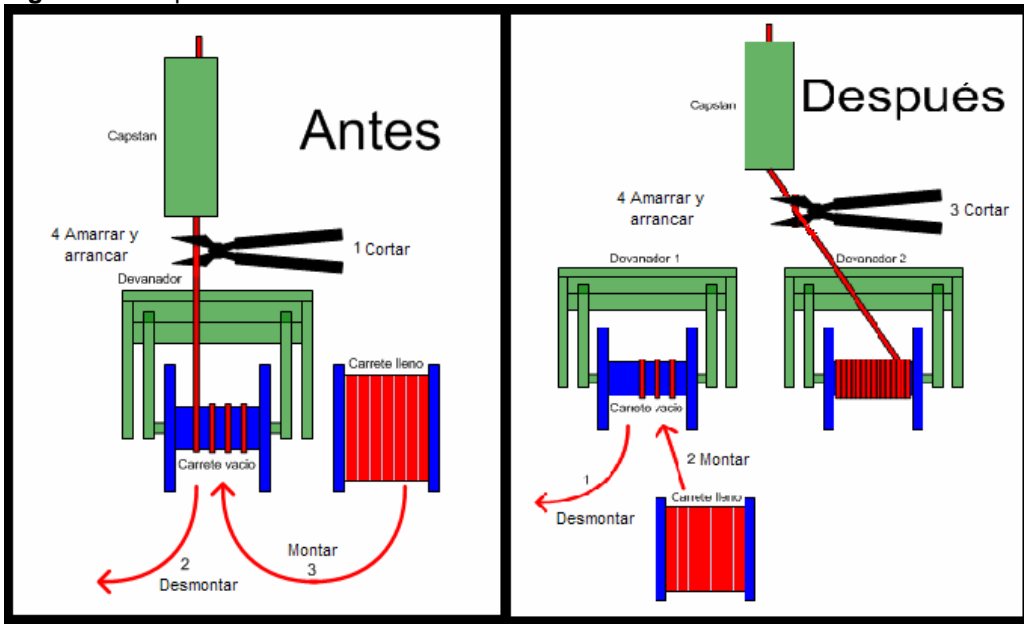
** 2,76 preparaciones por día ...ver ANEXO E...; 1243 preparaciones en 450 días hábiles.

de todos y cada uno de los elementos que lo componen, se pudo desarrollar las siguientes propuestas de mejora.

- Propuesta de mejora 1: Sistema alternativo de 2 devanadores (figura 23).

Se propone la reconversión de las operaciones a preparación externa utilizando un entregador o devanador extra para sostener el carrete siguiente.

Figura 23. Propuesta de sistema alternativo de 2 devanadores



Autor

Tabla 17. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 1

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 1	Retirar los soportes de los brazos	0:00:27
Elemento 2	Bajar los brazos del devanador	0:00:51
Elemento 3	Abrir los brazos del devanador	0:00:39
Elemento 4	Desmontar bujes	0:00:17
Elemento 5	Retirar el carrete vacío	0:00:15
Elemento 6	Acercar el nuevo carrete	0:00:46
Elemento 7	Nivelar los brazos del devanador	0:00:47
Elemento 8	Montar los bujes	0:00:26
Elemento 9	Cerrar los brazos del devanador	0:00:40
Elemento 10	Subir el carrete	0:01:23
Elemento 11	Ubicar los soportes bajo los brazos	0:00:36
TOTAL		0:07:07

Autor

La figura 23 muestra claramente como en la situación actual (recuadro izquierdo) es requerido parar el proceso mientras la bobina vacía se desmonta, y la llena toma su lugar. El devanador alterno (recuadro derecho) permite adelantar 1 y 2 mientras el proceso continúa, limitando la interrupción al tiempo requerido para unir los extremos.

Beneficios. Un sistema de dos devanadores que trabajen de forma alterna permitiría adelantar por un lado las labores de montaje de bobina llena y adicionalmente, postergar las pertinentes al desmonte del carrete vacío. Los elementos externalizados y el ahorro de tiempo por ciclo se encuentran en la tabla 17.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 18.

Los elementos externalizados fueron incluidos en las listas de chequeo. Este conjunto de herramientas se encuentran disponibles en el ANEXO G.

Tabla 18. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 1

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:07:07
	Por día	0:19:38
	Por mes	9:49:00

Autor

Costos. Cuando la propuesta llegó a manos del Gerente de Producción, el decidió cotizar 2 equipos con las mismas condiciones, con el fin de asignar el antiguo a una línea de repaso que estaba en proyecto.

En este orden de ideas y con el objetivo de lograr la cotización de la propuesta, se contactó al proveedor de confianza de la empresa en cuanto a maquinaria de segunda se refiere, *Wire & Plastic Machinery Corp.*, de donde se obtuvo la oferta contenida en la parte 2 del ANEXO H.

4.2.2 Propuestas de mejora para la preparación del Enhebrado 1. Básicamente las mejoras que se proponen para este subproceso de preparación son consecuencia de la propuesta del devanador extra a que se hace referencia en el numeral 4.2.1.

- Propuesta de mejora 2: Tendido del conductor previo a la parada.

El montaje previo del carrete lleno permitiría tender el cable hasta el cabezal de la extrusora de PVC/PE, lo que regularmente se lleva a cabo durante la parada.

Tabla 19. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 2

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 12	Liberar el freno del devanador	00:00:04
Elemento 13	Halar del cable hasta el capstan	00:00:33
Elemento 15	Halar del cable hasta el cabezal PVC/PE	00:00:41
TOTAL		0:01:19

Autor

Beneficios. Esta mejora permitiría externalizar los elementos 12, 13 y 15, cuyos tiempos se encuentran relacionados en la tabla 20.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 20.

Tabla 20. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 2

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:01:19
	Por día	0:03:37
	Por mes	1:48:30

Autor

El tendido previo al paro será agregado a la lista de chequeo correspondiente, contenida en el ANEXO G.

Costos. Ya han sido relacionados en la propuesta de mejora 1 en el numeral 4.2.1.

- Propuesta de mejora 3.: Preparación de puntas previa al paro.

Contando con el compromiso por parte de supervisores y operarios de procesos inmediatamente anteriores de ubicar la punta inferior fuera del carrete, los extremos del producto pueden ser arreglados para reducir en gran medida el tiempo requerido para unir el inicio del tramo recién montado con el final del anterior, o con la guaya según sea el caso.

Beneficios. Si bien no pueden eliminarse por completo las actividades encaminadas al amarre, los elementos 19 y 20 son externalizables llevando a cabo esta propuesta de mejora. La relación de tiempos involucrada con estos supuestos se encuentra resumida en la tabla 21.

Tabla 21. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 3

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 19	Preparar el extremo de la guaya	00:02:19
Elemento 20	Preparar el extremo del nuevo conductor	00:04:55
TOTAL		0:07:14

Autor.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 22.

Tabla 22. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 3

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:07:14
	Por día	0:19:58
	Por mes	9:59:00

Autor

La preparación tanto de la punta superior como de la inferior del carrete lleno serían incluidas en las listas de chequeo correspondiente del ANEXO G.

Costos. Los costos de esta propuesta son nulos, ya que preparar las puntas no requiere mano de obra ni herramientas o dispositivos extras.

- Propuesta de mejora 4: Cambios de tramo rápidos.

Cuando se trabaja con herramental tipo tubo, el producto atraviesa con cierta libertad la guía, permitiendo que una soldadura o un nudo bien hecho pase sin inconvenientes. Este principio permite pensar en la posibilidad de darle continuidad al material de alimentación con un tiempo de paro por cambio de tramo nulo.

Si bien los cambios en marcha son posibles, no implica que el rendimiento de la línea durante los mismos se mantenga. Para poder llevar a cabo esta mejora, en teoría sería necesario bajar la velocidad a aproximadamente 15 metros por minuto durante un lapso cercano a los 6 minutos .

Para efectos prácticos, se calcularán los minutos de parada equivalentes al descenso del rendimiento por causa del cambio, con una velocidad de línea promedio de 40 metros por minuto de la siguiente manera:

Si el rendimiento hubiese seguido constante, se hubiesen producido 240 metros de cable (6 minutos a una velocidad de 40 metros por minuto). Con el descenso en la velocidad, durante el mismo periodo de tiempo se lograrían fabricar 90 metros (6 minutos a 15 metros por minuto).

Como conclusión, haciendo el cambio con la línea en marcha se logran producir 150 metros extras que a una velocidad de 40 metros por minuto significan un adelanto de 3 minutos y 45 segundos.

Si bien el cambio sobre marcha puede realizarse en la mayoría de las ocasiones, no podemos apartar los casos en que el paro es necesario. Cuando una cuerda es superior al centímetro de diámetro y a su vez necesita ser aislada con herramienta de presión, el corto tiempo y el reducido espacio dentro del cabezal impiden realizar una unión temporal lo suficientemente firme y estrecha.

Para incluir los casos en que el paro es inevitable, fue necesario calcular en base al promedio histórico de de ventas en los meses de enero, febrero y marzo; la frecuencia con que la línea procesaba las referencias aludidas en el párrafo anterior. La tabla 23 muestra el resumen de la estimación.

Tabla 23. Proporción estimada de preparaciones sin detener la línea

Periodo	Proporción de cambios sin detenerse
Enero	0,78
Febrero	0,64
Marzo	0,7
PROMEDIO	0,71

Autor

*Cálculo basado en el tiempo aproximado requerido para la unión entre extremos.

Beneficios. Esta vez los beneficios de esta mejora no son el resultado de la omisión de uno o más elementos de preparación, son simplemente calculados con base en los cálculos estimativos de los 5 párrafos inmediatamente anteriores.

En este orden de ideas, el ahorro consistiría en la producción adelantada que en tiempo se traduce en 3 minutos y 45 segundos (2 minutos y 40 segundos aplicando la proporción de la tabla 22 y la frecuencia en el cambio del carrete devanador de 1). Haciendo uso de esta cifra y sumiendo los 2,76 ciclos por día y 30 días por mes, se obtiene el análisis resumido en la tabla 24.

Tabla 24. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 4

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:02:40
	Por día	0:07:22
	Por mes	3:41:00

Autor

Costos. El único dispositivo extra necesario para los casos de conductores desnudos es el soldador, sin embargo no se hace necesario adquirir uno, ya que puede contarse con uno de los 3 soldadores del área de cableado, gestionando su uso para cuando sea necesario.

4.2.3 Propuestas de mejora en la preparación de la extrusora de PVC/PE. Como resultado del análisis del procedimiento de preparación empleado en el cabezal, el barril y la tolva de alimentación, se pudo llegar al planeamiento de las siguientes propuestas de mejora por componente.

4.2.3.1 Propuestas de mejora en la preparación del cabezal perteneciente a la extrusora de PVC/PE.

- Propuesta de mejora 5: Habilitación de porta mallas alterno.

Esta mejora consiste en habilitar el porta mallas extra que actualmente tiene un estatus de pieza de repuesto, para que entre a formar parte del proceso de preparación reduciendo tiempo en labores de limpieza.

Beneficios. El uso de una pieza extra permite postergar las labores de limpieza y quemado para cuando la línea haya arrancado nuevamente. Los elementos involucrados y los tiempos asociados con esta mejora, están resumidos en la tabla 25.

Tabla 25. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 5

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 47	Limpiar porta mallas	00:00:32
Elemento 48	Preparar el quemado del porta mallas	00:00:07
Elemento 49	Quemar porta mallas	00:03:32
Elemento 50	Retirar el material quemado	00:01:34
TOTAL		0:05:46

Autor

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 26.

Para que esta mejora sea efectiva, las labores de limpieza tendrían que ser incluidas en la lista de chequeo correspondiente, dentro del ANEXO G.

Tabla 26. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 5

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:05:46
	Por día	0:15:54
	Por mes	7:57:00

Autor

Costos. La empresa cuenta con una pieza de estas características en el almacén de repuestos, por ende, el costo relacionado con esta mejora es nulo.

- Propuesta de mejora 6: Inventario de mallas listas.

A causa de la independencia de esta actividad con respecto a las labores de preparación del cabezal, y también debido al tamaño estándar que mantiene la pieza sobre el cual están montadas, las actividades correspondientes al corte de mallas pueden ser externalizadas.

Beneficios. Los elementos del 51 al 56, relacionados con el corte de mallas, pueden excluirse del instante de paro sin ningún inconveniente si se llevan a cabo antes del mismo. El resumen de este análisis y los tiempos relacionados con la mejora se encuentran en la tabla 27.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 28.

El corte de mallas sería incluido en las listas de chequeo correspondientes (ANEXO G), dependiendo del tipo de ciclo de preparación.

Costos. Debido a que no se requiere de mano de obra ni de recursos extras, los costos relacionados con esta propuesta son nulos.

Tabla 27. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 6

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 51	Traer retazo de malla	00:00:02
Elemento 52	Trazar la silueta de la primera capa	00:00:04
Elemento 53	Recortar la primera capa	00:00:03
Elemento 54	Comprobar el corte de la primera capa	00:00:01
Elemento 55	Recortar la segunda capa	00:00:06
Elemento 56	Montar ambas mallas sobre cortador	00:00:02
TOTAL		0:00:18

Autor

Tabla 28. Beneficios mensuales a causa de la mejora del inventario de mallas

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:00:18
	Por día	0:00:49
	Por mes	0:24:30

Autor

- Propuesta de mejora 7: Cambio en el procedimiento de balanceo en el cabezal de PVC/PE.

Actualmente la nivelación del cabezal se realiza golpeando con un mazo el mismo en el sentido contrario al que indique la regla de nivel hasta lograr el objetivo.

Las complicaciones en el nivelado surgen porque el cabezal siempre permanece unido a su brazo. El soporte permite un único movimiento en el plano horizontal, lo que dificulta y retrasa el proceso, ya que éste último requiere un giro vertical para lograr el objetivo.

Tabla 29. Tiempos en el balanceo del cabezal.

Muestras	Cabezal montado t(hh:mm:ss)	Cabezal libre t(hh:mm:ss)	Diferencia t(hh:mm:ss)
n1	00:04:34	00:01:51	00:02:43
n2	00:04:20	00:01:45	00:02:35
n3	00:04:55	00:02:05	00:02:50
n4	00:04:38	00:02:01	00:02:37
n5	00:04:32	00:01:55	00:02:37
n6	00:05:00	00:02:11	00:02:49
n7	00:04:52	00:02:05	00:02:47
n8	00:04:40	00:01:50	00:02:50
n9	00:04:48	00:01:58	00:02:50
n10	00:05:05	00:02:10	00:02:55
n11	00:04:58	00:01:52	00:03:06
n12	00:05:10	00:02:05	00:03:05
n13	00:04:28	00:02:15	00:02:13
n14	00:04:15	00:02:00	00:02:15
n15	00:04:11	00:02:14	00:01:57
Sumatoria	1:10:26	0:30:17	0:40:09
Promedio	00:04:42	00:02:01	00:02:41
Desv. Est.	00:00:18	00:00:09	0:00:19

Autor

Una forma más sencilla y menos perjudicial (deterioro a causa de los múltiples impactos) de nivelado consiste en cambiar el procedimiento de tal forma que inicialmente sea necesario liberar la base de la pieza soltando dos tornillos con una llave curvada y girando el eje principal; de esta manera el cabezal podría girarse libremente sin mayor esfuerzo y sin necesidad de golpearlo forzando el movimiento.

Beneficios. Para demostrar que la liberación del cabezal se traduce en la reducción del tiempo, se simularon 15^{*} balanceos regulares y 15 empleando el procedimiento alternativo, con el mismo operario (controlando esta variable) en 5 paradas diferentes (controlando la variabilidad de rendimiento).

La tabla 29 enlista los tiempos generales obtenidos en el balanceo del cabezal montado al brazo y liberándolo del mismo. Puede concluirse que la diferencia entre el método antiguo y el propuesto es de más de 2 minutos y medio, con una desviación en la diferencia de aproximadamente 19 segundos.

Tabla 30. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 7

CONCEPTO	t (hh:mm:ss)	
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:40:09
	Por día	1:50:49
	Por mes	0:55:00

Autor

Con el fin de externalizar al máximo la actividad de balanceo, la unión del cabezal y el brazo puede hacerse una vez la línea ha arrancado. Este procedimiento estaría incluido en la lista de chequeo (ANEXO G) y por ende es de obligatorio cumplimiento debido a que en un descuido del operario puede abrirse la brida, dejando caer el cabezal sobre el suelo (1 metro).

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 30.

4.2.3.2 Propuestas de mejora en la preparación del barril de la extrusora de PVC/PE.

- Propuesta de mejora 8: Anclaje externo del cabezal de PVC/PE.

Actualmente resulta poco eficiente el vaciado del barril en simultáneo con la limpieza del cabezal, debido a que las labores de limpieza y desarme sobre un cuerpo firme son mucho mas sencillas que sobre el mismo libre de anclajes.

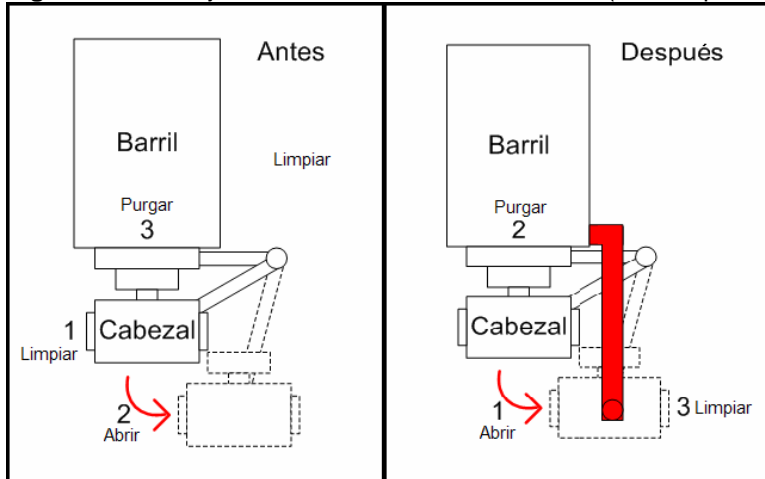
Una forma de habilitar el trabajo en paralelo de limpieza del cabezal y vaciado del barril, es encontrando la forma de anclar o asegurar la pieza a preparar y a su vez liberar la salida del compuesto.

Con tal objetivo se diseñó un dispositivo que vendría montado sobre el cuerpo del equipo y cuya función sería la de servir de anclaje para permitir que ambas actividades pudieran realizarse al mismo tiempo.

El dispositivo aprovecharía dos orificios de fábrica que el cabezal lleva en su parte superior, uno roscado y otro liso, para que éste pueda ser asegurado sobre el brazo inmovilizador mediante un tornillo y un perno de ancla.

*Tamaño de muestra basado en el tiempo de ciclo. Con 5 minutos se recomiendan 15 ciclos.

Figura 24. Anclaje externo del cabezal de PVC/PE (vista superior)



Autor

Beneficios. En la figura 24, se puede observar cómo actualmente (recuadro izquierdo) es necesario ejecutar 1, 2 y 3 de forma secuencial. El anclaje (recuadro derecho) permitiría abrir anticipadamente el barril y de esta manera llevar a cabo 2 y 3 simultáneamente.

Tabla 31. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 8

CONCEPTO	t (hh:mm:ss)	
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:01:34
	Por día	0:04:19
	Por mes	2:09:30

Autor

Si bien esta mejora no externaliza el purgado, si permite que se lleve a cabo en paralelo con la limpieza del cabezal, ahorrándose como consecuencia 1 minuto y 34 segundos. Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 31.

Costos. Una vez la idea se materializó en el plano de la parte 3 del ANEXO H, se presentó la propuesta a dos de los contratistas de la empresa para que estudiaran el dispositivo y dieran su mejor oferta. La cotización seleccionada se encuentra en mismo literal.

4.2.3.3 Propuestas de mejora en la preparación de la tolva de la extrusora de PVC/PE.

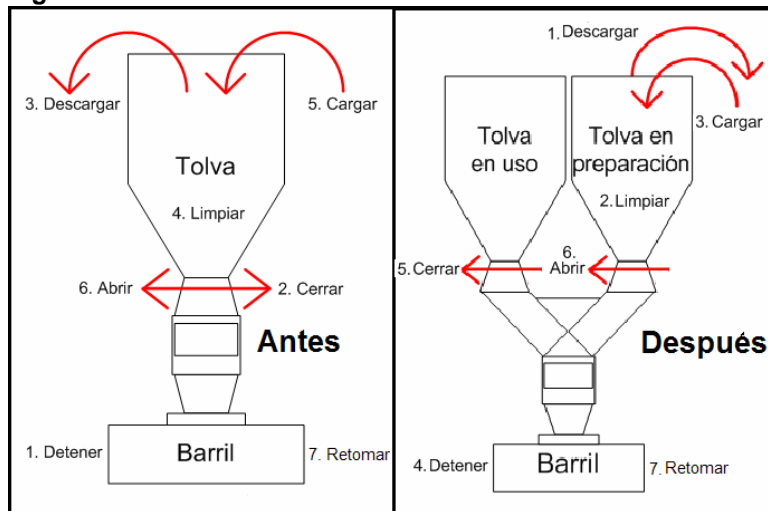
- Propuesta de mejora 9: Sistema doble de tolvas.

La externalización de la manipulación de la tolva se constituye como la mejor alternativa para reducir drásticamente los tiempos relacionados con las operaciones de vaciado, limpieza y reaprovisionamiento. Una opción para lograrlo consiste en diseñar un sistema doble de tolvas.

El mecanismo sugerido consiste en un una estructura en forma de “Y” con múltiples sistemas de cierre para permitir el uso independiente de las dos tolvas, de tal forma que un ligero movimiento de cierre o apertura habilita o restringe el flujo del material deseado posterior a la limpieza de las paredes internas para evitar la contaminación del compuesto nuevo.

La actividad de vaciado podría como consecuencia postergarse al arranque de la línea cerrando el flujo al barril (antes del paro) y habilitando el correspondiente punto de evacuación. De la misma manera el reaprovisionamiento acondicionado del previo conocimiento de la orden siguiente, puede realizarse restringiendo el paso del recipiente vacío y llenándolo con el compuesto de la nueva corrida antes de que el proceso se detenga. La figura 25 muestra de una manera gráfica lo expresado anteriormente.

Figura 25. Sistema doble de tolvas



Autor

Es importante añadir que el diseño del dosificador sobre el cual son montadas las dos tolvas contiene elementos de ajuste rápido, como lo son las patinas de paso corredizas y el sistema de cierre de la ventanilla, mecanismos exentos de tornillos o ajustes finos que se activan con movimientos rápidos y simples.

Tabla 32. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 9

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 89	Abrir el punto de evacuación	0:00:03
Elemento 90	Retirar la ventanilla de evacuación	0:00:11
Elemento 91	Evacuar manualmente restos	0:00:23
Elemento 92	Soplar interiormente la tolva	0:00:57
Elemento 93	Posicionar la ventanilla de evacuación	0:00:10
Elemento 94	Cerrar el punto de evacuación	0:00:01
TOTAL		0:01:45

Autor

Beneficios. Como consecuencia los elementos del 89 al 94, pueden ser externalizados sin ningún inconveniente, asegurándose de ejecutarlos previo al paro. La tabla 32 resume el análisis expuesto.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 33.

Tabla 33. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 9

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:01:45
	Por día	0:04:44
	Por mes	2:22:00

Autor

Para hacer efectiva la mejora, los elementos externalizados estarían incluidos en la respectiva lista de chequeo, adjunta en el ANEXO G.

Costos. El diseño contenido en la parte 4 del ANEXO H fue cotizado por dos de los contratistas de confianza de la empresa, la oferta seleccionada se encuentra disponible en el mismo anexo.

- Propuesta de mejora 10: Externalización del reaprovisionamiento del contenedor externo.

Debido a que el contenedor externo es un componente alternativo a la tolva de la extrusora de PVC/PE que brinda capacidad extra al sistema, su alistamiento no implica la interrupción abrupta del proceso, y por ende puede ser externalizado.

Beneficios. La propuesta básicamente consiste en eliminar del paro los elementos 95 a 99, ejecutando los primeros 3 antes y los 2 restantes después. La tabla 34 resume los beneficios obtenidos con la externalización propuesta.

Tabla 34. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 10

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 95	Extraer ducto de succión	0:00:02
Elemento 96	Vaciar recipiente externo	0:00:22
Elemento 97	Soplar interior del recipiente externo	0:00:21
Elemento 98	Vaciar bultos de compuesto	0:00:36
Elemento 99	Introducir ducto de succión y encender turbina	0:00:01
TOTAL		0:01:22

Autor

Tabla 35. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 10

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:01:22
	Por día	0:03:47
	Por mes	1:53:30

Autor

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 35.

Costos. Debido a que no se requiere de recursos extras a los existentes, el costo involucrado con esta propuesta es nulo.

4.2.4 Propuestas de mejora en la preparación de la extrusora de Nylon. A continuación se describen las propuestas de mejora resultado del análisis al método de preparación empleado con cada uno de los dos componentes de la extrusora de Nylon.

4.2.4.1 Propuestas de mejora en la preparación del cabezal de la extrusora de Nylon.

- Propuesta de mejora 11: Externalización de limpieza para piezas pequeñas.

En la actualidad cuando se va a desmontar el cabezal de Nylon, es necesario realizar una limpieza compleja de manera inmediata, principalmente debido al hecho de que éste material se endurece con facilidad y rapidez, adhiriéndose a las piezas y prolongando el proceso.

Con esta restricción, una alternativa para reducir el tiempo del paro en un cambio de referencia consistiría en externalizar aquellas labores de limpieza requeridas por las piezas pequeñas que pueden ser suplantadas por repuestos existentes, valiéndose de un dispositivo que permita mantener las condiciones térmicas de las originales.

El dispositivo requerido consistiría en un tanque de baja capacidad que permitiera albergar piezas pequeñas como lo son el porta guía, dado, retenedor del dado, pinola y tornillos manipulados en el desarme, con el fin de mantenerlas bajo condiciones de alta temperatura.

Beneficios. La mejora comprometería los elementos 102, 106, 108, 112 y 114, los cuales se llevarían a cabo una vez la línea haya reiniciado labores. Los beneficios aquí expresados, son relacionados en la tabla 36.

Tabla 36. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 11

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 102	Limpiar el porta guía	00:00:10
Elemento 106	Limpiar los 4 tornillos	00:00:08
Elemento 108	Separar y limpiar el dado y su retenedor	00:00:12
Elemento 112	Limpiar la pinola	00:00:12
Elemento 114	Limpiar los 8 tornillos	00:00:10
TOTAL		0:00:52

Autor

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 37.

Paralelo a la implementación del calentador, sería necesario la inclusión de la limpieza de estas piezas en la lista de chequeo, incluida en el ANEXO G.

Tabla 37. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 11

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:00:52
	Por día	0:02:24
	Por mes	1:12:00

Autor

Costos. Categóricamente se decidió averiguar por un equipo comercial prediseñado para suplir las necesidades de la mejora planteada, ya que la elaboración del mismo a través de contratistas resulta engorroso por las características y funcionalidad que se requieren con el elemento en cuestión.

A través de un almacén importador de equipos industriales culinarios se cotizó un freidor eléctrico que cumple con los requisitos requeridos por la propuesta de mejora. El precio del artefacto era de \$813.701.

Es importante recordar que la empresa cuenta con repuestos para las piezas cuya limpieza se plantea externalizar, por ende su costo no se incluye en la propuesta.

4.2.4.2 Propuestas de mejora en la preparación de la tolva de la extrusora de Nylon.

- Propuesta de mejora 12: Externalización de la preparación de la tolva de Nylon.

Debido a que la preparación de la tolva de la extrusora de Nylon siempre se ve precedida de la inactividad de la misma en la línea, la externalización es posible sin interrumpir de ninguna manera el proceso productivo.

La mejora consiste en la ejecución de las labores de vaciado, limpieza y reaprovisionamiento de forma previa al paro de la producción, con el fin de reducir el tiempo requerido para su reanudación.

Tabla 38. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 12

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 129	Traer el recipiente vacío	00:00:02
Elemento 130	Abrir el punto de evacuación	00:00:01
Elemento 131	Preparar manguera de aire comprimido	00:00:01
Elemento 132	Soplar el interior de la tolva	00:00:20
Elemento 133	Cerrar la llave de aire comprimido	00:00:01
Elemento 134	Cerrar el punto de evacuación de la tolva	00:00:00
Elemento 135	Trasladar compuesto	00:00:02
Elemento 136	Abrir bultos de compuesto	00:00:02
Elemento 137	Vaciar bultos de compuesto	00:00:07
Elemento 138	Cerrar tolva	00:00:01
TOTAL		0:00:38

Autor

Tabla 39. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 12

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:00:38
	Por día	0:01:45
	Por mes	0:52:30

Autor

Beneficios. Esta mejora permitiría externalizar los elementos 129 a 137, cuyos tiempos se encuentran relacionados en la tabla 38.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 39.

4.2.5 Propuestas de mejora en la preparación del marcador de presión. Una vez las labores encaminadas a la preparación del marcador de presión fueron analizadas elemento por elemento, fueron desarrolladas las siguientes propuestas de mejora.

- Propuesta de mejora 13: Externalización de actividades de búsqueda e identificación de piezas intercambiables.

El disco principal, la uña y el limpiador plástico son piezas características de cada referencia y por consiguiente requieren ser intercambiadas con mucha frecuencia.

Debido a que la selección y preparación de estas piezas antes de la parada, previo conocimiento de la siguiente referencia a procesar, no interfiere en absoluto con el proceso productivo, se planteo la externalización de los elementos pertinentes.

Beneficios. La externalización de los elementos 144 y 146 reducen significativamente el tiempo de preparación de la línea. La tabla 40 resume la las actividades omitibles del procedimiento de preparación, junto a los tiempos involucrados.

Tabla 40. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 13

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 144	Reemplazar disco de marcación	00:00:09
Elemento 146	Traer una nueva	00:01:37
TOTAL		0:01:46

Autor

Tabla 41. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 13

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:01:46
	Por día	0:04:53
	Por mes	2:26:30

Autor

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 41.

Costos. Debido a que no se requieren recursos diferentes a los actuales, esta mejora no implica ningún costo.

- Propuesta de mejora 14: Dispositivo de marcación doble.

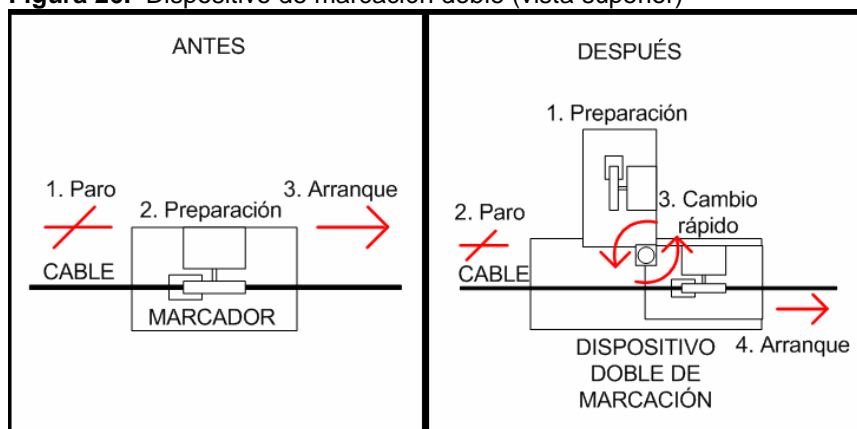
Externalizar los elementos 141 a 143, 145, 147 a 149 y 151, bajo las condiciones actuales resulta imposible al interferirse con el proceso de rotulado y con la calidad del conductor.

Para eliminar esta restricción fue necesario diseñar un sistema de marcación doble que permitiera realizar la preparación del siguiente proceso mientras el referente al último siguiera corriendo.

El equipo sugerido está compuesto por dos marcadores montados sobre placas de movimiento independiente. El principio consiste en destinar uno de los dos aparatos al rotulado de la línea, mientras el segundo fuera de la misma, permite ajustar el siguiente proceso.

Una vez la corrida haya finalizado, el primer marcador sale del recorrido de la línea realizando unos ajustes simples, mientras el que se encontraba en la etapa de puesta a punto, entra a reemplazarlo.

Figura 26. Dispositivo de marcación doble (vista superior)



Autor

La figura 26 describe gráficamente la mejora detallada en los dos últimos párrafos.

Beneficios. La implementación del dispositivo doble de marcación trae como consecuencia la externalización de los elementos 141 a 143, 145, 147 y 151. Los tiempos involucrados en la mejora están relacionados en la tabla 42.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 43.

Tabla 42. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 14

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 141	Liberar el resorte tensor de la una	00:00:03
Elemento 142	Retirar una	00:00:02
Elemento 143	Retirar rosca de disco de marcación	00:00:15
Elemento 145	Montar y asegurar rosca de disco de marcación	00:00:08
Elemento 147	Montar una	00:00:04
Elemento 151	Comprobar rotulado	00:00:32
TOTAL		0:01:04

Autor

Tabla 43. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 14

CONCEPTO	t (hh:mm:ss)	
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:01:04
	Por día	0:02:57
	Por mes	1:28:30

Autor

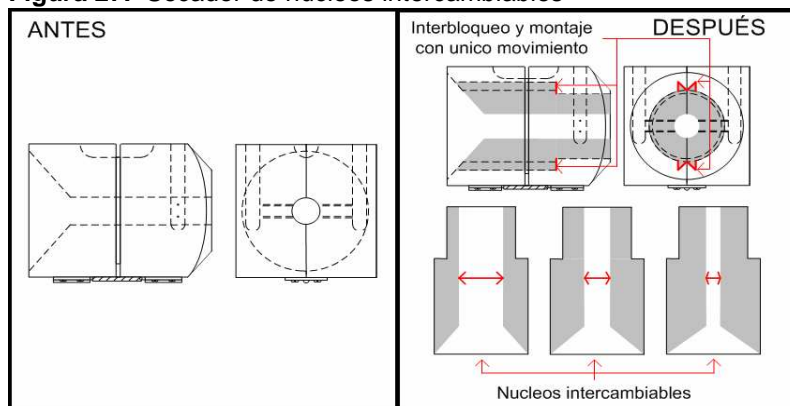
Costo. El costo de la mejora es el involucrado en la fabricación del dispositivo doble. El diseño y cotización no se incluyen en el documento debido a que finalmente la propuesta no fue autorizada, sin embargo tenía un valor de \$1'250.000.

4.2.6 Propuestas de mejora en la preparación del secador. Una vez fue analizado elemento por elemento el método actualmente empleado para la preparación del secador, pudieron desarrollarse las siguientes propuestas.

- Propuesta de mejora 15: Secador de núcleos intercambiables.

Actualmente las operaciones de preparación interna que se llevan a cabo en el cambio de los secadores de aire en la línea conllevan actividades ineficientes de roscado con las mangueras, y de desmonte y montaje de los cuerpos de secado.

Figura 27. Secador de núcleos intercambiables



Autor

Buscando rapidez en la ejecución de las actividades de preparación interna de los secadores de aire, se diseñó un dispositivo basado en la utilización de anclajes funcionales, que cuenta con paredes internas o núcleos intercambiables. El esquema puede observarse en la parte 5 del ANEXO H.

Beneficios. Dentro de las principales ventajas que tiene el diseño propuesto, pueden contarse:

- Estandarización de piezas: El nuevo dispositivo de secado cuenta con un cuerpo o camisa genérica que se puede emplear con cualquier tipo de calibre y permite eliminar la manipulación de las mangueras alimentadoras del sistema y por ende de las funciones de roscado, uno de los elementos más ineficientes en un montaje. Las piezas internas tienen la forma y tamaño externo estandarizado para que todas ellas sean compatibles con la principal.
- Método de interbloqueo: Debido a la forma y diseño de canal en las paredes internas de la camisa y externas de las piezas intercambiables, y también a causa de los topes al final del recorrido interior; la unión entre las mismas se mantiene sin la ayuda de terceros elementos como tornillos, roscas o topes extras.
- Método de único movimiento (topes): Nuevamente a causa de los canales internos y el tope al final del recorrido, permiten realizar la unión entre piezas de manera rápida, mediante el deslizamiento de ambas piezas.
- Disminución en los costos de reemplazo: Una de las ventajas más provechosas y que a su vez es menos evidente, consiste en la disminución de los costos en el reemplazo de piezas de secado por causa de extravío o desgaste por antigüedad, entre otras. Anteriormente en cualquiera de los casos recién nombrados, era necesario reemplazar un secador completo, mientras el nuevo diseño permite simplemente encargar la parte interna que emplea menos material debido a su volumen inferior.

Las ventajas se pueden apreciar más fácilmente detallando la figura 27, donde se presenta un paralelo entre el diseño actual y el propuesto, haciendo hincapié en los puntos anteriores.

Debido a que se trata de un subproceso de preparación corto, se emplearon normas de tiempo predeterminadas para simular la mejora.

En ese orden de idea se procedió a describir el procedimiento de preparación, estableciendo en orden secuencial todos los micromovimientos necesarios para el acondicionamiento del equipo de secado, después de su estudio detallado empleando los mismos videos empleados en el estudio inicial.

Tabla 44. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 15

	Tiempo predeterminado (seg.)
Método actual	38,6712
Método mejorado	5,3352
Diferencia	33,336

Autor

Una vez fue descrito el procedimiento de forma completa, se emplearon las tablas²⁶ de tiempo en las cuales se basa este método para su cálculo. La tabla 44 resume los resultados del procedimiento adjunto de forma detallada en la parte 5 del ANEXO H.

Basándose en la diferencia obtenida con la mejora propuesta y aplicando la frecuencia de ocurrencia del subproceso de preparación en el ciclo promedio de alistamiento de la línea, se obtuvo un estimativo de reducción de aproximadamente 4,33 segundos.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 45.

Tabla 45. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 15

CONCEPTO		t (hh:mm:ss)
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:00:04
	Por día	0:00:11
	Por mes	0:05:30

Autor

Para asegurar una disminución real en los tiempos de alistamiento, las actividades de búsqueda e identificación de los núcleos requeridos por la referencia deben ser incluidas en las listas de chequeo correspondientes por ciclo, adjuntas en el ANEXO G.

4.2.7 Propuestas de mejora en la preparación del bobinador. Posterior al análisis detallado elemento por elemento del procedimiento de preparación del bobinador, se proponen las siguientes alternativas de mejora.

- Propuesta de mejora 16: Montaje externo del primer carrete de producto terminado o guaya.

A diferencia de los subprocesos preparativos requeridos por el devanador (elementos del 1 al 11), los necesarios por el bobinador puede desarrollarse completamente fuera del instante de parada.

Debido a que la línea puede trabajar con el bobinador detenido, los elementos del 161 al 163 pueden efectuarse inmediatamente la línea haya iniciado a producir.

Es necesario aclarar que los primeros metros producidos, mientras el carrete previamente ubicado junto al equipo es montado sobre el bobinador, son acumulados sobre el suelo una vez han atravesado el **capstan 2**.

Beneficios. Asegurando la ubicación del primer carrete a montar junto al equipo previo a la detención de la línea, los ahorros de tiempo en el instante de parada son aquellos relacionados en la tabla 46.

Si adicionalmente se asumen 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales de la mejora. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 47.

²⁶OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. GINEBRA, Op. cit., p. 408-414.

Tabla 46. Beneficios por ciclo a causa de la propuesta de mejora 16

ELEMENTOS INVOLUCRADOS		T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Elemento 160	Traer guaya	0:00:31
Elemento 161	Abrir brazos del bobinador	0:00:03
Elemento 162	Levantar carrete	0:00:01
Elemento 163	Cerrar brazos del bobinador	0:00:05
TOTAL		0:00:41

Autor

Tabla 47. Beneficios mensuales a causa de la mejora del montaje externo del carrete en el bobinador

CONCEPTO	t (hh:mm:ss)	
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:00:41
	Por día	0:01:53
	Por mes	0:56:30

Autor

Costos. Que no se requieren recursos extras para la implementación de esta propuesta de mejora, no implica costo alguno.

4.2.8 Propuestas de mejora en la preparación de los equipos involucrados en el enhebrado 2. Una vez fue analizado al detalle el proceso del segundo enhebrado, se procedió a proponer las siguientes alternativas de mejora.

- Propuesta de mejora 17: Enhebrado 2 inverso.

Con el fin de aprovechar la potencia y velocidad de la línea, se plantea iniciar el enhebrado donde termina el procedimiento actual. La idea consiste en conectar el extremo de la guaya al final de la referencia en proceso a ser desmontada sobre el inicio del primer canal de enfriamiento (punto 1 en el recuadro inferior de la figura 28), con el fin de que el equipo se encargue de halar de la misma y enhebrarla hasta la salida del **capstan 2** (punto 2 en el recuadro inferior de la figura 28).

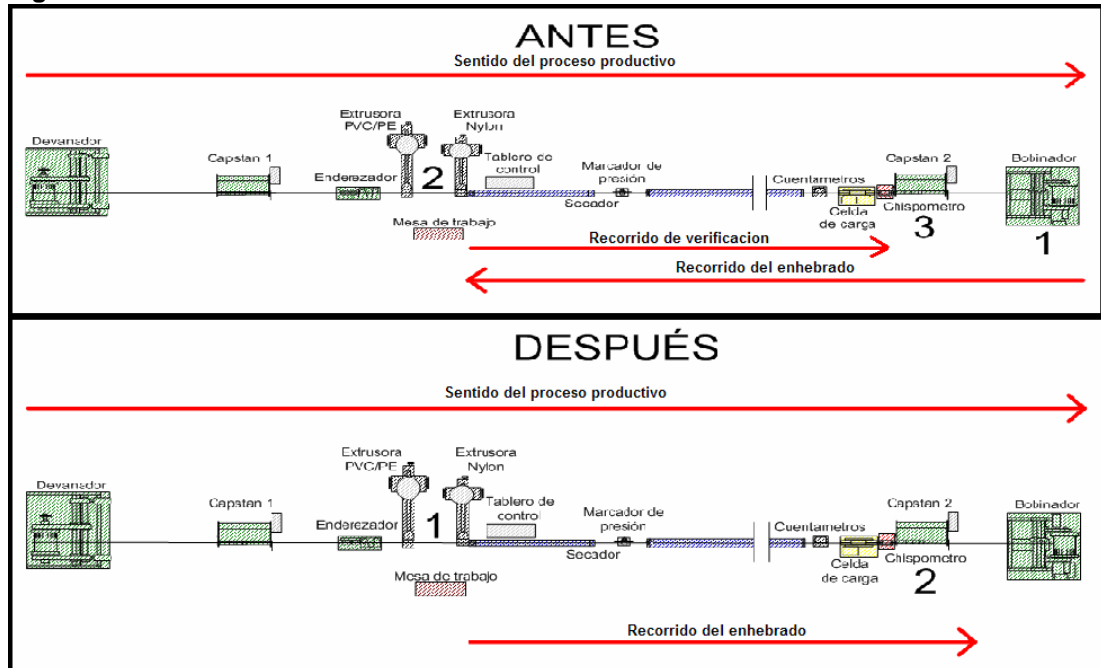
La figura 28 muestra de forma gráfica cómo el procedimiento actual requiere de 2 desplazamientos (de 1 a 2 y de 2 a 3 en el recuadro superior), mientras el propuesto solo hace necesario 1 (de 1 a 2 en el recuadro inferior).

Adicionalmente los recorridos requeridos en el procedimiento propuesto son mas simples y rápidos, ya que se hacen necesarios solo para el desplazamiento del operario al punto requerido (2 en el recuadro inferior) y no para halar del cable (de 1 a 2 en el recuadro superior) ni para montarlo sobre los equipos (de 2 a 3 en el recuadro superior).

Beneficios. Para estimar los beneficios expresados en la reducción del tiempo de parada, se hace necesario comparar el método actual con el propuesto.

El procedimiento propuesto se estimó en base a 4 supuestos. El primero de ellos fue el tiempo establecido para arrancar y detener la línea, para cada cual fueron asignados 10 segundos.

Figura 28. Enhebrado 2 inverso



Autor

El segundo supuesto fue asignar 177 segundos como tiempo necesario para que la línea desplace el extremo de la guaya desde el punto 1 hasta el 2 del recuadro inferior en la figura 28. Este estimativo resulta de asumir una velocidad constante de 10 metros por minuto en una distancia real de 29,5 metros.

El tercer supuesto fue el de asignar 60 segundos al desplazamiento del operario del punto 1 al 2 una vez ha detenido la línea. Aunque el tiempo real es inferior se decide adoptar un panorama pesimista.

El cuarto y último supuesto asigna 15 segundos como tiempo suficiente para cortar la unión entre guaya y conductor a desmontar. De nuevo el tiempo requerido en base a la observación es inferior, sin embargo se adopta un panorama pesimista.

En base a estos 4 supuestos se calcula el tiempo del nuevo procedimiento. La tabla 48 contiene los elementos del nuevo procedimiento propuesto y los tiempos asignados.

Para hacer comparable este tiempo con el actual, es necesario ponerlos en el mismo plano aplicándole la frecuencia promedio, lo que da como resultado 35 segundos.

*Tiempo suficiente basado en la observación de un arranque regular de la línea.

**Se mantiene para el nuevo método, ya que el subproceso preparativo sigue presentándose con la misma frecuencia.

Tabla 48. Tiempo estimado para el procedimiento estimado en la propuesta de mejora 17

ELEMENTOS INVOLUCRADOS	T. ASIGNADO (hh:mm:ss)
Arrancar la línea	00:00:10
Enhebrado	00:02:57
Parar la línea	00:00:10
Desplazamiento al capstan 2	00:01:00
Cortar unión	00:00:15
TOTAL	00:04:32
TOTAL EN CICLO PROMEDIO	00:00:35

Autor

Al comparar el tiempo medido en el método actual (00:00:57) con el estimado para la mejora (00:00:35), puede encontrarse una diferencia de 22 segundos. Asumiendo 2,76 ciclos de preparación al día y 30 días al mes, se obtienen los beneficios mensuales. El resumen de este análisis se encuentra en la tabla 49.

Tabla 49. Beneficios mensuales a causa de la propuesta de mejora 17

CONCEPTO	t (hh:mm:ss)	
Tiempo ahorrado por mejora	Por ciclo	0:00:22
	Por día	0:01:01
	Por mes	0:30:30

Autor

Costos. Debido a que la implementación de esta propuesta no requiere de recursos extras diferentes a los actuales, los costos asociados son nulos.

5. IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LAS MEJORAS EN LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN

El presente capítulo describe de forma resumida y concreta el desarrollo de las mejoras implementadas, incluyendo el método resultante diseñado para la preparación de cada equipo de la línea y la forma en la cual se adelantó el procedimiento de capacitación.

Finalizando el capítulo se evaluarán los resultados haciendo comparaciones entre los tiempos de parada antes y después de la implementación de las mejoras y se concluirá con un método general de trabajo por tipo de ciclo que permita distribuir mejor las responsabilidades de cada uno de los 2 operarios, asegurando una reducción efectiva.

5.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS EN LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN

Inicialmente el conjunto de propuestas fue expuesto durante la reunión llevada a cabo el 15 de febrero del 2008 con la participación del Gerente de Producción y el autor del proyecto. La tabla 50 resume los resultados del encuentro del cual se adjuntó la constancia en la parte 1 del ANEXO H.

Tabla 50. Resumen sobre la implementación de propuestas de mejora en la tercera línea de extrusión

PROPUESTA		DECISIÓN TOMADA
No.	Descripción	
1	Sistema alternativo de dos devanadores	Aprobada
2	Tendido del conductor previo al paro	Aprobada
3	Preparación de puntas previo al paro	Aprobada
4	Cambios de tramo rápidos	Aprobada
5	Habilitación del segundo porta mallas	Aprobada
6	Inventario de mallas listas	Aprobada
7	Cambio en el procedimiento de balanceo	Aprobada
8	Anclaje externo del cabezal de PVC/PE	Aprobada
9	Sistema doble de tolvas	Aprobada
10	Externalización del reaprovisionamiento del contenedor externo	Aprobada
11	Externalización de la limpieza para piezas pequeñas	No aprobada
12	Externalización de preparación de la tolva de Nylon	Aprobada
13	Externalización de búsqueda e identificación de piezas del marcador de presión	Aprobada
14	Dispositivo de marcación doble	No aprobada
15	Secador de núcleos intercambiables	Aprobada
16	Montaje externo de carrete en el bobinador	Aprobada
17	Enhebrado 2 inverso	Aprobada

Autor

Para organizar la implementación del total de las mejoras y la introducción de los métodos propuestos basados en las mismas, se llevó a cabo una sesión de capacitación teórica por cada equipo de la línea, contando con la participación de los tres extrusores líderes de cada turno y el supervisor.

La fecha en la cual cada una de las capacitaciones teóricas se llevó a cabo dependió directamente de las implementaciones que implicaron cambios en mecanismos o componentes de los equipos.

Por otro lado, a cada sesión teórica le correspondieron 3 prácticas, una por turno, en donde el método era puesto en marcha bajo la supervisión del autor del proyecto. Complementario a este seguimiento, una lista de chequeo provisional, contribuyó a evitar confusiones y asegurar la externalización de las actividades pertinentes.

Al finalizar las sesiones prácticas, las listas de chequeo provisionales fueron reunidas y clasificadas por tipo de ciclo, obteniéndose como resultado una por cada clase de preparación posible. Estas herramientas fueron probadas y adjuntas al documento en el ANEXO G.

Aproximadamente una semana después de haber terminado con la última sesión de capacitación práctica, se realizaron sesiones de seguimiento para corroborar la correcta aplicación del método expuesto y la efectividad de las listas de chequeo generadas por ciclo.

Es necesario recordar que el programa completo de capacitación impartido al personal, junto al material de apoyo de la primera sesión, el resumen del desarrollo y la evidencia de asistencia a las sesiones, está adjunto al documento en el ANEXO H.

A continuación se presenta el desarrollo de cada una de las propuestas de mejora aprobadas e implementadas mediante la presentación de los eventos relevantes en las mismas.

5.1.1 Implementación de las mejoras en la preparación del devanador.

- Propuesta de mejora 1. Sistema alternativo de dos devanadores:

Debido al alto costo relacionado con la adquisición del juego de devanadores, la propuesta requirió además del visto bueno de la Gerencia de Producción, quien se encargó de efectuar el contacto con su proveedor de confianza, la aprobación de la Gerencia General.

El 26 de febrero del 2008, contando con la aprobación de ambas dependencias, se procedió a montar la respectiva orden de compra. Aproximadamente 36 días transcurrieron desde la notificación de despacho y los trámites de importación hasta la recepción en planta de los dos dispositivos el día 2 de abril del mismo año.

15 días fueron necesarios para que el equipo de montaje de la planta se encargara de acondicionar ambos dispositivos y montarlos sobre la línea de extrusión una vez el devanador antiguo fuera llevado a la zona de repasos.

El 15 de abril del 2008 el conjunto de devanadores quedaron dispuestos para alimentar la línea de extrusión. En un principio, y mientras el proceso de capacitación se llevaba a cabo, los dispositivos se utilizaron en modo de prueba y ajuste, momento en el cual los beneficios no se hicieron presentes.

El 21 de abril se realizó la sesión de capacitación teórica sobre las mejoras implementadas a los procedimientos de preparación del devanado y el enhebrado 1.

Con el objetivo y el nuevo método de preparación claro, el 22 de abril se llevó a cabo con éxito en el turno 1 del día, la primera preparación bajo la supervisión del autor, empleando ambos

devanadores y externalizando el subproceso de montaje de bobina llena previo al paro, así como el de desmonte del carrete vacío posterior a él. Las dos sesiones prácticas restantes se llevaron a cabo en el transcurso del mismo día con el segundo y tercer turno.

Figura 29. Sistema alterno de dos devanadores.



Autor

La figura 29 muestra como el conjunto de devanadores entró a reemplazar el dispositivo único empleado anteriormente.

5.1.2 Implementación de las mejoras en la preparación del primer enhebrado.

- Propuesta de mejora 2. Tendido del conductor previo al paro:

La aprobación de esta implementación, debido a su relación directa con del sistema doble de devanadores (Propuesta de mejora 1), se oficializó el 26 de febrero. De la misma manera, la introducción del nuevo método de preparación relacionado con ella, se llevó a cabo el 21 de abril del 2008.

En este orden de ideas, las sesiones prácticas del 22 de abril fueron también empleadas para implementar el tendido previo al paro del conductor por le recorrido del primer enhebrado, el cual no tuvo ningún inconveniente una vez el carrete lleno fue montado sobre el devanador alterno.

- Propuesta de mejora 3. Preparación de puntas previo al paro:

De la misma forma que la propuesta de implementación 2, la aprobación de la propuesta se hizo oficial el 26 de febrero del 2008.

En cuanto al nuevo método propuesto en la sesión teórica del 21 de abril, incluyó la preparación de puntas previo al paro.

Durante las sesiones prácticas del 22 de abril se realizaron los ciclos de alistamiento preparando con ambos extremos del carrete lleno antes del paro del proceso productivo. En parte el éxito de

esta externalización se debió a la respuesta positiva que tuvo el hecho de ubicar en un aviso preventivo alusivo al tema en un lugar visible sobre los bobinadores de los procesos inmediatamente anteriores una semana antes.

- Propuesta de mejora 4. Cambios de tramo rápidos:

Al igual que las 2 implementaciones anteriores, debido a su relación directa con la implementación de la propuesta de mejora 1, fue aprobada el 26 de febrero.

De la misma forma, la sesión de capacitación teórica del 21 de abril, incluyó el procedimiento propuesto para la realización de cambios de tramo rápidos.

Durante las sesiones prácticas del 22 de abril, se lograron ejecutar los primeros cambios de esta clase sin detener la línea. En los turnos 1, 2 y 3, y utilizando como recursos extras un operario de la zona contigua de fraccionado (solo necesario 7 minutos durante el cambio) y el equipo soldador de la cableadora tubular, se llevaron a cabo los empalmes, el primero de ellos a una velocidad promedio de 10 metros por minuto y extendiendo sobre el suelo los últimos 90 metros de la bobina en proceso, concediendo aproximadamente 9 minutos para efectuar la unión y darle el acabado superficial requerido evitando su atascamiento en el paso por los cabezales. A medida que las sesiones avanzaron, se pudieron alcanzar los parámetros objetivo planteados en la propuesta (15 metros por minuto para un proceso de suelde de 6 minutos).

La operación de cambio de tramo rápido descrita en el párrafo inmediatamente anterior, logró efectuarse 4 veces durante el primer turno, 3 en el segundo y 3 más en el tercero.

5.1.3 Implementación de las mejoras en la preparación de la extrusora de PVC/PE.

5.1.3.1 Implementación de las mejoras en la preparación del cabezal perteneciente a la extrusora de PVC/PE.

- Propuesta de mejora 5. Habilitación del segundo porta mallas:

La habilitación del porta mallas existente como pieza de repuesto para externalizar las operaciones de limpieza fue inmediata el 15 de febrero.

A pesar de contar con la aprobación inmediata de la gerencia, la implementación no entró en vigencia sino hasta el 3 de marzo, cuando los dispositivos aprobados para el barril y la tolva fueron instalados, buscando llevar a cabo una sola sesión teórica de capacitación (4 de marzo).

El 5 de marzo, se llevó a cabo la primera preparación supervisada en la cual se empleó la pieza sustituta. La segunda y tercera sesión práctica no fueron llevadas a cabo con los dos turnos restantes sino hasta el 6 y 7 del mismo mes, debido a la baja probabilidad de un cambio de compuesto durante el mismo día.

- Propuesta de mejora 6. Inventario de mallas listas:

El desarrollo de la implementación fue muy similar al llevado con la habilitación del segundo porta mallas.

El 15 de febrero esta implementación fue aprobada de forma inmediata, sin embargo solo hasta el 3 de marzo se realizó la introducción conjunta al nuevo método de preparación de la extrusora de PVC/PE, en espera de la instalación de los dispositivos aprobados por la gerencia para este equipo.

Finalmente en las sesiones prácticas del 5, 6 y 7 de marzo, y mediante la utilización de la lista de chequeo correspondiente, el inventario mínimo de mallas listas entró en vigencia.

- Propuesta de mejora 7. Cambio en el procedimiento de balanceo:

La implementación del cambio en el procedimiento de balanceo fue aprobada de forma instantánea una vez la propuesta fue presentada al gerente de producción.

A pesar de contar con el visto bueno, y buscando la implementación conjunta con las demás mejoras autorizadas para la extrusora de PVC/PE, el cambio de procedimiento de balanceo no fue expuesto a los operarios de la línea sino hasta el 4 de marzo del 2008.

En este orden de ideas, la implementación se hizo efectiva durante las sesiones prácticas de capacitación el 5, 6 y 7 de marzo del 2008, donde bajo la supervisión del autor, se llevó a cabo el balanceo del componente en las condiciones requeridas por el nuevo procedimiento.

Es importante recalcar que el re aseguramiento del cabezal a su brazo es tan importante que fue incluido en la sección anterior y posterior al paro dentro de las listas de chequeo.

5.1.3.2 Implementación de las mejoras en la preparación del barril perteneciente a la extrusora de PVC/PE.

- Propuesta de mejora 8. Anclaje externo del cabezal de PVC/PE:

El dispositivo diseñado para permitir el purgado en paralelo con la limpieza y desarme del cabezal fue autorizado por la gerencia de producción durante la presentación general de las mejoras el 15 de febrero del 2008. Durante la misma reunión se seleccionó a EDIM como el contratista apropiado para llevar a cabo este trabajo debido a que en igualdad de condiciones, ofreció un mejor precio y tiempo de entrega.

El 18 del mismo mes, la orden de compra se hizo efectiva y el plazo de 15 días comenzó a correr. Finalmente y después de una prórroga en el tiempo de entrega, el 23 de febrero del 2008 la pieza fue recibida y almacenada en el depósito de maquinaria pendiente por montaje, en espera del arribo del sistema doble de tolvas.

Durante un cambio de referencia y de material en la línea de extrusión, el 3 de marzo del 2008 fue llevado a cabo el montaje conjunto de los dispositivos de mejora para la extrusora de PVC/PE, incluyendo el brazo para el anclaje exterior.

Con el dispositivo instalado en la línea, el 4 de marzo se introdujo a los 3 extrusores líderes de la línea y al supervisor, el método de preparación mejorado a raíz de la implementación citada.

Para culminar el proceso de capacitación y aprovechando el cambio de referencia y material de recubrimiento, el 5 de marzo se llevó a cabo la primera sesión práctica bajo la supervisión del autor, donde se llevó a cabo el conjunto de actividades en forma paralela gracias al dispositivo instalado.

Para involucrar a los dos turnos restantes, los días 6 y 7 de de marzo se llevaron a cabo las dos sesiones de práctica que estaban pendientes.

Figura 30. Anclaje externo del cabezal de PVC/PE.



Autor

La figura 30 evidencia el dispositivo instalado para el anclaje externo del cabezal sobre la extrusora de PVC/PE.

5.1.3.3 Implementación de las mejoras en la preparación de la tolva perteneciente a la extrusora de PVC/PE.

- Propuesta de mejora 9. Sistema doble de tolvas:

El dispositivo fue aprobado el mismo 15 de febrero del 2008 junto con la mayoría de las propuestas.

Una vez la mejora contó con la aprobación de la Gerencia de Producción, el 18 de febrero se hizo efectiva la orden de compra y se dio parte de la decisión a INDUSTRIAL INOX E.U., el contratista escogido.

El 1º de marzo el dispositivo arribó a la planta, siendo almacenado junto al brazo de anclaje externo del cabezal, en espera de un ciclo prolongado de preparación en el puesto de trabajo que permitiera llevar a cabo la instalación. El 3 de marzo finalmente fue montado.

El nuevo método de preparación de la extrusora de PVC/PE fue introducido el 4 de marzo, incluyendo el mejorado procedimiento de carga y descargue fuera del instante de parada.

El dispositivo doble fue empleado con éxito durante las sesiones prácticas de capacitación llevadas a cabo en los turnos 1, 2 y 3 durante los días 5, 6 y 7 de marzo del presente año.

Figura 31. Sistema doble de tolvas



Autor

La figura 31 evidencia la instalación del sistema doble de tolvas.

- Propuesta de mejora 10. Externalización del reaprovisionamiento del contenedor externo:

Pese a ser aprobada el día 15 de febrero del 2008, el nuevo método de alistamiento sugerido para la preparación del contenedor anexo a la tolva fue introducido hasta el 4 de marzo del mismo año, en espera de las instalaciones correspondientes a las propuestas de mejora 8 y 9.

En este orden de ideas, las capacitaciones prácticas llevadas a cabo durante los turnos 1, 2 y 3 en los días 5, 6 y 7 de marzo, brindaron el espacio propicio para vaciar y limpiar el contenedor externo

antes de detener la línea, y de igual manera postergar las labores de reaprovisionamiento una vez el proceso ha iniciado nuevamente.

5.1.4 Implementación de las mejoras en la preparación de la extrusora de Nylon.

5.1.4.1 Implementación de las mejoras en la preparación del cabezal perteneciente a la extrusora de Nylon.

- Propuesta de mejora 12. Externalización de la preparación de la tolva perteneciente a la extrusora de Nylon.

A diferencia de la propuesta de mejora 11, la externalización de las labores de alistamiento de la tolva de Nylon recibió el apoyo de la Gerencia de Producción el 15 de febrero del 2008.

El 19 de febrero del 2008, se llevó a cabo una breve capacitación en donde se presentó la idea a los 3 líderes de turno de vaciar, limpiar y reaprovisionar la tolva de Nylon como actividades externas.

Por la baja frecuencia con que se repite el cambio de estado en el ciclo de preparación (0,6 según ANEXO F), la implementación de esta mejora se limitó a la inducción del método en la capacitación teórica, y a la inclusión de la misma en las listas de chequeo que aplican para estos casos (ciclo tipo 1, 2 y 4).

5.1.5 Implementación de las mejoras en la preparación del marcador de presión.

- Propuesta de mejora 13. Externalización de búsqueda e identificación de piezas:

La propuesta recibió el visto bueno de la Gerencia de Producción el 15 de febrero.

Debido a la simplicidad de la propuesta, su implementación se limitó a la introducción teórica del método propuesto (19 de febrero) y a su inclusión en las listas de chequeo pertinentes (ciclo tipo 1, 2, 3 y 4).

5.1.6 Implementación de las mejoras en la preparación del secador.

- Propuesta de mejora 15. Secador de núcleos intercambiables (figura 32):

La aprobación de la propuesta del secador de núcleos intercambiables fue aprobada el 15 de febrero.

Contando con la aprobación de la Gerencia de Producción, el 18 de febrero se montó la orden de compra, informando a INGENIERÍA & MÁQUINAS, contratista elegido, acerca de la decisión tomada.

10 días después de notificar al fabricante, llegó el dispositivo a la planta. Debido a su tamaño y fácil manipulación, inmediatamente se puso a disposición de la línea en donde fue sometido a un periodo de prueba (del 27 de febrero al 3 de marzo) para comprobar la efectividad del secado.

Una vez se comprobó su efectividad, el 4 de marzo durante la misma capacitación teórica de la extrusora de PVC/PE, se expuso el nuevo diseño y el método propuesto para optimizar su uso en pro de la reducción del tiempo de alistamiento.

Figura 32. Secador de núcleos intercambiables



Autor

Las mismas sesiones prácticas utilizadas en la introducción del método propuesto para la preparación de la extrusora de PVC/PE (turnos 1, 2 y 3 de los días 5, 6 y 7 de marzo), fueron empleadas para refinar el procedimiento en el cambio de secador.

5.1.7 Implementación de las mejoras en la preparación del bobinador.

- Propuesta de mejora 16. Montaje externo de carrete en el bobinador:

La propuesta de mejora que propone postergar el montaje del carrete en el bobinador fue aprobada sin ningún contratiempo el 15 de febrero del 2008.

Debido a que su implementación no estaba ligada con la instalación de algún dispositivo o la modificación de los mecanismos de otro, el 19 de febrero en conjunto con otras implementaciones menores como las propuestas 12 y 13, fue expuesto el nuevo método de implementación

5.1.8 Implementación de las mejoras en el enhebrado 2.

- Propuesta de mejora 17. Enhebrado 2 inverso:

Aunque la propuesta de mejora recibió el visto bueno por parte de la Gerencia de Producción el 15 de febrero del 2008, su implementación dio comienzo hasta el 21 de abril del mismo año.

Si bien el desarrollo de esta mejora no estaba ligado con ningún evento relacionado con la fabricación o modificación de alguno de los dispositivos manipulados en la preparación, se consideró pertinente esperar al inicio de la implementación de las propuestas 1 y 2, debido a que ambas tienen como fin último el montaje del conductor a extruir sobre el recorrido de la línea,

En este orden de ideas y una vez el método planteado fue introducido al grupo, se procedió a la capacitación práctica del mismo durante los turnos 1, 2 y 3 del 22 de abril del 2008.

Una vez se cumplió la última sesión práctica, se programaron 3 más de seguimiento basándose en la carga del puesto de trabajo y buscando coincidir con ciclos de preparación tipo 1^{*} ...ver numeral 2.1.5 Descripción del método...

5.2 DESCRIPCIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO IMPLEMENTADO

El siguiente numeral trata de las modificaciones en los métodos o procedimientos de preparación de cada uno de los equipos sobre los cuales se implementaron mejoras.

Para facilitar la comprensión y ejecución por parte de los operarios de la línea, los procedimientos antiguos e implementados se sintetizan, debido a que los expuestos en la descripción del método y en el análisis elemento por elemento son muy puntuales y por ende poco prácticos para el propósito de este numeral.

Con el mismo propósito de facilitar la asimilación de la información, se emplearon diagramas de hombre-máquina que permiten observar el carácter externo e interno de la actividad de preparación y el cambio en la proporción causada por la mejora. Adicionalmente se agregó la barra de proceso para hacerla más evidente.

5.2.1 Descripción e implementación del nuevo método de preparación del devanador. Antes se contaba con un equipo devanador que entregaba el material alimentador del proceso (cable) a la línea.

El orden del procedimiento de cambio de tramo era a grandes rasgos como sigue (parte superior de la figura 32):

- 1- Interrupción del proceso productivo.
- 2- Desmonte del carrete vacío.
- 3- Montaje del carrete lleno.
- 4- Empalme entre tramos.
- 5- Continuación del proceso productivo.

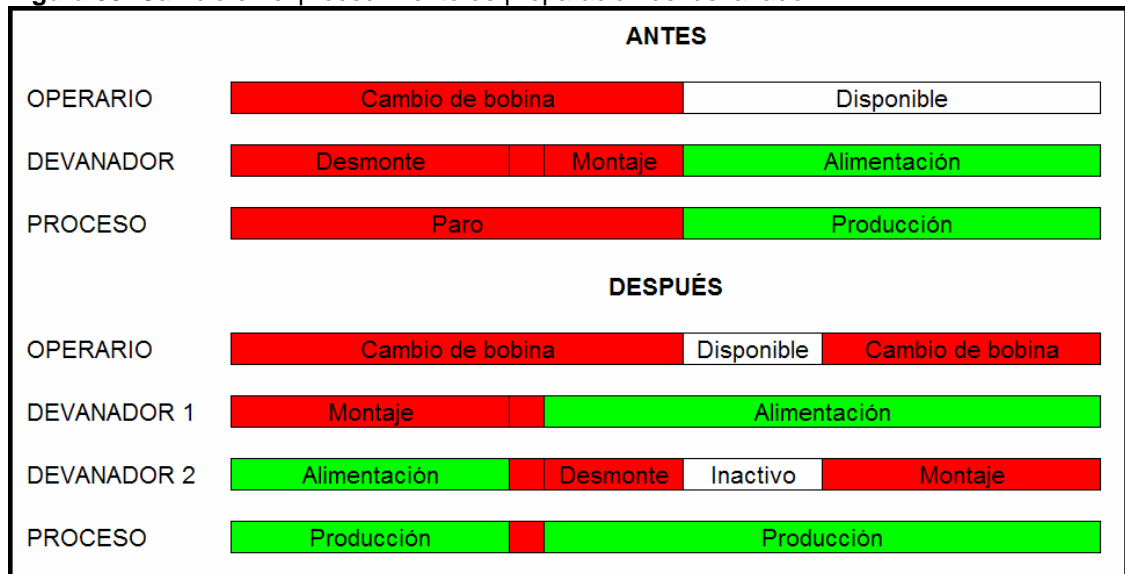
A raíz de la implementación de un segundo entregador o devanador la situación mejoró, debido a que este dispositivo permitió adelantar el montaje del siguiente tramo o referencia mientras la línea sigue produciendo (parte inferior de la figura 32).

En ese orden de ideas, el procedimiento ahora es como sigue:

^{*} El ciclo de preparación tipo uno es el más completo.

- 1- Montaje del carrete lleno en el devanador 2.
- 2- Interrupción del proceso.
- 3- Unión del tramo anterior con el siguiente.
- 4- Continuar con el proceso.
- 5- Desmontar el carrete vacío del devanador 1.

Figura 33. Cambio en el procedimiento de preparación del devanador



Autor

Los resultados del nuevo método de cambio de bobina pueden evidenciarse con la diferencia marcada entre el contenido de la línea de proceso antes y después de la figura 33.

Si el cambio es de referencia y no de tramo, la única diferencia es que antes de reiniciar el proceso es necesario el acondicionamiento de los demás equipos de la línea que lo requieran (dependiendo del tipo de ciclo).

5.2.2 Descripción e implementación del nuevo método de preparación del enhebrado 1. Anteriormente cuando se tenía un solo devanador alimentando al proceso, el tendido del cable no era realizado hasta cuando se detuviera la línea, el carrete vacío se desmontara y el lleno se montara. Adicionalmente no se tenía la costumbre de preparar las puntas antes de montar el carrete, prolongando la parada innecesariamente.

El procedimiento seguido en el enhebrado 1 era como sigue:

- 1- Soltar freno.
- 2- Halar cable.
- 3- Enhebrar **cápstan** 1.
- 4- Halar cable.
- 5- Enhebrar enderezador.
- 6- Enhebrar cabezal.

- 7- Preparar puntas.
- 8- Empatar (amarrar).
- 9- Aislar empate
- 10- Tensionar.

Figura 34. Cambio en el procedimiento de preparación del enhebrado 1



Autor

Como se puede ver en la figura 34, en procedimiento de enhebrado anterior era exclusivamente interno.

El procedimiento propuesto e implementado por el contrario, permite la externalización del tendido del cable y la preparación de las puntas, quedando en la secuencia indicada en la parte inferior de la figura 33.

Como resultado puede detallarse la reducción del tiempo de parada entre la línea de procesos antes y después del cambio en el procedimiento.

5.2.3 Descripción e implementación del nuevo método de preparación de la extrusora de PVC/PE. Por un lado, en el procedimiento anterior se contaba con un solo porta mallas disponible para la extrusora y el corte y preparación de mallas se realizaba con la línea detenida.

Figura 35. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de PVC/PE (porta mallas)



Autor

Anteriormente la preparación del porta mallas, a grandes rasgos, era como sigue:

- 1- Limpieza del porta mallas.
- 2- Preparación de quemado.
- 3- Quemado
- 4- Limpieza de porta mallas quemado
- 5- Traer retazo de malla
- 6- Recortar primera malla
- 7- Recortar segunda malla
- 8- Montar mallas sobre la pieza

Utilizando como referencia la figura 35, puede observarse que el procedimiento de limpieza del porta mallas era exclusivamente interno.

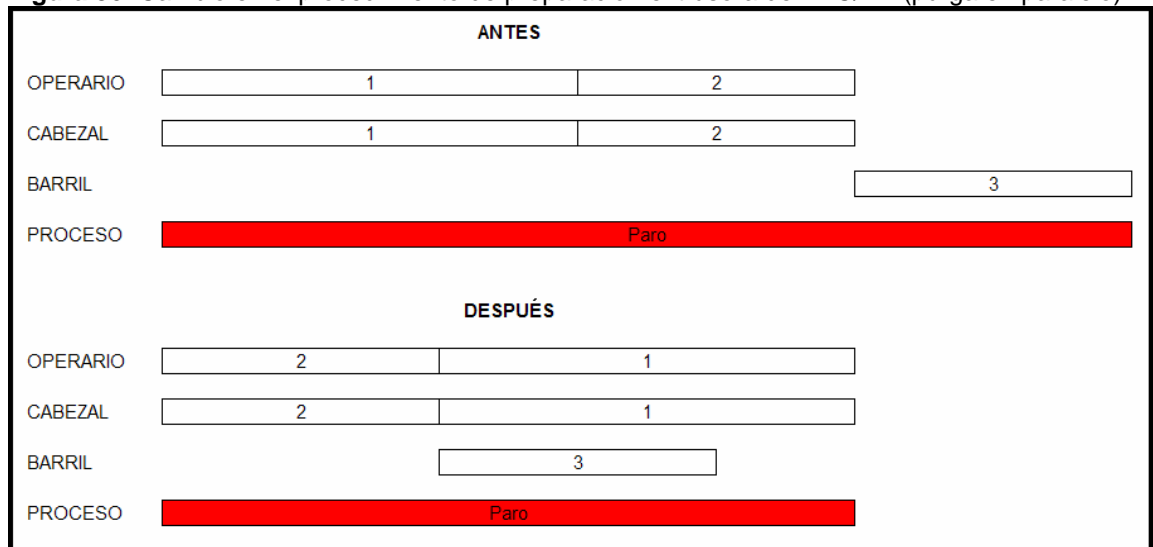
En vista de esa situación se habilitó un segundo porta mallas, manteniendo también un inventario de mallas listas para montar. Con esta mejora, el procedimiento cambio como lo muestra la parte inferior de la figura 35*.

Por otro lado, antes se desarrollaban en serie el purgado y la limpieza y desarme del cabezal porque no se garantizaba firmeza con el brazo de apoyo original. En ese orden de ideas y de forma general, el procedimiento empleado era el siguiente:

- 1- Limpieza y desarme del cabezal.
- 2- Desarme de bridas.
- 3- Purgar.

Superando la dificultad, se implementó el brazo de anclaje para dar estabilidad, modificándose el procedimiento como lo muestra la figura 36 en su parte inferior, donde también es apreciable la reducción de tiempo.

Figura 36. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de PVC/PE (purga en paralelo)



Autor

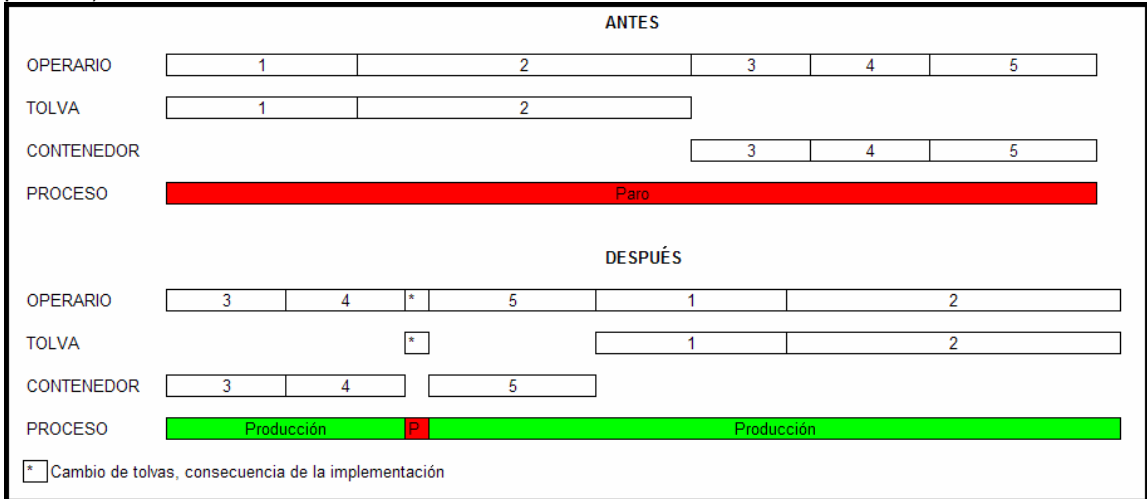
Por último, la alimentación de plástico a la extrusora era preparada exclusivamente de forma interna cuando la línea se detenía. El procedimiento empleado era el siguiente:

- 1- Vaciado de tolva.
- 2- Limpieza de tolva.
- 3- Vaciado de contenedor externo.
- 4- Limpieza de contenedor externo.

* La parada (P) apreciable en la parte inferior de la gráfica, hace referencia a la ocasionada solo por las actividades de preparación del porta mallas. Esto se hizo para aislar esta mejora del resto del alistamiento de la línea.

5- Reaprovisionamiento de contenedor externo.

Figura 37. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de PVC/PE (alimentación de plástico).



Autor

La figura 37 permite apreciar como la preparación del sistema de alimentación de plástico se ejecutaba exclusivamente como un procedimiento interno mientras el proceso estaba detenido.

La implementación de la tolva doble junto a la externalización del alistamiento del contenedor externo, permitieron cambiar el procedimiento y de esta manera reducir la parada causada por la preparación del sistema de alimentación de plástico (tolva y contenedor auxiliar).

La parte inferior de la figura 37 permite apreciar el cambio en el procedimiento de preparación y los resultados obtenidos.

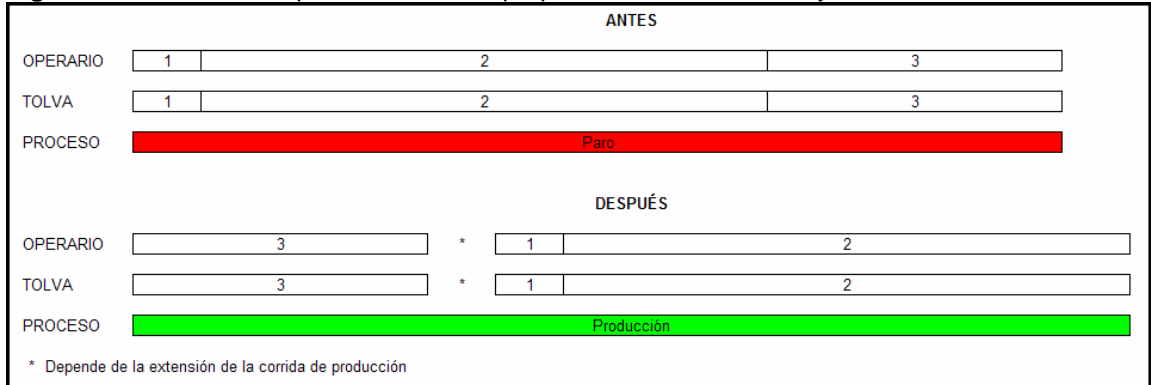
5.2.4 Descripción e implementación del nuevo método de preparación de la extrusora de Nylon. Anteriormente se esperaba hasta que la línea se detuviera para realizar las labores de preparación de la tolva de Nylon.

El procedimiento (a grandes rasgos) seguido por el operario en turno una vez finalizado el proceso productivo era el que sigue:

- 1- Vaciado de la tolva de Nylon.
- 2- Limpieza de la tolva de Nylon.
- 3- Reaprovisionamiento de la tolva de Nylon.

Como muestra la parte inferior de la figura 38, lo concerniente a la preparación de la tolva de alimentación de la extrusora de Nylon fue totalmente externalizado.

Figura 38. Cambio en el procedimiento de preparación extrusora de Nylon.



Autor

El procedimiento de preparación resultante en este caso es fácilmente apreciable en la parte inferior de la figura 38. El paso 3 se ejecuta una vez la línea ha retomado el proceso productivo, y el 1 y 2 antes de que la línea se haya detenido para el siguiente alistamiento.

5.2.5 Descripción e implementación del nuevo método de preparación del marcador de presión. Anteriormente la identificación y preparación de los componentes del marcador de presión se llevaba a cabo solo hasta cuando el proceso se detenía, prolongando la parada innecesariamente.

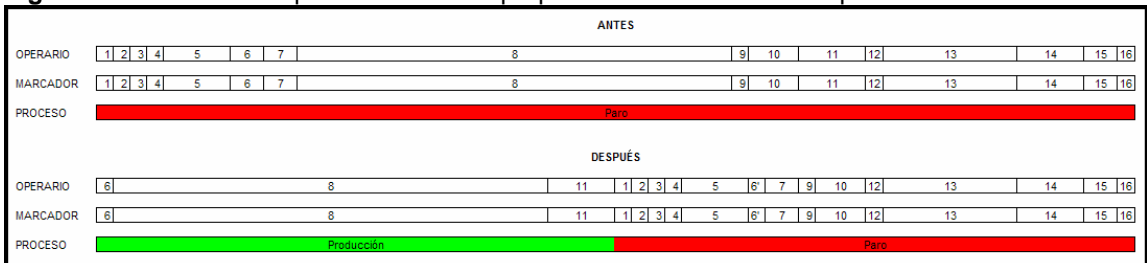
El procedimiento empleado antes de la mejora era como sigue:

- 1- Girar perilla superior.
- 2- Extraer recipiente de pintura.
- 3- Liberar resorte.
- 4- Retirar uña.
- 5- Retirar rosca de disco.
- 6- Cambiar disco.
- 7- Roscar disco.
- 8- Traer uña.
- 9- Montar uña.
- 10- Cargar pintura.
- 11- Diluir pintura.
- 12- Montar recipiente de pintura.
- 13- Comprobar rotulado.
- 14- Ajuste de los elementos de anclaje.
- 15- Ajuste de altura.
- 16- Girar perilla superior.

Como puede verse el procedimiento completo de preparación se llevaba a cabo una vez la línea ha detenido el proceso productivo (parte superior de la figura 39).

Una vez se implementó la búsqueda e identificación del disco y la uña, el montaje del limpiador sobre esta última y la mezcla de pintura previa al paro, el procedimiento quedó como lo indica la barra del operario en la parte inferior de la figura 39 (sin cambiar la numeración por elemento proveniente del método antiguo), reduciéndose gran parte del tiempo de parada a causa de la preparación de este equipo.

Figura 39. Cambio en el procedimiento de preparación del marcador de presión.



Autor

5.2.6 Descripción e implementación del nuevo método de preparación del secador. Anteriormente se contaba con un secador por cada 3 calibres, lo que conllevaba mantener un inventario de mínimo 5 dispositivos diferentes, ocupando un espacio considerable (16x14 cm apilados en arrumes de 2 unidades).

El procedimiento antiguo de preparación del dispositivo era como sigue:

- 1- Cerrar flujo de aire
- 2- Desmontar ambas mangueras
- 3- Desmontar secador
- 4- Montar mangueras sobre nuevo secador
- 5- Posicionar nuevo secador
- 6- Abrir flujo de aire

Esta vez el procedimiento de montaje cambió por completo por tratarse de la implementación de un dispositivo con un diseño diferente al de su antecesor. El nuevo secador esta compuesto por una camisa genérica resistente en aluminio que aplica para todos los diámetros, lo que permite eliminar por completo la manipulación de las mangueras o la extracción de la pieza completa cada vez que se haga el alistamiento.

En este orden de ideas, el método de alistamiento actualmente empleado con el nuevo dispositivo es el que sigue:

- 1- Cerrar flujo de aire.
- 2- Cambiar el componente del núcleo superior.
- 3- Cambiar el componente del núcleo inferior.
- 4- Abrir el paso de aire.

5.2.7 Descripción e implementación del nuevo método de preparación del bobinador. Anteriormente se realizaba la búsqueda y el montaje del carrete dentro del momento de parada de la máquina.

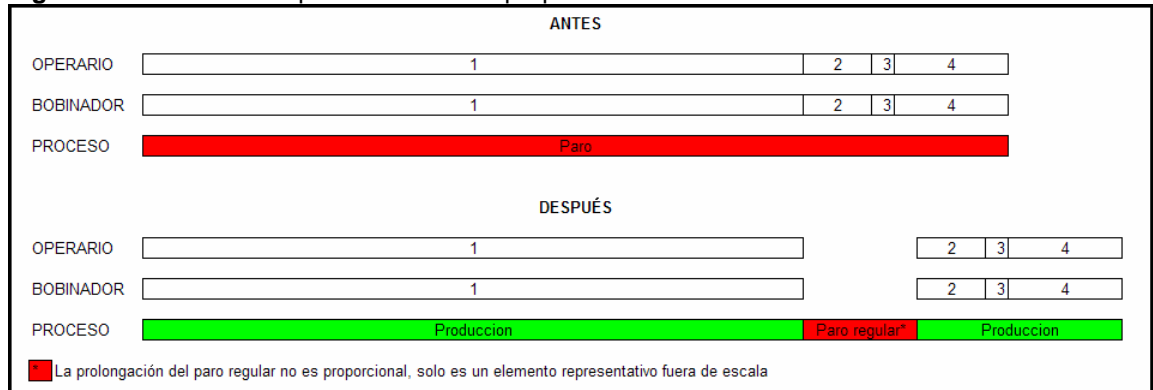
El procedimiento utilizado previamente para el montaje del carrete en el bobinador era el siguiente:

- 1- Alcanzar (traer) el carrete.
- 2- Abrir brazos del bobinador.

- 3- Levantar carrete.
- 4- Cerrar brazos del bobinador.

La figura 40 permite ver mas claramente como antes se invertía tiempo de la parada para preparar el bobinador.

Figura 40. Cambio en el procedimiento de preparación del bobinador.



Autor

Un análisis posterior permitió evidenciar la ineficiencia del método antiguo y como resultado finalmente se planteó el que ahora es el procedimiento empleado en esta preparación. Nuevamente la figura 40 permite observar el cambio en la metodología y los beneficios obtenidos.

Vale la pena anotar que el recuadro rojo de la parte inferior en la figura 40 es la representación del tiempo total de preparación de la línea y su tamaño no es proporcional al resto del diagrama.

Por otro lado el beneficio se hace evidente al observar que las actividades 1, 2, 3 y 4 de la figura se ejecutan ahora mientras la línea esta produciendo. Mientras la primera se antepone al paro, las 3 restantes se postergan para después de retomar la operación productiva.

5.2.8 Descripción e implementación del nuevo método de preparación del enhebrado 2. En un principio para cuando el conductor a desmontar no era lo suficientemente resistente para halar de la nueva referencia, se acostumbraba a montar un carrete con una guaya de acero en el bobinador y a enhebrar en sentido opuesto la misma hasta los cabezales de extrusión.

El procedimiento empleado para realizar este enhebrado era como sigue:

- 1- Halar hasta el **capstan 2**.
- 2- Enhebrar **capstan 2**.
- 3- Halar hasta el chispometro.
- 4- Enhebrar chispometro.
- 5- Enhebrar celda de carga.
- 6- Halar hasta cuenta metros.
- 7- Enhebrar I cuenta metros.
- 8- Halar hasta el cabezal de Nylon.
- 9- Enhebrar canales, secador y marcador.

Como se puede ver en el anterior procedimiento, la totalidad de las operaciones implican desplazar el conductor a través de la línea a través de un recorrido de 29,5 metros.

Al implementar el enhebrado 2 inverso la situación mejoró debido a que las operaciones de transporte pasaron a ser parte de la máquina que genera mayor fuerza y velocidad que la que podría el operario.

El procedimiento mejorado quedó como sigue:

- 1- Amarrar guaya y punta final del conductor a desmontar (referencia anterior).
- 2- Arrancar línea.
- 3- Enhebrado por parte de la línea.
- 4- Detener línea.
- 5- Desplazarse hasta el **capstan 2**.
- 6- Cortar el amarre.

Debido a que las mejoras desarrolladas en la línea generaron cambios en los procedimientos de preparación, la implementación de todos y cada uno de los métodos descritos en este numeral, ya fueron incluidas en el 5.1.

De igual forma es bueno recordar que el programa de capacitación junto con el resumen de las sesiones y el material empleado en ellas, fue incluido en el ANEXO I.

5.3 EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS

Las técnicas del SMED se centran básicamente en la reducción de las actividades de preparación internas²⁷ y por ende la mejor forma para evaluar los resultados del presente trabajo consiste en comparar los tiempos de parada ocasionados por el alistamiento antes y después de las mejoras implementadas.

Tabla 51. Premuestra con las mejoras implementadas

Tiempo total	Referencia anterior	Referencia siguiente	t (minutos)
01:18:22	77300	51020	78
01:20:51	531010	77010	81
01:31:05	4408	51010	91
01:15:31	77040	533550	76
01:15:00	5102	7302	75
01:33:10	2002	77750	93
01:30:00	77500	37368	90
01:25:00	4406	7708	85

Autor

Como en el numeral 2.2 se obtuvieron los tiempos promedio por ciclo en el estado inicial de la línea y las mejoras ya fueron implementadas, el paso a seguir consistió en la estimación de la duración de las mismas actividades en el estado actual.

²⁷SHINGO, Shigeo. Una revolución en la producción: el sistema SMED. Cambridge : Productivity Press, 1985. p. 56.

Paral el estudio de tiempos realizado después de la mejora se tomó una premuestra de 8 ciclos de preparación en donde se midieron los tiempos generales que aparecen en la tabla 50.

Siguiendo la misma metodología utilizada en el estudio de tiempos de la situación inicial, esperando un nivel de confianza del 85 % sobre la estimación y un error de +/- 12 minutos, se pudo establecer que el número de ciclos requerido para la estimación era de 7.

Tabla 52. Resumen del estudio de tiempos de preparación de la tercera línea de extrusión con mejoras implementadas.

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO
Devanador	N/A	Desmonte	1	00:00:00
		Montaje	1	00:00:00
Capstan 1 y enderezador	N/A	Enhebrado 1	1	00:15:20
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Desarme y limpieza anterior a las bridas	0,22	00:04:07
		Desarme de bridas	0,14	00:01:30
		Limpieza y montaje del porta mallas	0,14	00:00:10
		Ensamble del cabezal	0,22	00:01:32
		Ensamble de bridas	0,14	00:00:52
		Centrado	0,22	00:00:45
	Barril	Desarme, limpieza y armado	0,14	00:01:53
	Tolva	Vaciado	0,14	00:00:23
		Reaprovisionamiento	0,14	00:00:00
Extrusora Nylon	Cabezal	Desarme y limpieza	0,06	00:02:04
		Armado	0,06	00:00:40
		Centrado por aproximación	0,06	00:00:22
	Tolva	Vaciado	0,06	00:00:00
		Reaprovisionamiento	0,06	00:00:00
Marcador de presión	N/A	Preparación	0,22	00:01:32
Secador	N/A	Preparación	0,13	00:00:06
Bobinador	N/A	Preparación	0,13	00:00:00
Marcador, secador, cuanta metros, celda de carga, chispometro y capstan 2	N/A	Enhebrado 2	0,13	00:00:39

Autor

En cuanto a la técnica empleada, el sistema de medición de tiempos seleccionado y la escala de valor utilizada, no se presentaron cambios con respecto al estudio realizado sobre la situación inicial.

Por otro lado pero en ese mismo orden de ideas, las filmaciones digitales de las preparaciones siguieron siendo el método de recopilación de datos empleado. En cuanto a los suplementos aplicados por elemento, el resultado de la asignación se encuentra contenida en el ANEXO J.

Debido a que se estimó un comportamiento estable de la demanda por producto, los datos empleados para la obtención de las ocurrencias promedio por subproceso preparativo siguieron siendo los correspondientes al historial de cambios de la línea, contenido en el ANEXO E.

La tabla 52 muestra los resultados obtenidos por el estudio de tiempos por subproceso preparativo de la tercera línea de extrusión, una vez las mejoras fueron implementadas.

Por otro lado, la tabla 53 muestra de manera resumida y concreta, las mejoras implementadas por equipo y por componente, si es el caso, incluyendo los beneficios en términos del indicador escogido, tiempo reducido de preparación interna.

Tabla 53. Tabla resumen por equipo y por componente de implementaciones y sus resultados.

Equipos	Componentes	Mejoras implementadas	Tiempo de preparación interna promedio por ciclo (hh:mm:ss)		Reducción promedio por ciclo (hh:mm:ss)
			Antes	Después	
Devanador	N/A	Sistema alterno de 2 devanadores	00:07:07	00:00:00	00:07:07
Capstan 1 Enderezador	N/A	Tendido del conductor previo al paro Preparación de puntas previa al paro Cambios de tramo rápidos	00:24:35	00:15:20	00:09:15
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Habilitación del segundo porta mallas Inventario de mallas listas Cambio en el procedimiento de balanceo	00:15:14	00:08:56	00:06:18
	Barril	Anclaje externo del cabezal	00:03:46	00:01:53	00:01:53
	Tolva	Sistema doble de tolvas Externalización del reaprovisionamiento del contenedor externo	00:03:12	00:00:23	00:02:49
Extrusora de Nylon	Cabezal	Ninguna	00:03:16	00:03:06	00:00:10
	Tolva	Externalización de preparación	00:00:38	00:00:00	00:00:38
Marcador de presión	N/A	Externalización de búsqueda e identificación de piezas	00:03:50	00:01:32	00:02:18
Secador	N/A	Secador de núcleos intercambiables	00:00:19	00:00:06	00:00:13
Bobinador	N/A	Montaje externo	00:00:41	00:00:00	00:00:41
Marcador Secador cuenta metros celda de carga chispometro capstan 2	N/A	Enhebrado inverso	00:00:57	00:00:39	00:00:18

Autor

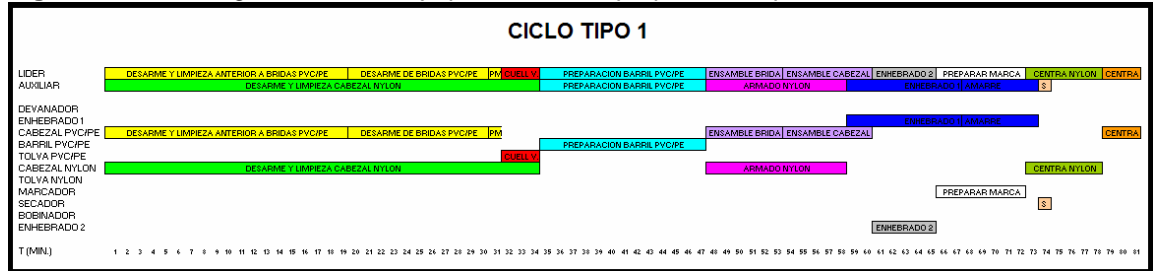
Con el fin último de maximizar los beneficios obtenidos con las mejoras implementadas en cada equipo de la línea, se diseñó e implementó un método de trabajo eficiente por cada uno de los ciclos de preparación posibles.

Empleando diagramas de hombre máquina se logró establecer una secuencia de actividades lógica en donde fueron asignados los subprocesos preparativos de cada equipo perteneciente a la línea, tanto a líder del proceso como a su ayudante.

Empleando la herramienta gráfica, se logró estimar un tiempo de aproximadamente 81 minutos para los ciclos de preparación tipo 1 (figura 41). De igual manera se estableció una metodología de

trabajo que reduce a 0 minutos el tiempo improductivo del extrusor líder, y un a un aproximado de 7 minutos el de su ayudante (pueden ser invertidos en agilizar las actividades asignadas al líder).

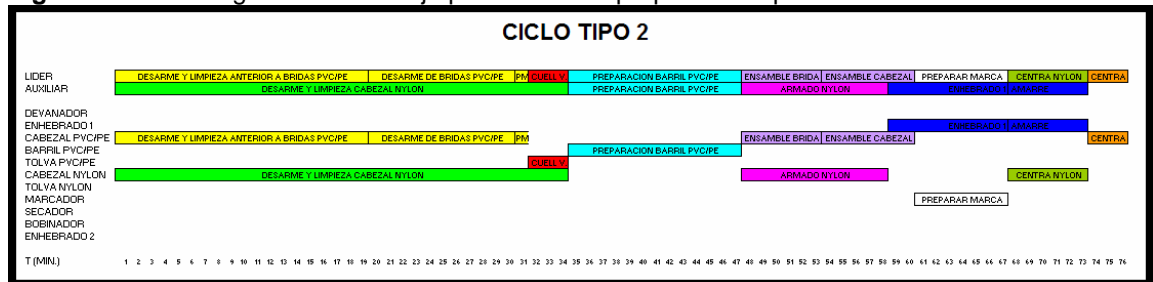
Figura 41. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 1.



Autor

En cuanto a los ciclos de preparación tipo 2, se logró estimar un tiempo de aproximadamente 76 minutos (figura 42). De igual manera se estableció una metodología de trabajo que reduce a 0 minutos el tiempo improductivo del extrusor líder, y un a un aproximado de 3 minutos el de su ayudante (pueden ser invertidos en agilizar las actividades asignadas al líder).

Figura 42. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 2.



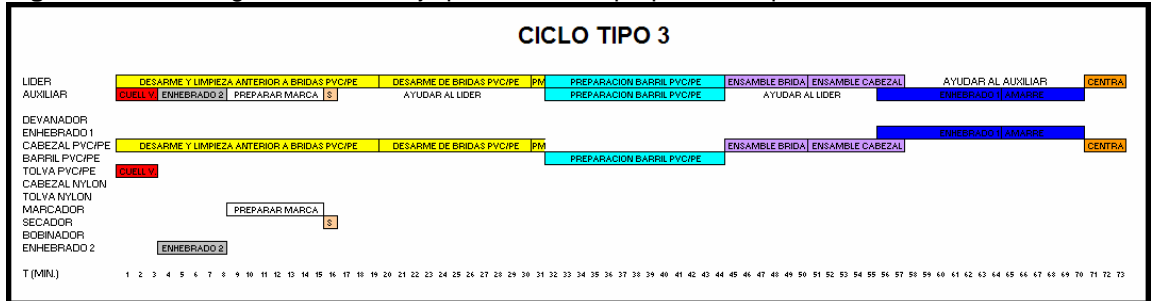
Autor

Con el ciclo tipo 3 se logró estimar un tiempo de aproximadamente 76 minutos (figura 43). De igual manera se estableció una metodología de trabajo que reduce a 12 minutos el tiempo improductivo del extrusor líder, y un a un aproximado de 25 minutos el de su ayudante. En este caso puede apreciarse que se presentan muchos tiempos muertos, sin embargo como en los 2 últimos ciclos, pueden invertirse en la reducción del tiempo requerido para que el compañero termine su labor pendiente.

Con respecto a los ciclos tipo 4, se logró fijar un aproximado de 61 minutos de parada (figura 44). De igual manera se estableció una metodología de trabajo que reduce a 0 minutos el tiempo improductivo del extrusor líder, y un a un aproximado de 7 minutos el de su ayudante, tiempo que como en los demás casos, puede ser invertido para reducir el tiempo requerido por su compañero para completar sus tareas pendientes.

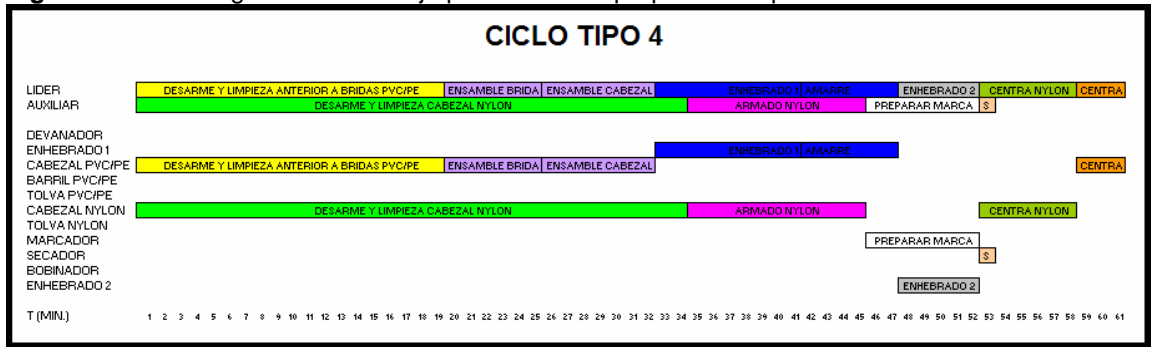
Para finalizar con el ciclo general de preparación tipo 5, no es necesario generar un gráfico para evidenciar que su simplicidad no deja mucho margen para reducir el tiempo originalmente obtenido en el último estudio ... ver tabla 52...

Figura 43. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 3.



Autor

Figura 44. Método general de trabajo para ciclos de preparación tipo 4.



Autor

La técnica utilizada para la implementación de estos métodos generales de preparación no varió mucho con respecto a las anteriores. El 13 de mayo del 2008 se realizó la inducción teórica a los métodos generales de preparación por ciclo, y de manera complementaria se realizaron sesiones prácticas donde, bajo la supervisión del autor, las listas de actividades por miembro del equipo de turno eran cumplidas sin ningún inconveniente (13, 15 y 16 de mayo con los turnos 2, 1 y 3).

Finalmente las operaciones de preparación quedaron soportadas por guías de metodologías de trabajo del ANEXO K.

6. CONCLUSIONES

- Las líneas de producción compuestas por diferentes equipos y destinadas a la fabricación de una alta gama de productos, presentan alta variabilidad y complejidad en la composición de su ciclo preparativo; en estos casos es recomendable antes de profundizar en un análisis muy detallado, hallar la frecuencia promedio con la cual cada subproceso de alistamiento se presenta, y de esta manera lograr focalizar los esfuerzos en reducir tiempos que puedan generar mejores resultados, es decir los que se presentan mas frecuentemente.
- Un método realmente efectivo de preparación para una línea completa de producción a cargo de 2 o mas personas, no puede basarse simplemente en mejoras a subprocesos aislados, una vez se han aplicado las técnicas del SMED al alistamiento de cada equipo, hay que complementar la mejora reorganizando el trabajo ya estandarizado entre quienes han sido seleccionados para llevarlo a cabo, buscando siempre asignar tareas en paralelo, reduciendo aun mas el tiempo de preparación interna.
- En procedimientos largos, dispendiosos y no estandarizados (en cuanto al método de trabajo) como el alistamiento completo de la línea de extrusión, el uso de videocámara para realizar un diagnóstico inicial resulta muy efectivo. Por un lado permite estudiar la operación con el nivel de detalle deseado y por otro asignar tiempos a dos o más operaciones que se estén desarrollando al tiempo. Adicionalmente permite guardar un registro importante que puede consultarse posteriormente.
- La estandarización del tamaño de las piezas es válida y efectiva para reducir tiempo de ajuste en la fijación de parámetros de trabajo y aun mas cuando ésta conlleva la disminución en el tamaño de las mismas, ya que disminuye a su vez el espacio requerido para su almacenamiento y los costos generados por necesidad de reposición a causa del desgaste o deterioro natural.
- Al igual que dar continuidad a la alimentación de la línea constituye una mejora efectiva para procesos productivos discretos -debido a la alta frecuencia con que la línea requiere ser cargada- lo es también para procesos del tipo continuo, ya que si bien son interrumpidos con poca frecuencia, el paro representa un largo periodo de tiempo necesario para establecer nuevamente los parámetros del proceso y el nivel de desperdicio ocasionado es alto.
- Involucrar al personal de planta en la reducción de los tiempos directamente relacionados con la preparación de los equipos de la línea desde el principio del proceso con el análisis elemento por elemento, es vital para asegurar resultados y que los mismos se sigan presentando fuera del tiempo destinado al proyecto, ya que por un lado permite contar con la experiencia de los mismos para acotar las propuestas de mejora (en cuanto a su factibilidad), y por el otro hace que los éxitos alcanzados los sientan como propios.
- Las listas de chequeo son críticas para asegurar la ejecución en su momento de actividades externas. Por más lógico u obvio que parezca la posibilidad de llevar a cabo una tarea específica

fuera del instante de parada, diversas situaciones del ambiente laboral pueden hacer que el operario encargado del alistamiento del puesto de trabajo olvide una ejecución preventiva o la postergación de la misma si no se cuenta con una herramienta que permita recordarlo. El instrumento se vuelve aún más necesario en los casos en que existe un número considerable de elementos de estas características, por un lado porque es más difícil tenerlos a todos presentes, y por el otro, porque existe una oportunidad muy valiosa para poder reducir los tiempos de parada.

- Al externalizar una actividad de preparación no solo se está eliminando tiempo no productivo, también se incrementa el margen de maniobrabilidad al desplazar el riesgo de algún imprevisto fuera del instante de parada y permitir ejecutar una acción correctiva sin que ella retrase el arranque del proceso.

7. RECOMENDACIONES

- Si bien las técnicas de SMED permitieron reducir en gran medida el tiempo de parada ocasionado por la preparación de la línea; el proceso de extrusión se presta para implementar un procedimiento de mejora basado en la técnica de 5 eses, ya que el lugar donde almacenan el herramental empleado en las labores de desarme, limpieza y ensamble, se mantiene desaseado y en un constante desorden, circunstancia que se presta frecuentemente para que las piezas se extravíen y con frecuencia se pierda tiempo en su búsqueda o se deterioren los equipos a causa del uso improvisado e inapropiado de implementos que no fueron diseñados para realizar el ajuste.
- Otra forma diferente de reducir los tiempos de preparación consiste en la programación de la carga de máquina en una secuencia armónica en cuanto a las características del plástico del aislamiento y al tamaño de la referencia. El cambio drástico de color, material o calibre siempre se verá castigado por un tiempo de preparación superior a causa de una mayor necesidad de ajustes. Sin embargo es importante no limitarse solo a este tipo de programación, ya que puede perderse flexibilidad en el proceso.
- Los cambios en el programa de producción y por ende, en la carga de máquina a última hora, pueden estropear casi por completo el trabajo y los resultados obtenidos con la externalización y el uso de las listas de chequeo. Si bien es imposible pedir que se maneje un orden estricto e inalterable a mediano o largo plazo, si debe tratarse de respetar la secuencia cuando el cambio está muy cerca.
- El control estricto no solo tiene que llevarse sobre las líneas destinadas a los procesos finales, la buena administración de los procesos anteriores permite evitar cambios en los tamaños previstos para las herramientas que retrasan el arranque y prolongan de igual forma la preparación de la línea.
- En la externalización de actividades de preparación es muy importante tener presente siempre la seguridad de los operarios a cargo de la operación, porque bajo una gran oportunidad de reducción de tiempo de preparación interno puede ocultarse un alto riesgo de accidente.
- Otro factor muy importante y que siempre debe tenerse presente al plantear una oportunidad de externalización, es la calidad del producto. No puede pretenderse reducir el tiempo de preparación interno a costa de sacrificar el producto en curso y por ende el buen nombre de la empresa.
- No es recomendable iniciar un proceso de disminución de tiempos de preparación por la automatización de sus procedimientos, ya que además de involucrar costos elevados, las reducciones resultantes no son las esperadas con respecto a la inversión. Por esta razón la mayoría de las ocasiones constituyen el último recurso disponible.

BIBLIOGRAFÍA

HARMON, Roy L., PETERSON, Leroy D. Reinventar la fábrica: Como introducir mejoras sensibles en la producción industrial. México : LIMUSA, 1994.

HIRANO, Hiroyuki. Manual de Implementación de JIT. Cambridge, : Productivity Press, 1991.

SCHONBERGER, Richard J. Técnicas japonesas de fabricación. México : LIMUSA, 1995.

SHINGO, Shigeo. The SMED System I : Theory and Conceptual Stages. Cambridge : Productivity Press, 1987.

_____ The SMED System II : Practical Applications. Productivity Press. Cambridge : Productivity Press, 1987.

_____ Una Revolución en la producción : el Sistema SMED. 3 ed. Cambridge : Productivity Press, 1993.

www.cidem.com/cidem/binaris/5S_tcm48_8182.pdf . Documento Web. METODOLOGÍA DE LAS 5S MAYOR PRODUCTIVIDAD MEJOR LUGAR DE TRABAJO.

http://membres.lycos.fr/hconline/smed_us.htm . Documento Web. SMED Quick changeovers for less downtimes.

http://anbor.com/proyectos_fan_smed.htm . Sitio Web de Albor Consulting. Caso práctico.

<http://www.geocities.com/parthadeb/smed.html> . Documento Web. A REVOLUTION IN
MANUFACTURING – THE SMED SYSTEM

<http://es.wikipedia.org/wiki/SMED> . Documento Web. SMED.

ANEXOS

ANEXO A. Composición del ciclo de preparación de la línea de extrusión 3

CICLO DE PREPARACIÓN	PROCESO DE PREPARACIÓN														EQUIPO								
	SUBPROCESO PREPARATIVO		COMPONENTE	Cabezal							Barril	Tolva		Cabezal			Tolva		N/A	N/A	N/A	N/A	
	Desmonte	Montaje	N/A	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas	Desarme de bridas	Limpieza y montaje del porta mallas	Ensamble del cabezal	Ensamble de bridas	Centrado	Desarme, limpieza y armado	Vaciado	Reaprovisionamiento	Desarme y limpieza		Armado	Centrado por aproximación	Vaciado	Reaprovisionamiento	Preparación	Preparación	Preparación	Enhebrado 2
TIPO 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TIPO 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
TIPO 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	
TIPO 4	X	X	X	X	X			X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TIPO 5	X	X	X	X																			

ANEXO B. Diagramas de flujo de las operaciones de preparación de la línea de extrusión 3

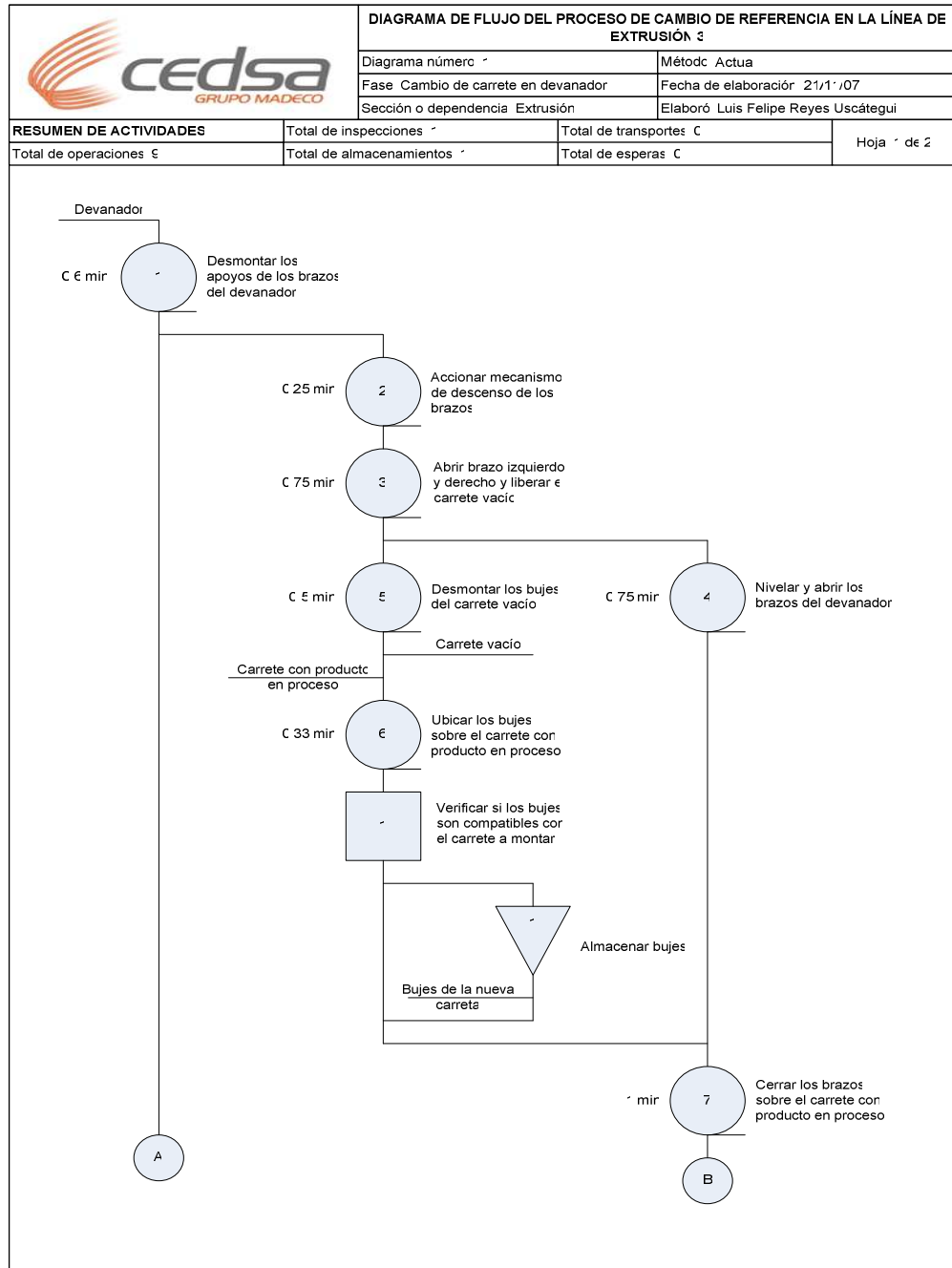




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 1	Método: Actual
Fase: Cambio de carrete en devanador	Fecha de elaboración: 21/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 1	Total de transportes: 0	Hoja: 2 de 2
Total de operaciones: 9	Total de almacenamientos: 1	Total de esperas: 0	

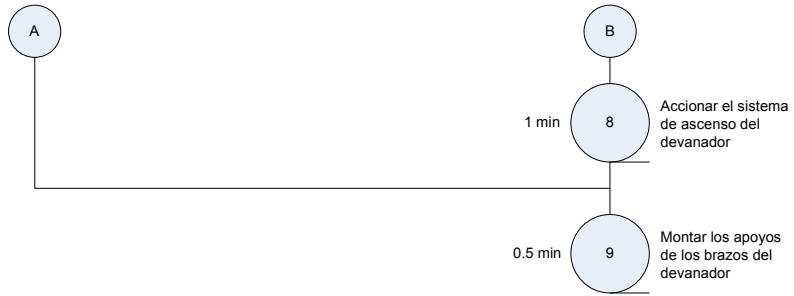




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número 2	Método Actual
Fase Enhebrado	Fecha de elaboración 17/11/07
Sección o dependencia Extrusión	Elaboró Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones C	Total de transportes C	Hoja 1 de 1
Total de operaciones 5	Total de almacenamientos C	Total de esperas C	

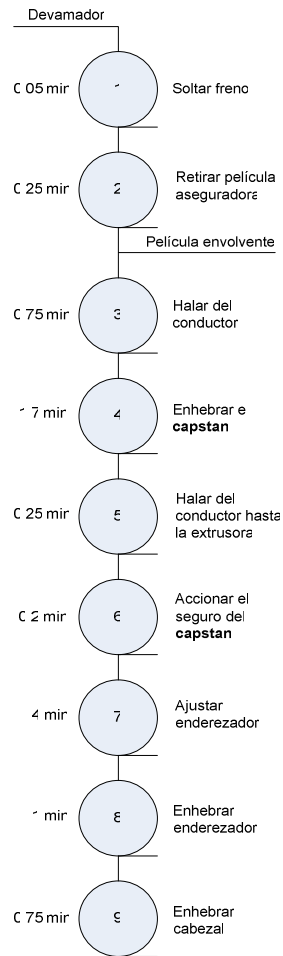




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número 3	Método Actual
Fase Vaciado de tolva de PVC	Fecha de elaboración 17/11/07
Sección o dependencia Extrusión	Elaboró Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones C	Total de transportes C	Hoja 1 de 1
Total de operaciones 7	Total de almacenamientos C	Total de esperas 1	

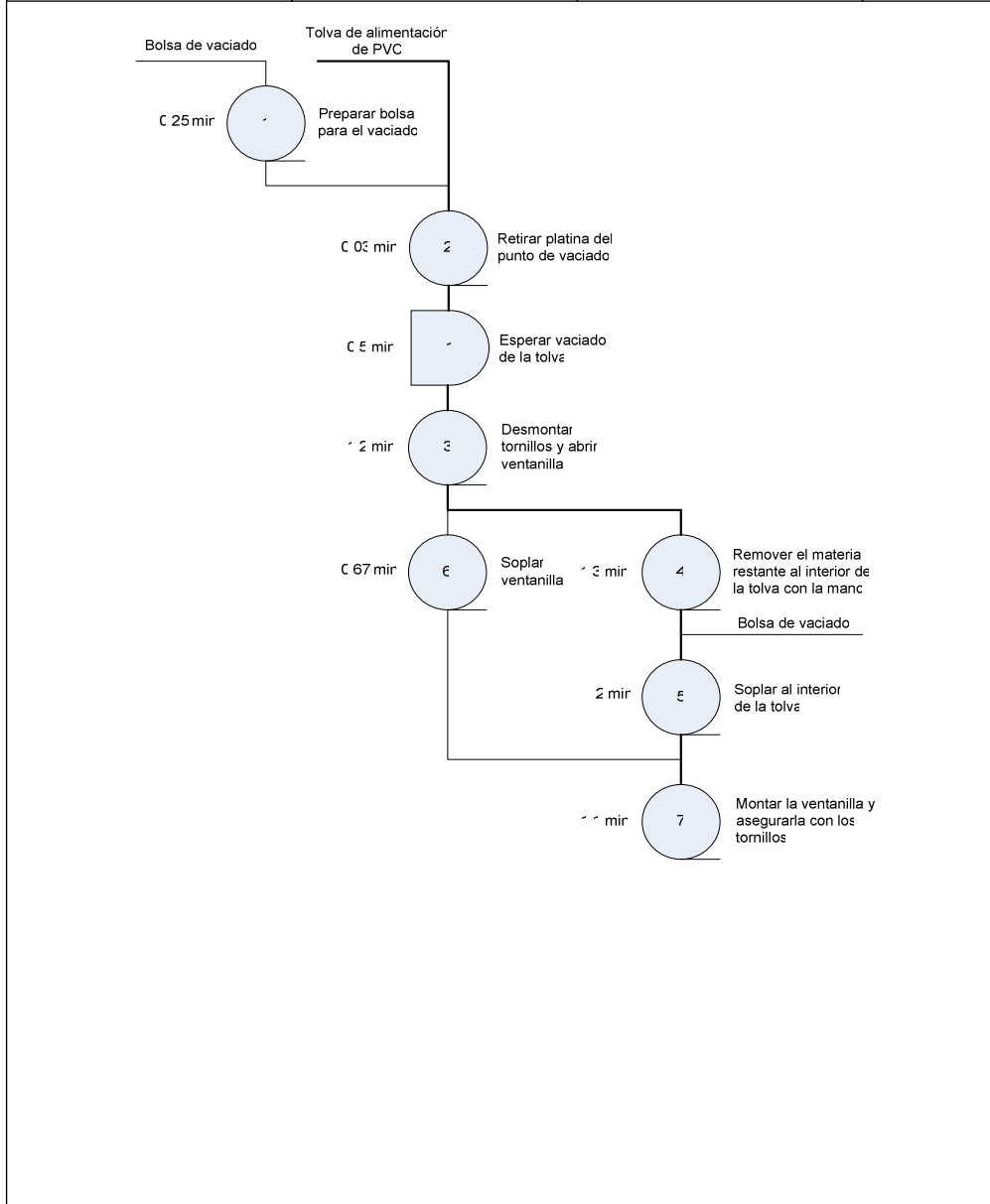




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número 4	Método Actual
Fase Limpieza de extrusora PCV/PE	Fecha de elaboración 23/11/07
Sección o dependencia Extrusión	Elaboró Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones 2	Total de transportes 21	Hoja 1 de 7
Total de operaciones 65	Total de almacenamientos 2	Total de esperas 2	

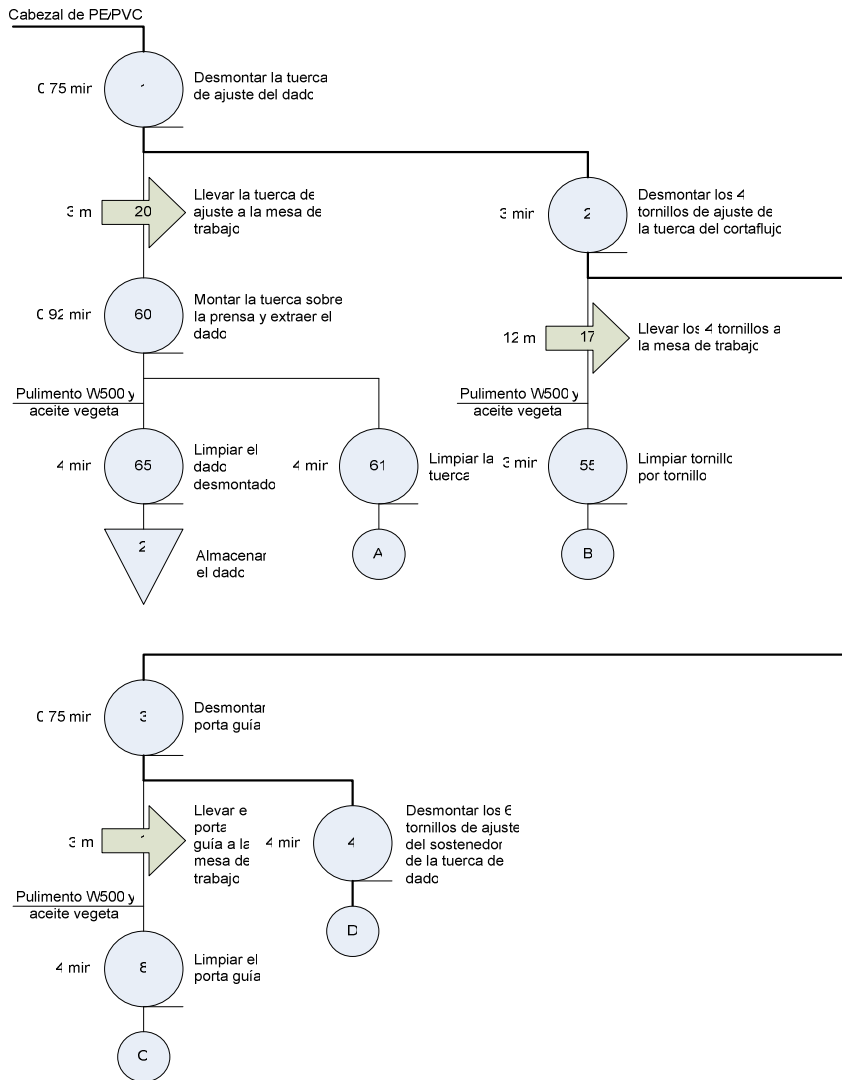




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 4	Método: Actua
Fase: Limpieza de extrusora PCV/PE	Fecha de elaboración: 23/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 2	Total de transportes: 21	Hoja 2 de 7
Total de operaciones: 65	Total de almacenamientos: 2	Total de esperas: 2	

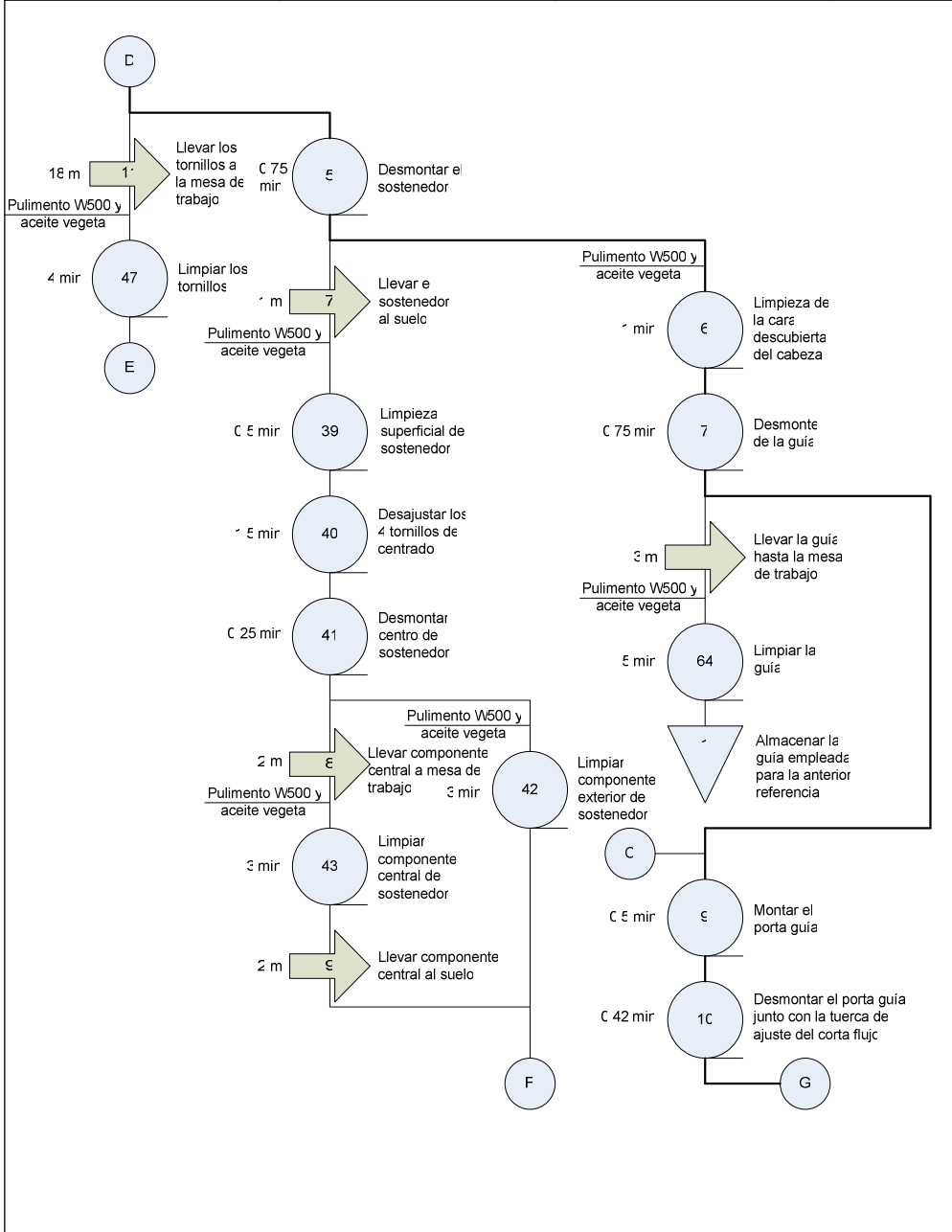




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 4	Método: Actua
Fase: Limpieza de extrusora PCV/PE	Fecha de elaboración: 23/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 2	Total de transportes: 21	Hoja: 4 de 7
Total de operaciones: 65	Total de almacenamientos: 2	Total de esperas: 2	

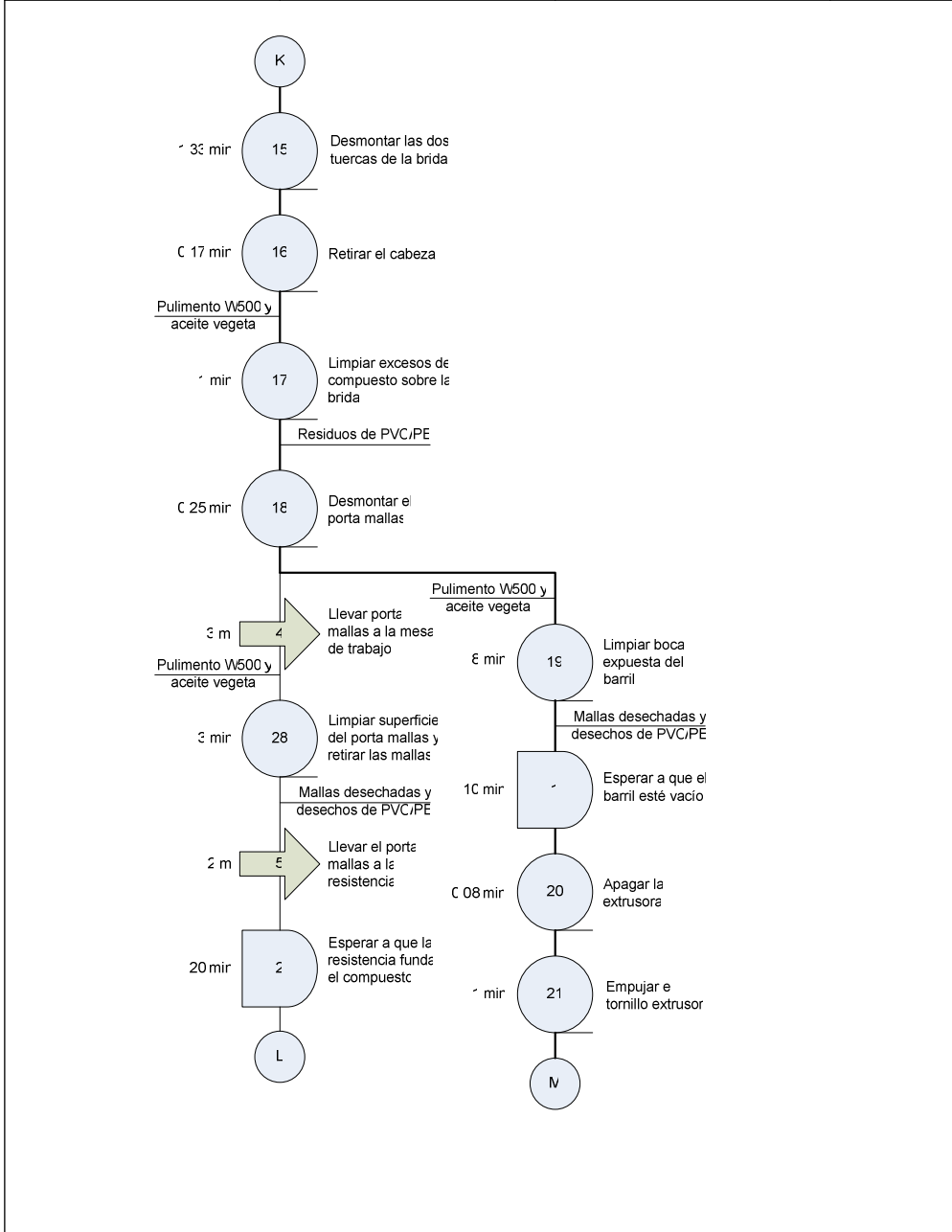




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 4	Método: Actua
Fase: Limpieza de extrusora PCV/PE	Fecha de elaboración: 23/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 2	Total de transportes: 21	Hoja 5 de 7
Total de operaciones: 65	Total de almacenamientos: 2	Total de esperas: 2	

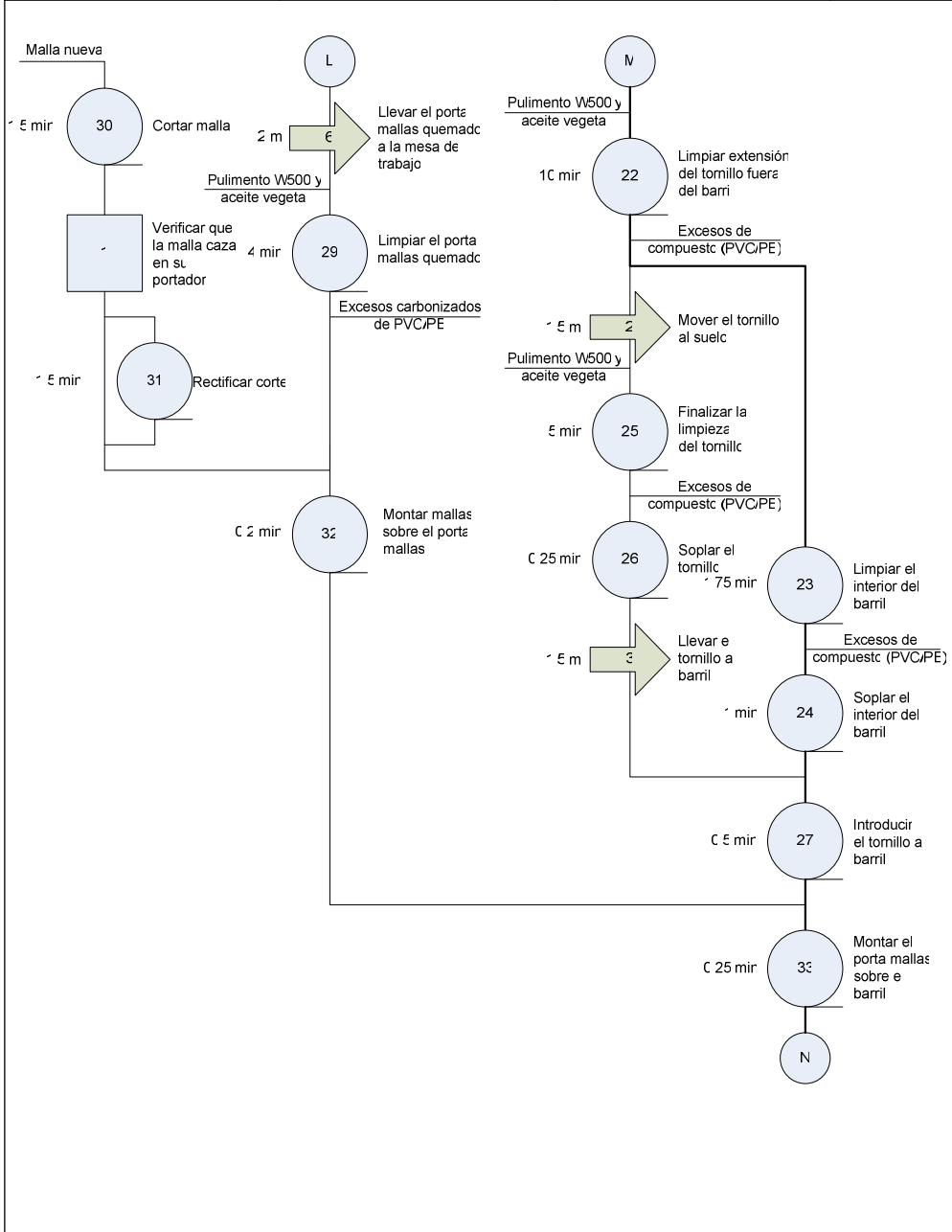




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número 4	Método Actua
Fase Limpieza de extrusora PCV/PE	Fecha de elaboración 23/1/07
Sección o dependencia Extrusión	Elaboró Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones 2	Total de transportes 21	Hoja 6 de 7
Total de operaciones 65	Total de almacenamientos 2	Total de esperas 2	

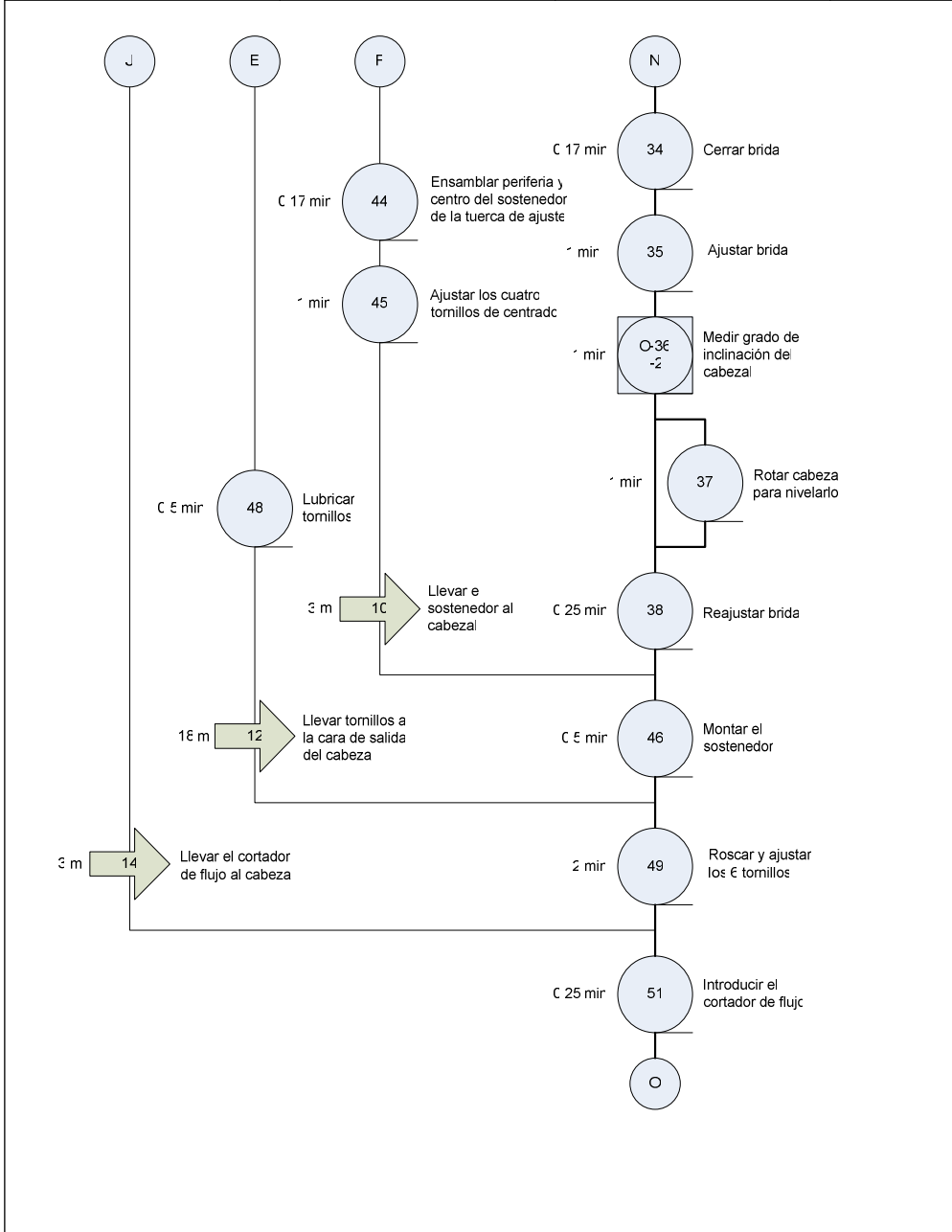




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número 4	Método Actua
Fase Limpieza de extrusora PCV/PE	Fecha de elaboración 23/1/07
Sección o dependencia Extrusión	Elaboró Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones 2	Total de transportes 21	Hoja 7 de 7
Total de operaciones 65	Total de almacenamientos 2	Total de esperas 2	

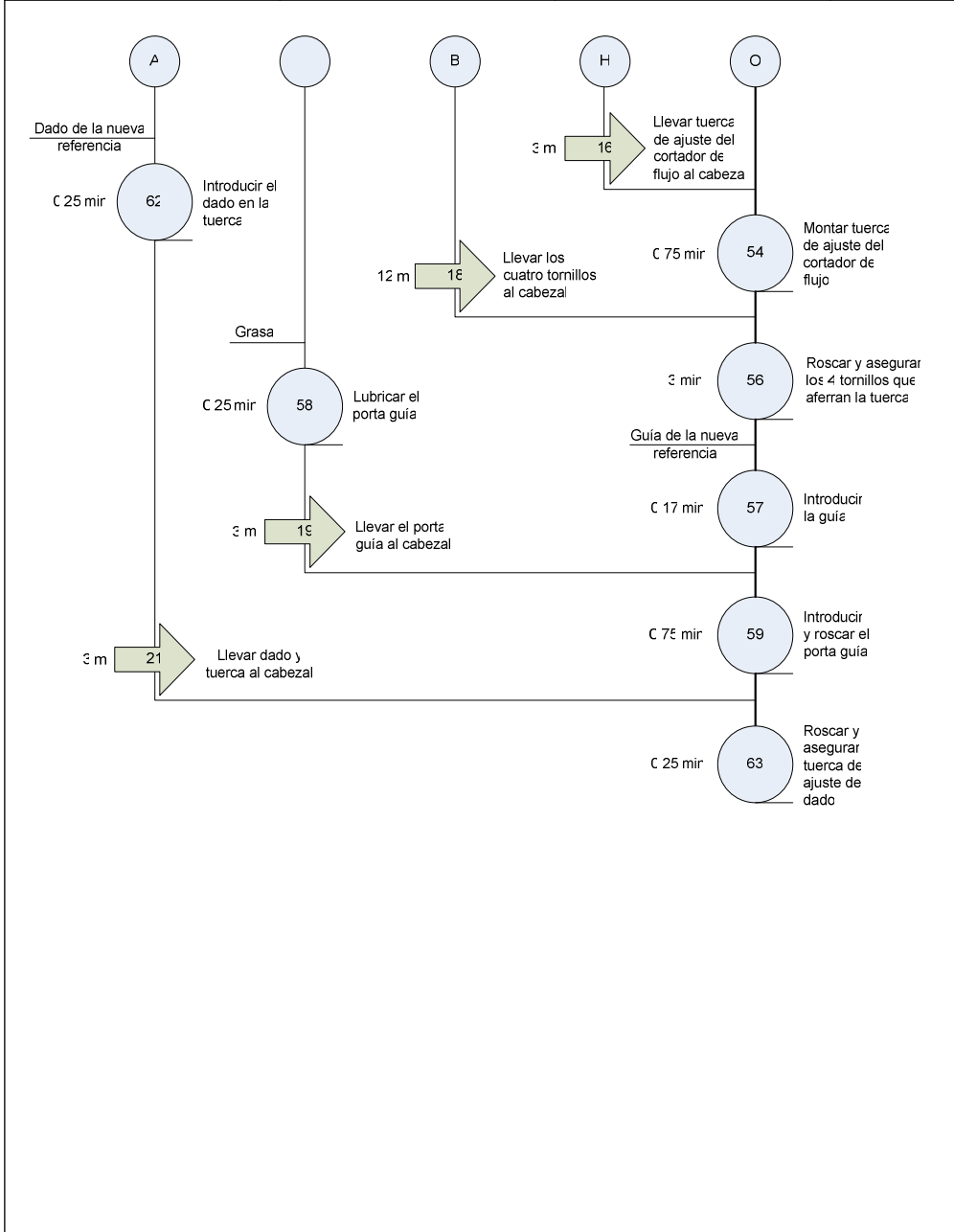




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 5	Método: Actua
Fase: Limpieza de la tolva de alimentación PA	Fecha de elaboración: 30/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 0	Total de transportes: 2	Hoja 1 de 1
Total de operaciones: 0	Total de almacenamientos: 0	Total de esperas: 0	

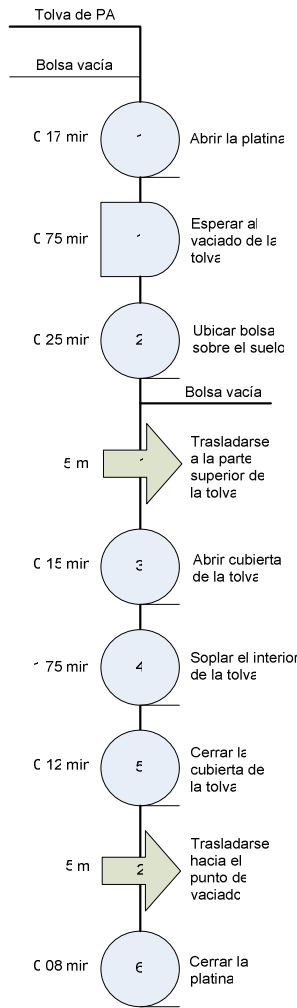




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número	€	Método	Actua
Fase	Limpeza de extrusora de PA	Fecha de elaboración	18/11/07
Sección o dependencia	Extrusión	Elaboró	Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones	C	Total de transportes	21	Hoja 1 de 6
Total de operaciones	44	Total de almacenamientos	2	Total de esperas	

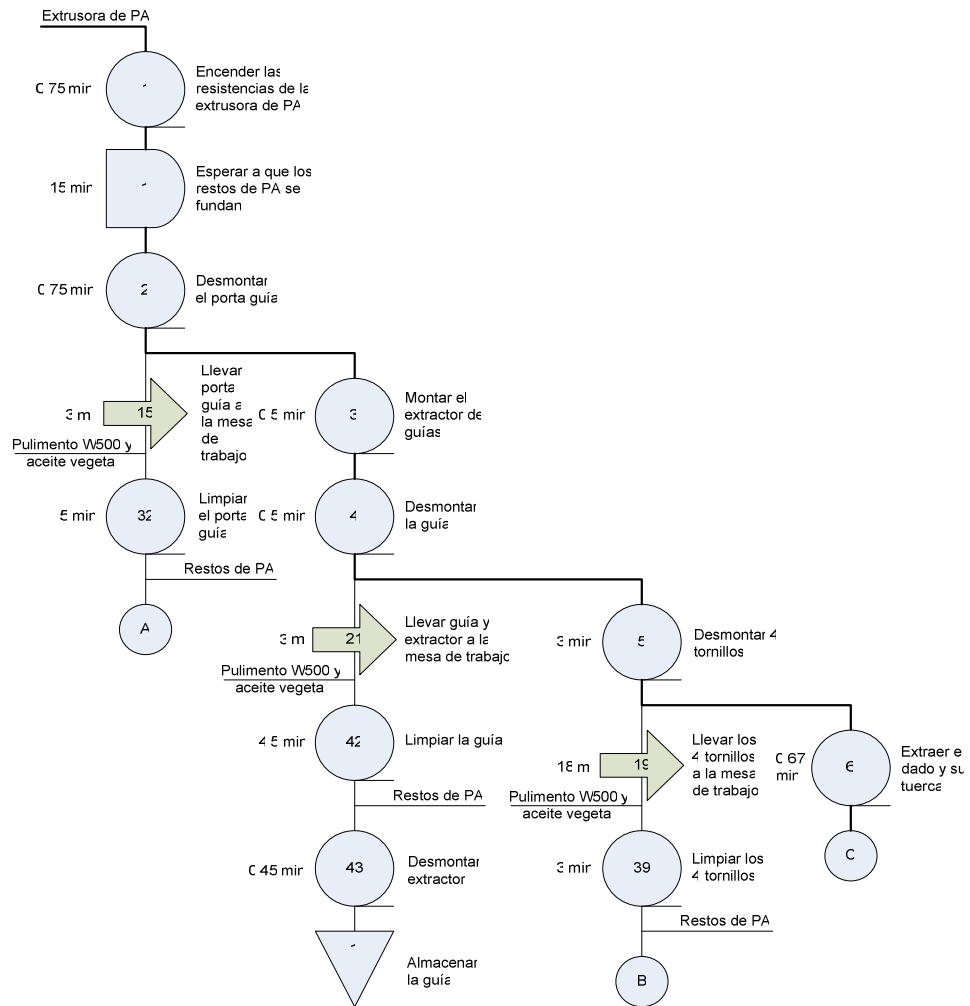




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número	€	Método	Actua
Fase	Limpieza de extrusora de PA	Fecha de elaboración	18/11/07
Sección o dependencia	Extrusión	Elaboró	Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones	C	Total de transportes	21	Hoja 3 de €
Total de operaciones	44	Total de almacenamientos	2	Total de esperas	

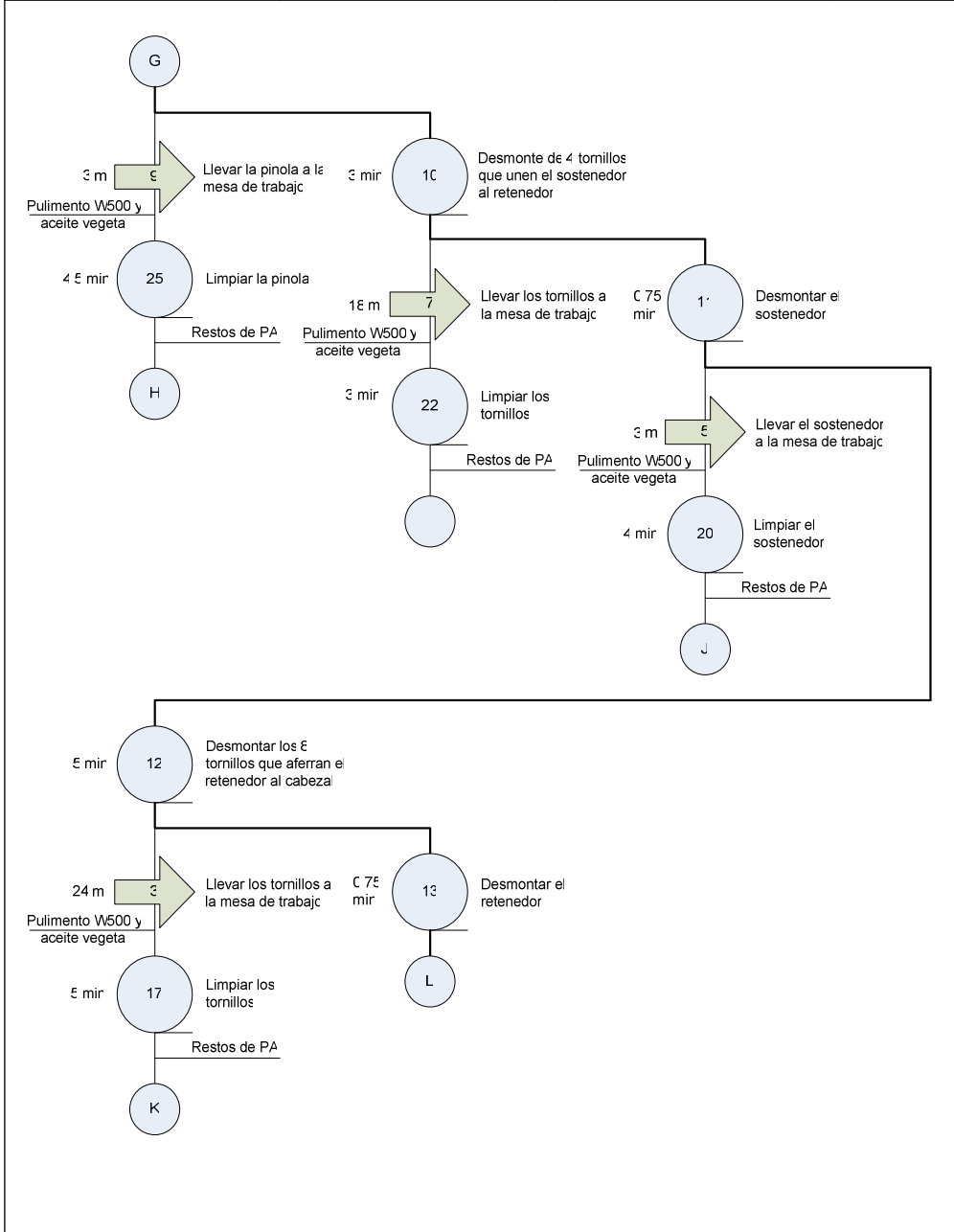




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número	€	Método	Actua
Fase	Limpieza de extrusora de PA	Fecha de elaboración	18/11/07
Sección o dependencia	Extrusión	Elaboró	Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones	C	Total de transportes	21	Hoja 4 de €
Total de operaciones	44	Total de almacenamientos	2	Total de esperas	

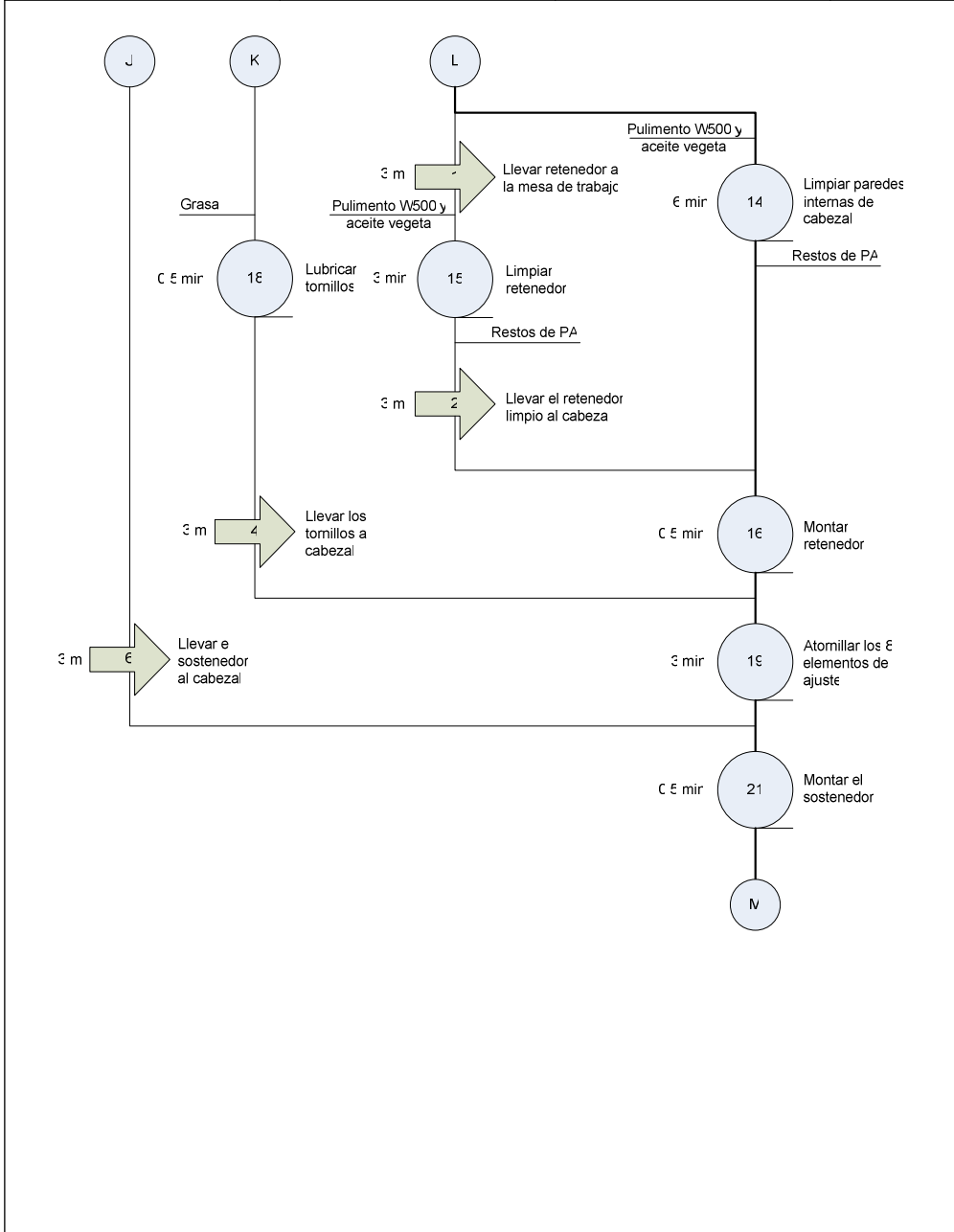




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número	€	Método	Actua
Fase	Limpieza de extrusora de PA	Fecha de elaboración	18/11/07
Sección o dependencia	Extrusión	Elaboró	Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones	C	Total de transportes	21	Hoja € de €
Total de operaciones	44	Total de almacenamientos	2	Total de esperas	

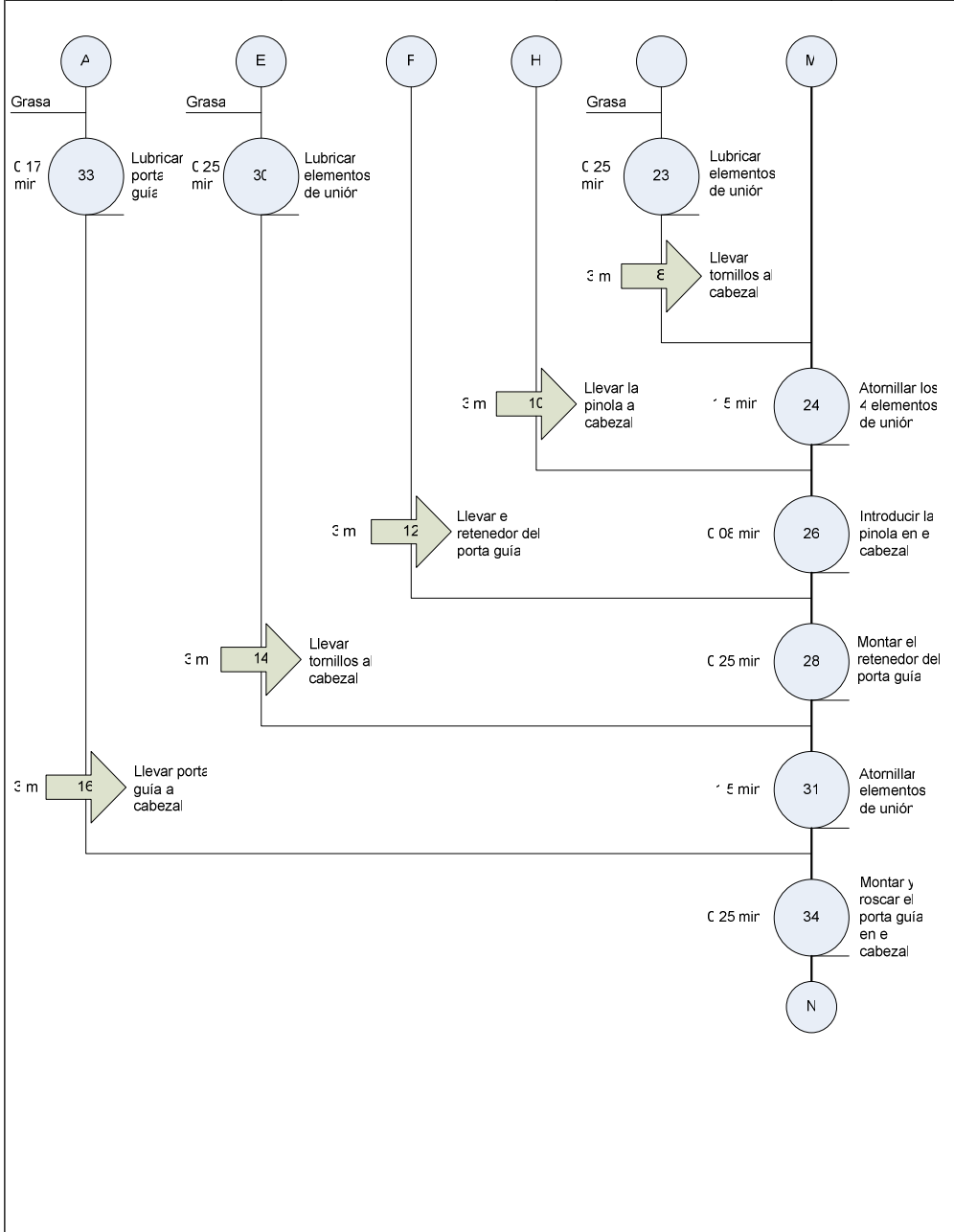




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 6	Método: Actual
Fase: Limpieza de extrusora de PA	Fecha de elaboración: 18/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 0	Total de transportes: 21	Hoja: 6 de 6
Total de operaciones: 44	Total de almacenamientos: 2	Total de esperas: 1	

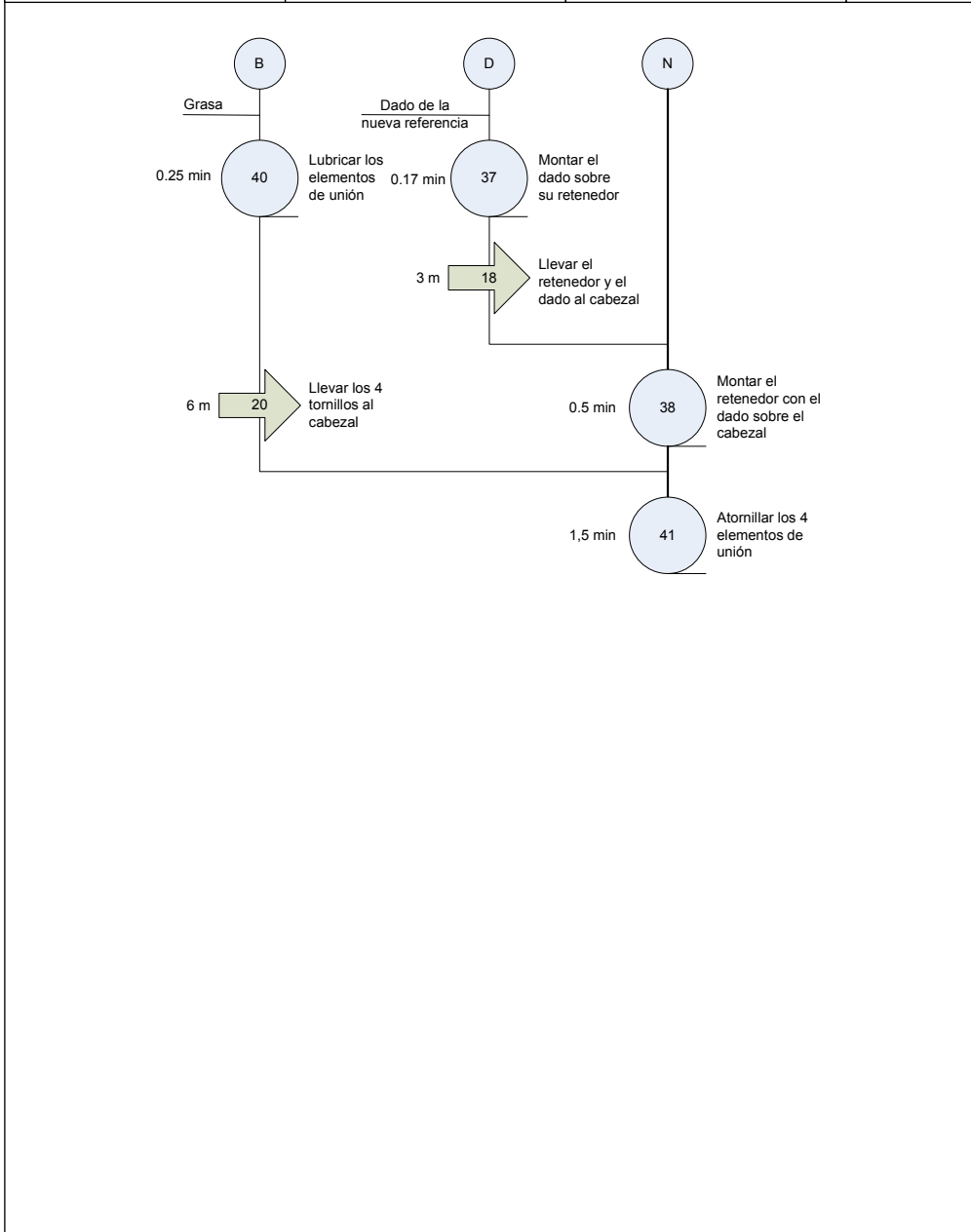




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 7	Método: Actua
Fase: Enhebrado 2	Fecha de elaboración: 29/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 7	Total de transportes: 4	Hoja 1 de 2
Total de operaciones: 30	Total de almacenamientos: C	Total de esperas: C	

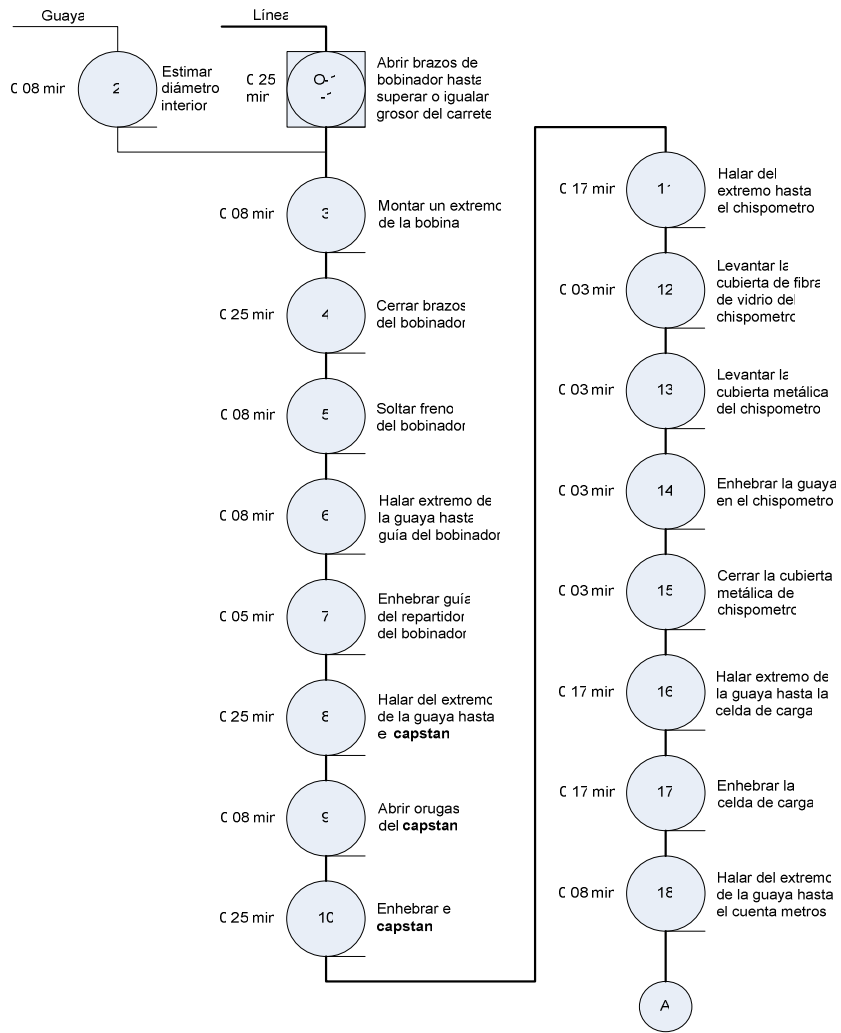




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 7	Método: Actual
Fase: Enhebrado 2	Fecha de elaboración: 29/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 1	Total de transportes: 4	Hoja: 2 de 2
Total de operaciones: 30	Total de almacenamientos: 0	Total de esperas: 0	

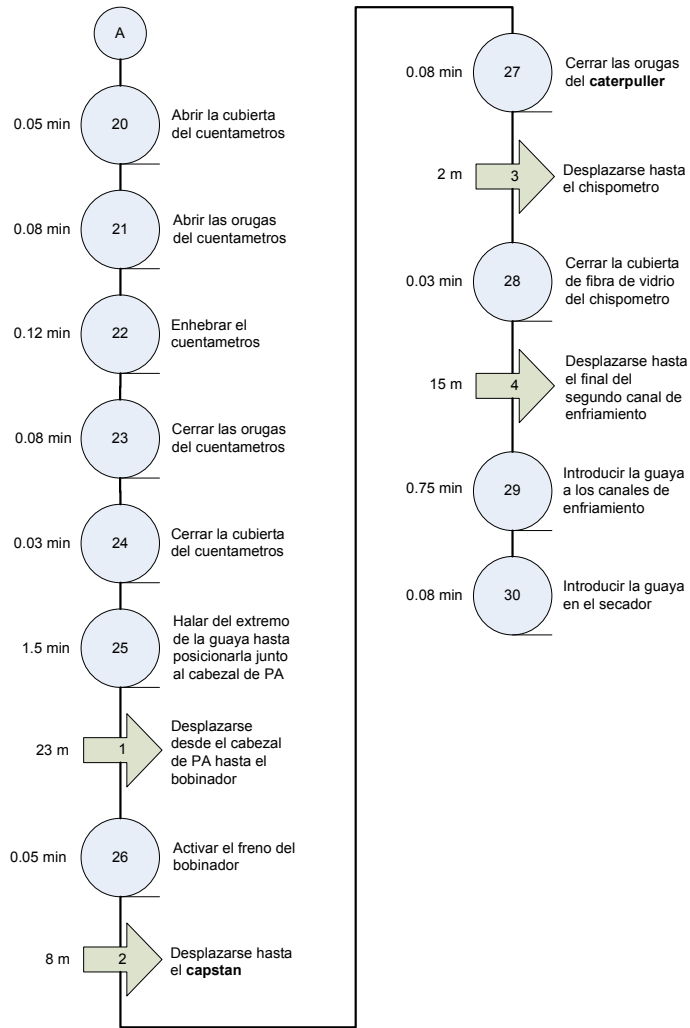




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número	ε	Método	Actua
Fase	Amarre	Fecha de elaboración	16/11/07
Sección o dependencia	Extrusión	Elaboró	Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones	C	Total de transportes	C	Hoja 1 de 1
Total de operaciones	ε	Total de almacenamientos	C	Total de esperas	

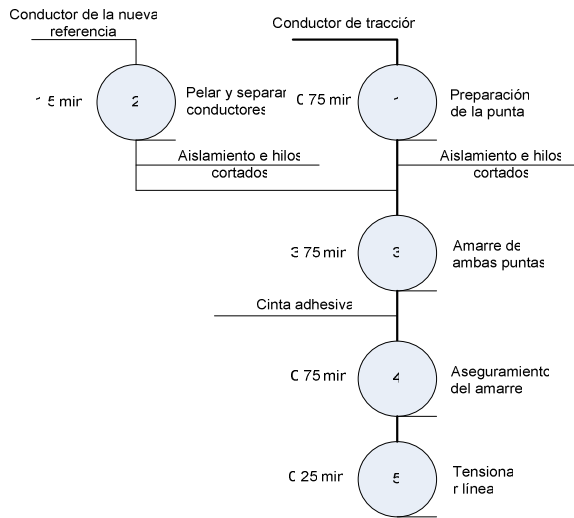




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número	€	Método	Actua
Fase	Preparación del marcador de presión	Fecha de elaboración	25/11/07
Sección o dependencia	Extrusión	Elaboró	Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones	4	Total de transportes	2	Hoja 1 de 3
Total de operaciones	27	Total de almacenamientos	2	Total de esperas	

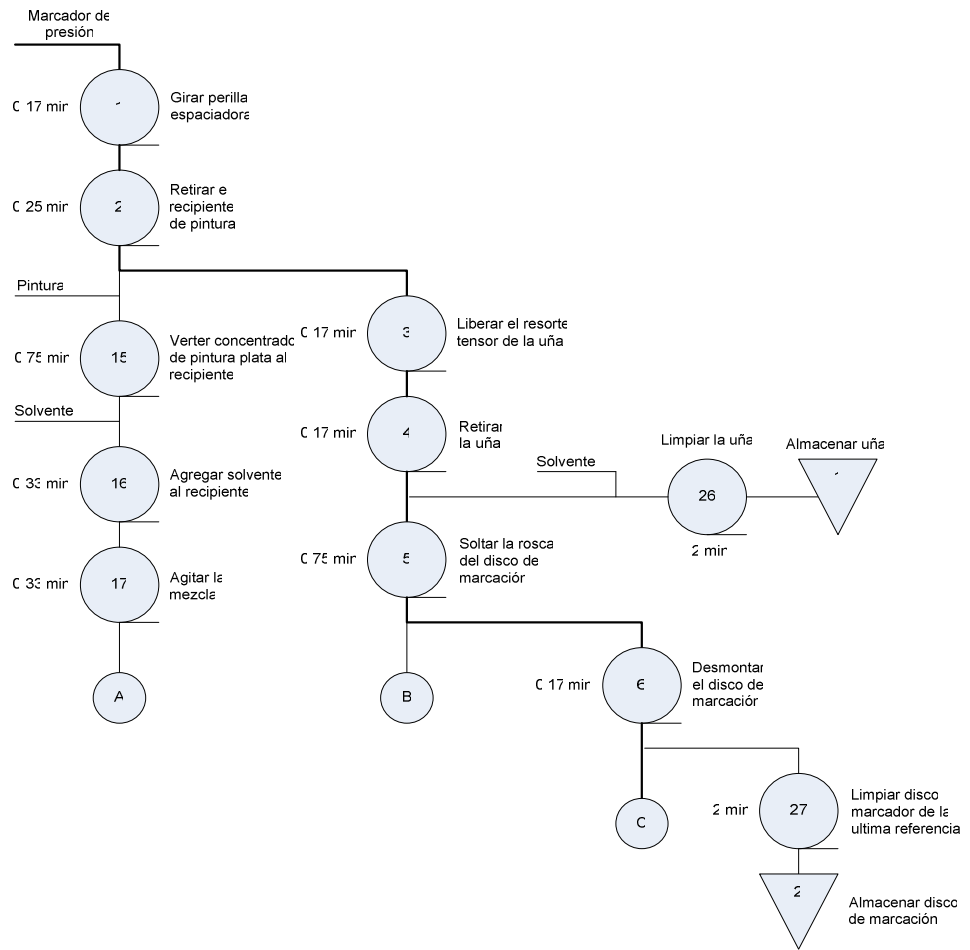




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 9	Método: Actual
Fase: Preparación del marcador de presión	Fecha de elaboración: 25/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 4	Total de transportes: 2	Hoja: 2 de 3
Total de operaciones: 27	Total de almacenamientos: 2	Total de esperas: 0	

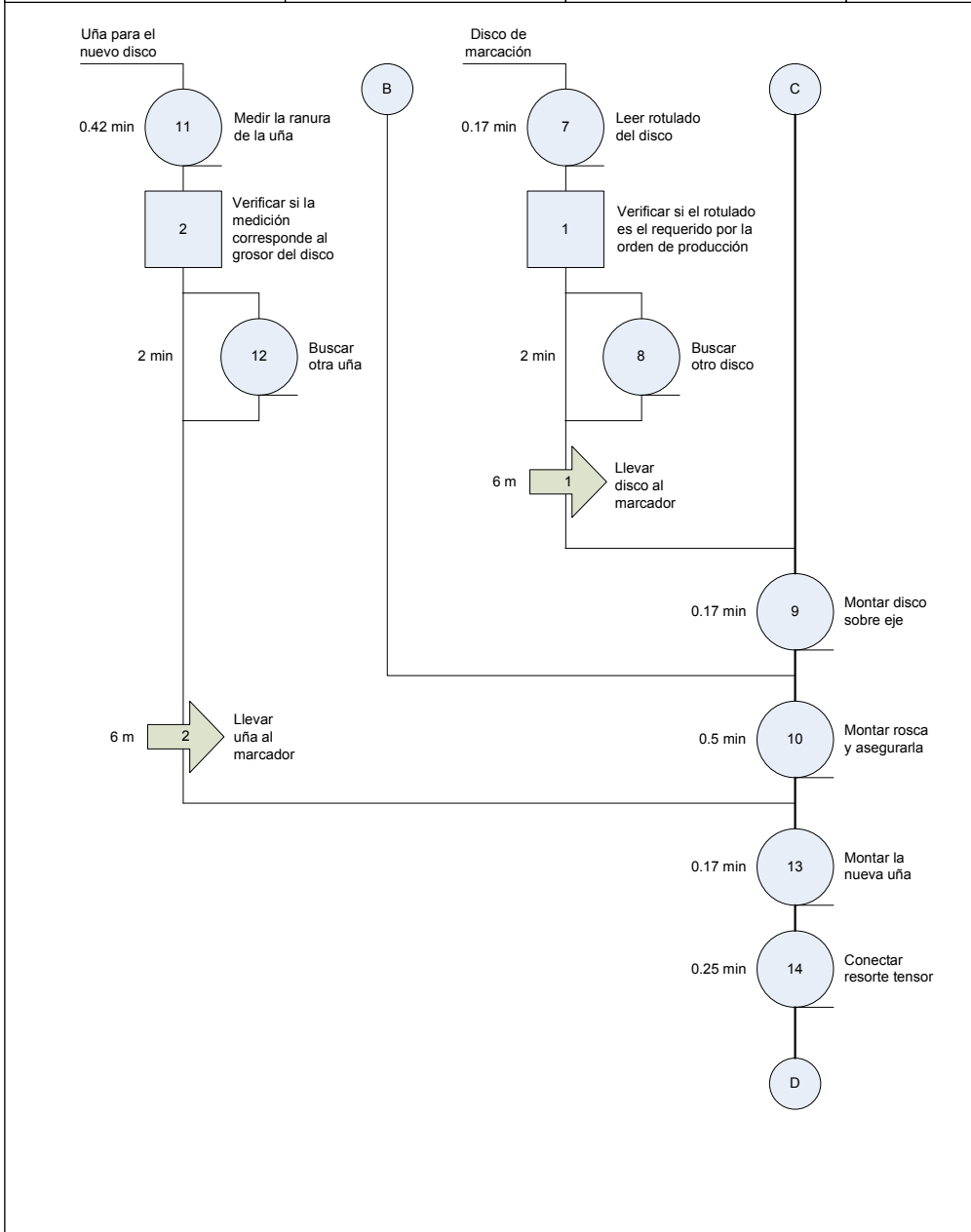




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 9	Método: Actual
Fase: Preparación del marcador de presión	Fecha de elaboración: 25/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 4	Total de transportes: 2	Hoja: 3 de 3
Total de operaciones: 27	Total de almacenamientos: 2	Total de esperas: 0	

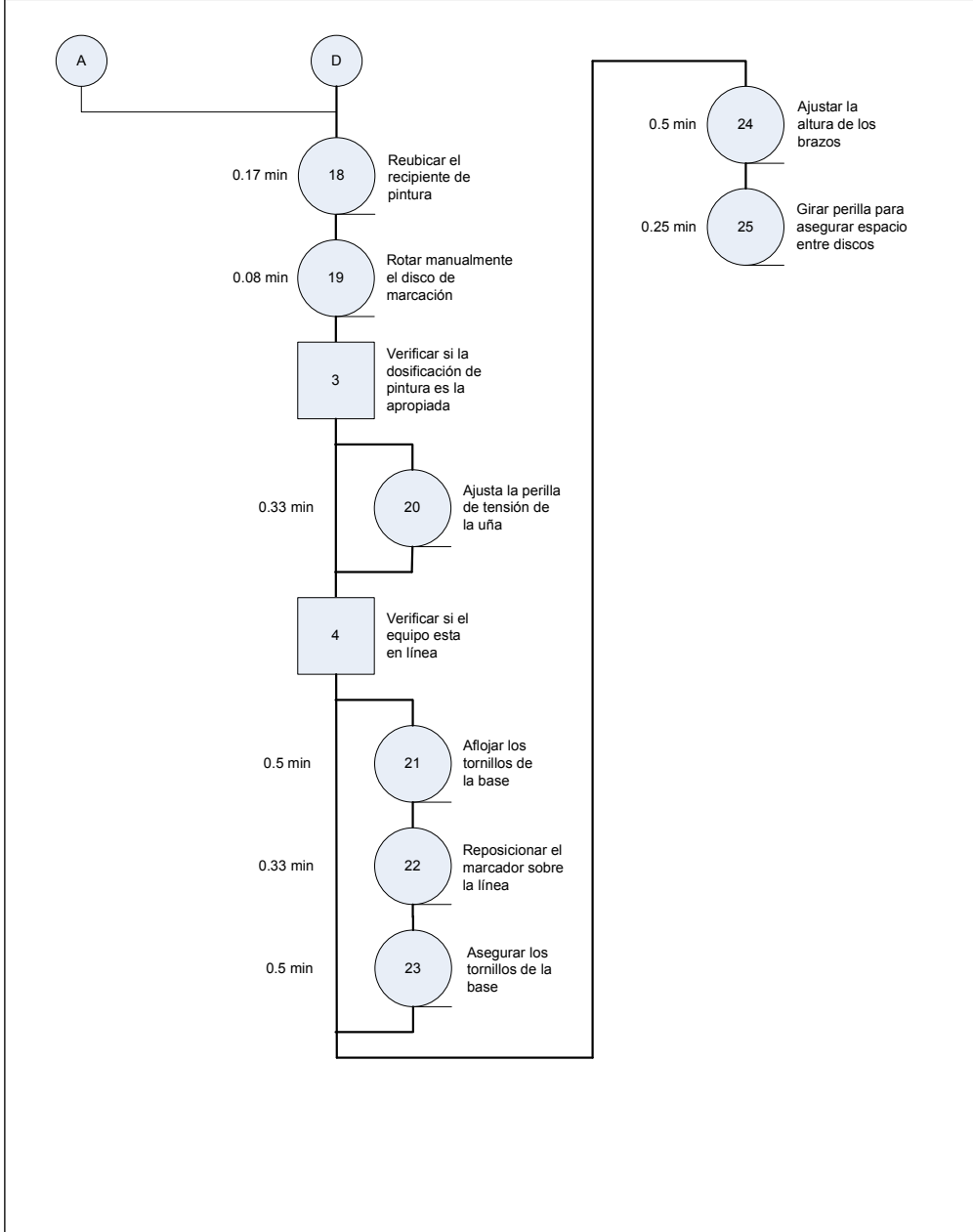




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 1C	Método: Actua
Fase: Cambio de secador	Fecha de elaboración: 27/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 7	Total de transportes: 7	Hoja 1 de 1
Total de operaciones: 8	Total de almacenamientos: 1	Total de esperas: 0	

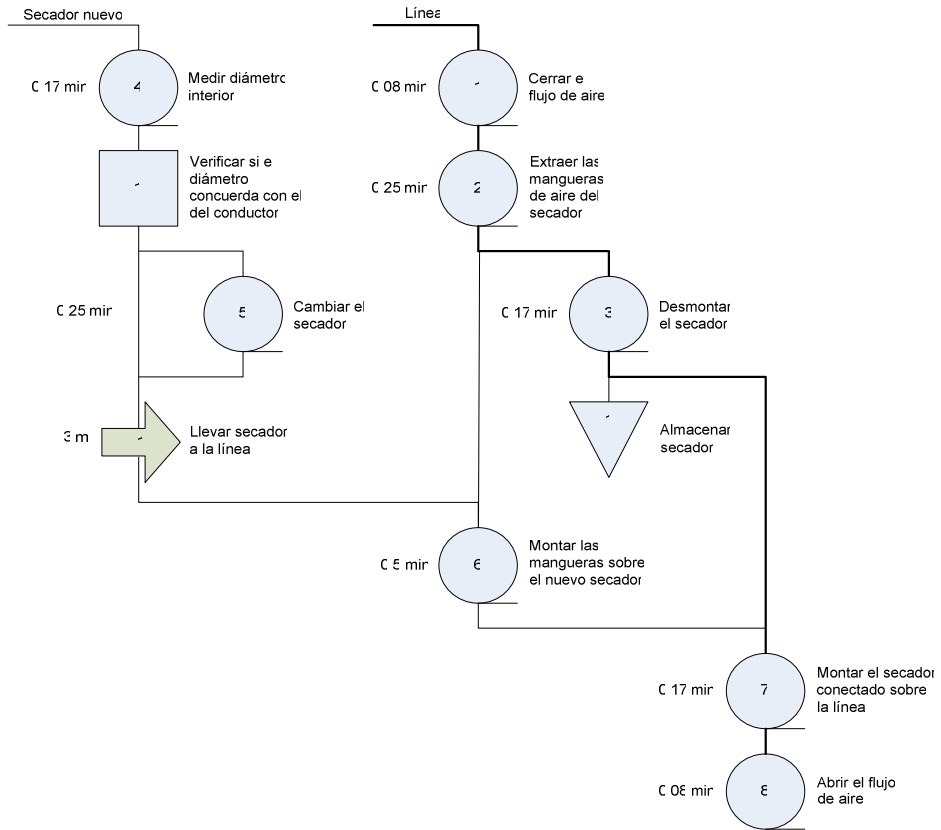




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 1	Método: Actua
Fase: Reaprovisionamiento de PVC/PE	Fecha de elaboración: 30/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 1	Total de transportes: 1	Hoja 1 de 1
Total de operaciones: 10	Total de almacenamientos: 0	Total de esperas: 0	

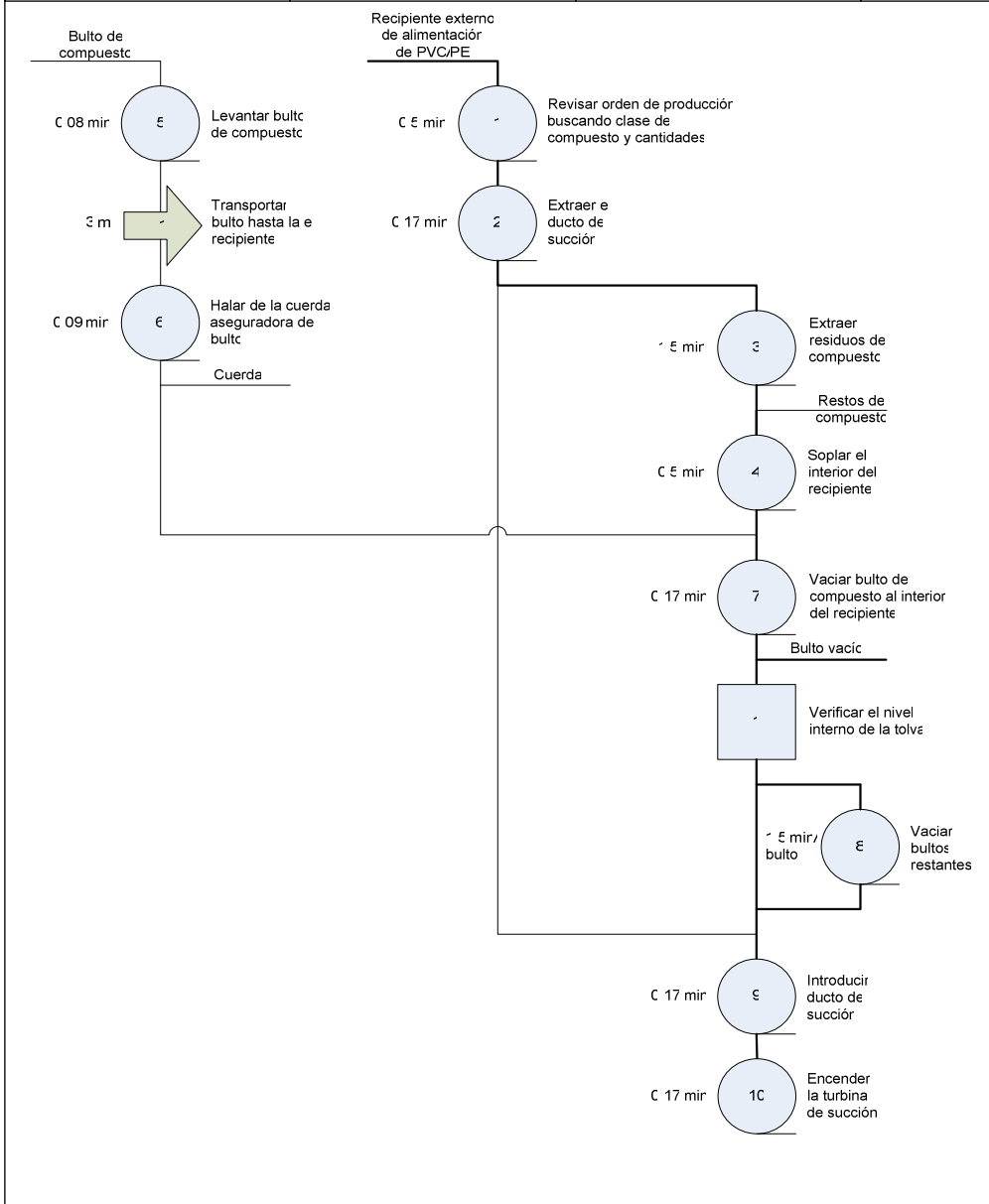




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 12	Método: Actua
Fase: Reaprovisionamiento de PA	Fecha de elaboración: 30/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 1	Total de transportes: 1	Hoja 1 de 1
Total de operaciones: 5	Total de almacenamientos: 0	Total de esperas: 0	

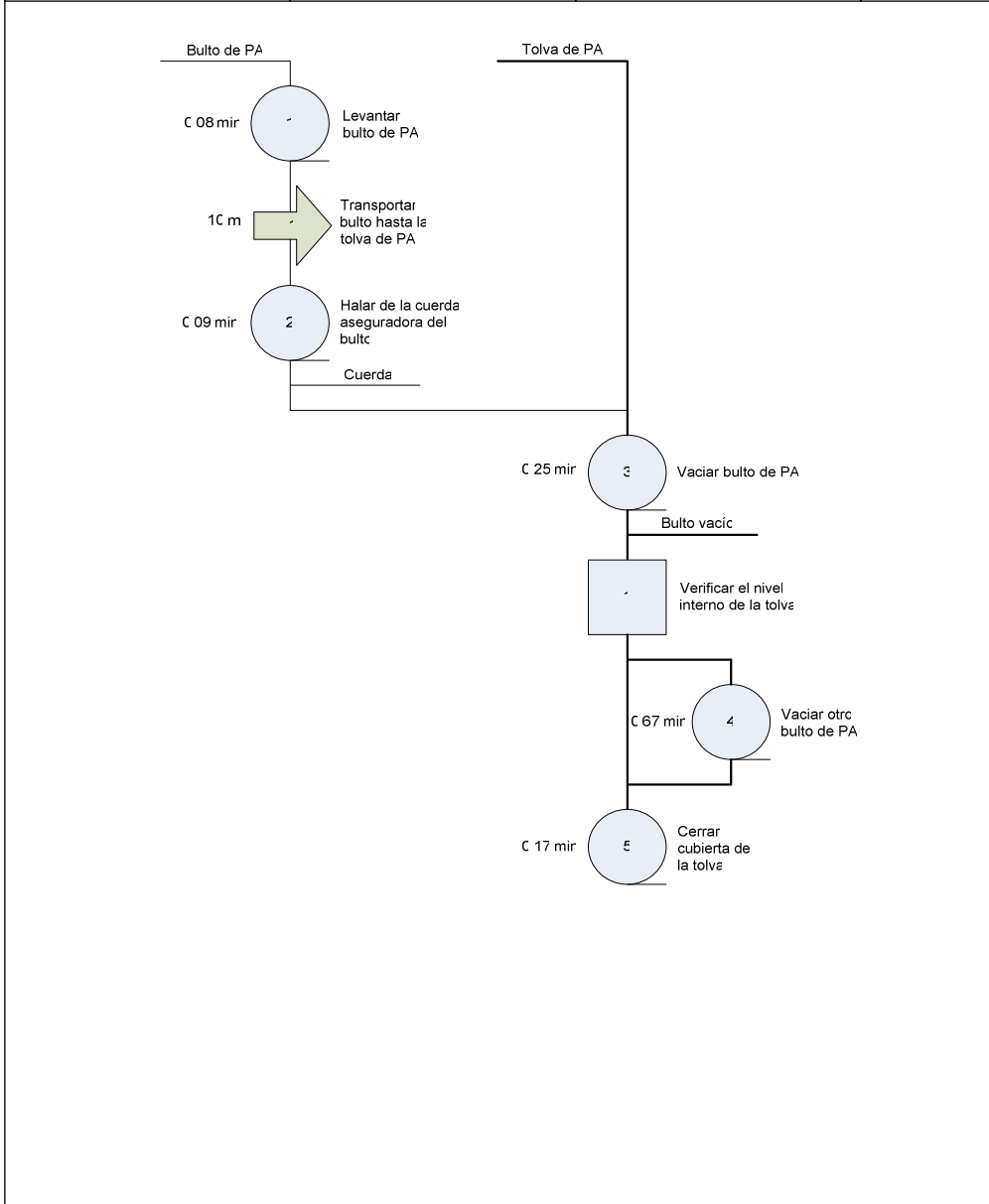




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 13	Método: Actua
Fase: Centrado de PVC/PE	Fecha de elaboración: 30/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 7	Total de transportes: C	Hoja 1 de 1
Total de operaciones: E	Total de almacenamientos: C	Total de esperas: 7	

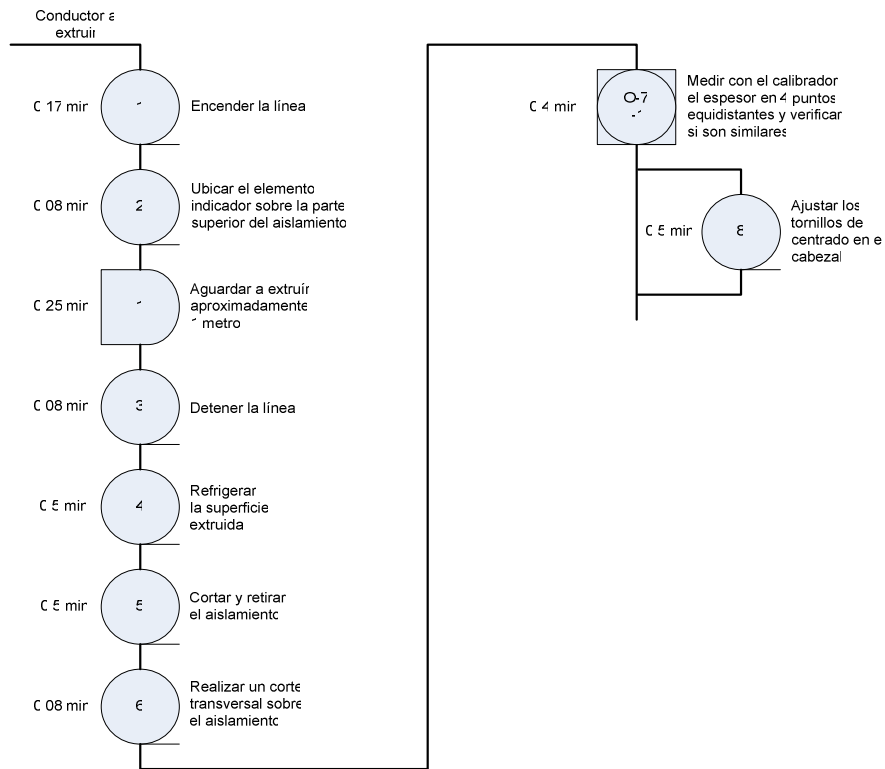
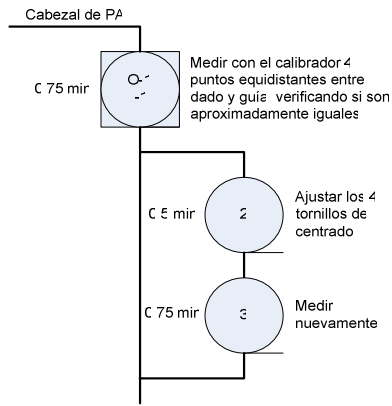




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 3

Diagrama número: 14	Método: Actua
Fase: Centrado de PA	Fecha de elaboración: 30/11/07
Sección o dependencia: Extrusión	Elaboró: Luis Felipe Reyes Uscátegui

RESUMEN DE ACTIVIDADES	Total de inspecciones: 1	Total de transportes: C	Hoja 1 de 1
Total de operaciones: 3	Total de almacenamientos: C	Total de esperas: C	



ANEXO C. Elementos componentes de los subprocesos de preparación anterior a la implementación

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		INICIA	TERMINA
			Elemento	Descripción		
Devanador	N/A	Desmonte	Elemento 1	Retirar los soportes de los brazos	Accionar el botón de elevación	Soltar ultimo soporte sobre devanador
			Elemento 2	Bajar los brazos del devanador	Dejar ultimo soporte sobre devanador	Bajar el carrete vacío
			Elemento 3	Abrir los brazos del devanador	Bajar el carrete vacío	Soltar la manivela de apertura del segundo brazo
			Elemento 4	Desmontar bujes	Soltar la manivela de apertura del segundo brazo	Soltar el segundo buje
			Elemento 5	Retirar el carrete vacío	Soltar el segundo buje	Soltar el carrete lejos del devanador
		Montaje	Elemento 6	Acercar el nuevo carrete	Soltar el carrete lejos del devanador	Ubicar carrete lleno entre ambos brazos del devanador
			Elemento 7	Nivelar los brazos del devanador	Ubicar carrete lleno entre ambos brazos del devanador	Soltar la palanca de elevación
			Elemento 8	Montar los bujes	Soltar la palanca de elevación	Soltar el ultimo buje montado
			Elemento 9	Cerrar los brazos del devanador	Soltar el ultimo buje montado	Soltar el control de cierre de brazos
			Elemento 10	Subir el carrete	Soltar el control de cierre de brazos	Soltar la palanca de elevación
			Elemento 11	Ubicar los soportes bajo los brazos	Soltar la palanca de elevación	Ubicar el ultimo soporte
Capstan 1 y enderezador	N/A	Enhebrado 1	Elemento 12	Liberar el freno del devanador	Alcanzar la palanca del freno del devanador	Soltar la palanca de freno del devanador
			Elemento 13	Halar del cable hasta el capstan	Soltar la palanca de freno del devanador	Llegar con el conductor hasta el capstan
			Elemento 14	Enhebrar el capstan	Llegar con el conductor hasta el capstan	Extraer la punta por el otro extremo del capstan
			Elemento 15	Halar del cable hasta el cabezal PVC/PE	Extraer la punta por el otro extremo del capstan	Soltar extremo junto al cabezal de PVC/PE
			Elemento 16	Accionar el seguro del capstan	Soltar extremo junto al cabezal de PVC/PE	Soltar la palanca aseguradora del capstan
			Elemento 17	Enhebrar el enderezador	Soltar la palanca aseguradora del capstan	Extraer la punta por el otro extremo del enderezador
			Elemento 18	Enhebrar el cabezal de PVC/PE	Extraer la punta por el otro extremo del enderezador	Soltar extremo al otro lado del cabezal
			Elemento 19	Preparar el extremo de la guaya	Soltar extremo al otro lado del cabezal	Extremo de tracción o guaya listo
			Elemento 20	Preparar el extremo del nuevo conductor	Extremo de tracción o guaya listo	Extremo a enhebrar listo
			Elemento 21	Unir ambos extremos	Extremo a enhebrar listo	Soltar el alicate empleado en el amarre
			Elemento 22	Aislar la unión	Soltar el alicate empleado en el amarre	Soltar el rollo de cinta adhesiva
			Elemento 23	Tensionar la línea	Soltar el rollo de cinta adhesiva	Detener la línea

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		INICIA	TERMINA	
			Elemento	Descripción			
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Desarme y limpieza anterior a las bridas	Elemento 24	Soltar la tuerca de ajuste del dado	Alcanzar llave de pin	Alcanzar la palanca del tornillo de banco	
			Elemento 25	Extraer el dado	Alcanzar la palanca del tornillo de banco	Ubicar el dado sobre la mesa	
			Elemento 26	Limpiar la tuerca de ajuste del dado	Ubicar el dado sobre la mesa	Abandonar la mesa de trabajo	
			Elemento 27	Aflojar 4 tornillos de la tuerca del corta flujo	Abandonar la mesa de trabajo	Ubicar los 4 tornillos sobre la mesa de trabajo	
			Elemento 28	Limpiar los 4 tornillos	Ubicar los 4 tornillos sobre la mesa de trabajo	Tomar la llave de pin	
			Elemento 29	Desmontar el porta guía	Tomar la llave de pin	Tomar la llave curvada	
			Elemento 30	Desmontar 6 tornillos del sostenedor	Tomar la llave curvada	Soltar ultimo tornillo limpio sobre la mesa de trabajo	
			Elemento 31	Desmontar y limpiar el sostenedor	Soltar ultimo tornillo limpio sobre la mesa de trabajo	Soltar el cepillo	
			Elemento 32	Desmontar 4 tornillos en el sostenedor	Soltar el cepillo	Soltar el ultimo tornillo sobre la mesa de trabajo	
			Elemento 33	Desprender el centro del sostenedor	Soltar el ultimo tornillo sobre la mesa de trabajo	Posicionar parte central del sostenedor sobre el suelo	
			Elemento 34	Limpiar paredes internas del sostenedor	Posicionar parte central del sostenedor sobre el suelo	Soltar el sostenedor	
			Elemento 35	Limpiar cara de salida del cabezal	Soltar el sostenedor	Alcanzar la porra de goma	
			Elemento 36	Extraer la guía	Alcanzar la porra de goma	Soltar la guía sobre la mesa de trabajo	
			Elemento 37	Extraer la tuerca de ajuste del corta flujo	Dejar la guía sobre la mesa de trabajo	Soltar la tuerca sobre la mesa de trabajo	
			Elemento 38	Limpiar la cara de entrada del cabezal	Dejar la tuerca sobre la mesa de trabajo	Alcanzar el extractor del cortador de flujo	
			Elemento 39	Extraer el cortador de flujo	Alcanzar el extractor del cortador de flujo	Llevar extractor y cortador de flujo al tornillo de mesa	
			Elemento 40	Limpiar el cortador de flujo	Llevar extractor y cortador de flujo al tornillo de mesa	Soltar extractor y cortador sobre la mesa de trabajo	
			Elemento 41	Limpiar el cabezal desnudo	Soltar extractor y cortador sobre la mesa de trabajo	Soltar el cepillo	
			Desarme de bridas	Elemento 42	Soltar tuercas de las bridas	Alcanzar la llave mixta	Soltar llave mixta
				Elemento 43	Desplazar los tornillos de las bridas	Soltar llave mixta	Soltar las palancas de la brida
				Elemento 44	Desplazar el cabezal	Soltar las palancas de la brida	Soltar manivela del cabezal
		Elemento 45		Primera limpieza de flanges	Soltar manivela del cabezal	Soltar cepillo	
		Elemento 46		Expulsar el porta mallas	Soltar cepillo	Extraer el porta mallas del barril	

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		INICIA	TERMINA
			Elemento	Descripción		
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Centrado	Elemento 72	Encender la línea	Ubicarse frente al tablero de mando	El conductor inicia su recorrido por la línea
			Elemento 73	Marcar la superficie superior de la cubierta extruida	El conductor inicia su recorrido por la línea	Haber marcado 1 metro de aislamiento
			Elemento 74	Detener la línea	Haber marcado 1 metro de aislamiento	Detener el recorrido del producto (línea)
			Elemento 75	Retirar la muestra del aislamiento	Detener el recorrido del producto (línea)	Haber retirado todo el aislamiento marcado
			Elemento 76	Comprobación del centrado	Haber retirado todo el aislamiento marcado	Soltar bisturí sobre la mesa
			Elemento 77	Medir espesor en 4 puntos del corte	Soltar bisturí sobre la mesa	Soltar el calibrador
			Elemento 78	Ajustar los tornillos del centrado	Soltar el calibrador	Soltar la llave mixta
Extrusora PVC/PE	Barril	Desarme, limpieza y armado	Elemento 79	Purgar	Posicionarse frente al tablero de control par encender	Soltar la perilla de velocidad de la maquina
			Elemento 80	Posicionarse para expulsar el tornillo extrusor	Soltar la perilla de velocidad de la maquina	La porra toca la barra para empujar el tornillo
			Elemento 81	Desplazamiento y limpieza del tornillo	La porra toca la barra para empujar el tornillo	Extraer la barra
			Elemento 82	Extracción del tornillo	Extraer la barra	Soltar el tornillo de extrusión sobre una superficie segura
			Elemento 83	Finalizar limpieza del tornillo	Soltar el tornillo de extrusión sobre una superficie segura	Soltar el cepillo
			Elemento 84	Barrer internamente el barril	Soltar el cepillo	Ubicar estopa en su lugar
			Elemento 85	Soplado se superficies	Ubicar estopa en su lugar	Cerrar llave de aire comprimido
			Elemento 86	Introducir el tornillo extrusor	Cerrar llave de aire comprimido	Soltar el tornillo introducido totalmente en el barril
	Tolva	Vaciado	Elemento 87	Apagar turbina	Posicionarse al frente del tablero general de control	Soltar el botón de apagado
			Elemento 88	Traer el recipiente vacío	Soltar el botón de apagado	Ubicarse frente del punto de evacuación
			Elemento 89	Abrir el punto de evacuación	Ubicarse frente del punto de evacuación	No baje mas PVC/PE por gravedad
			Elemento 90	Retirar la ventanilla de evacuación	No baje mas PVC/PE por gravedad	Soltar la ventanilla sobre un punto cercano
			Elemento 91	Evacuar manualmente restos	Soltar la ventanilla sobre un punto cercano	Soltar bolsa llena de excedente sobre el suelo
			Elemento 92	Soplar interiormente la tolva	Soltar bolsa llena de excedente sobre el suelo	Cerrar llave de aire comprimido
			Elemento 93	Posicionar la ventanilla de evacuación	Cerrar llave de aire comprimido	Soltar ultima rosca
			Elemento 94	Cerrar el punto de evacuación	Soltar ultima rosca	Soltar la platina
		Reaprovisionamiento	Elemento 95	Extraer ducto de succión	Alcanzar el ducto de succión	Posicionar el ducto sobre el suelo
Elemento 96	Vaciar recipiente externo		Posicionar el ducto sobre el suelo	Sellar devoluciones		
Elemento 97	Soplar interior del recipiente externo		Sellar devoluciones	Cerrar llave de aire comprimido		
Elemento 98	Vaciar bultos de compuesto		Cerrar llave de aire comprimido	Soltar bolsa vacía de compuesto		
Elemento 99	Introducir ducto de succión y encender turbina		Soltar bolsa vacía de compuesto	Soltar el botón de encendido de la turbina		

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		INICIA	TERMINA
			Elemento	Descripción		
Extrusora Nylon	Cabezal	Desarme y limpieza	Elemento 100	Encender resistencias	Ubicarse frente al tablero general de control	Soltar el botón del último control de la resistencia
			Elemento 101	Desmontar el porta guía	Soltar el botón del último control de la resistencia	Ubicarse frente al tornillo de banco
			Elemento 102	Limpiar el porta guía	Ubicarse frente al tornillo de banco	Ubicar pieza limpia sobre la mesa de trabajo
			Elemento 103	Extraer la guía	Ubicar pieza limpia sobre la mesa de trabajo	Sostener la guía libre fuera del cabezal
			Elemento 104	Limpiar la guía	Sostener la guía libre fuera del cabezal	Ubicar pieza limpia sobre la mesa de trabajo
			Elemento 105	Extraer los 4 tornillos del retenedor del dado	Ubicar pieza limpia sobre la mesa de trabajo	Soltar la llave curvada
			Elemento 106	Limpiar los 4 tornillos	Soltar la llave curvada	Soltar el cuarto tornillo limpio sobre la mesa de trabajo
			Elemento 107	Extraer el dado y su retenedor	Soltar el cuarto tornillo limpio sobre la mesa de trabajo	Ubicarse frente a la mesa de trabajo con dado y retenedor
			Elemento 108	Separar y limpiar el dado y su retenedor	Ubicarse frente a la mesa de trabajo con dado y retenedor	Ubicar piezas limpias sobre la mesa de trabajo
			Elemento 109	Extraer los 6 tornillos del retenedor del porta guía	Ubicar piezas limpias sobre la mesa de trabajo	Soltar la llave curvada
			Elemento 110	Desmontar el retenedor y limpiarlo	Soltar la llave curvada	Ubicar el retenedor limpio sobre la mesa de trabajo
			Elemento 111	Extraer la pinola	Ubicar el retenedor limpio sobre la mesa de trabajo	Sostener la pinola libre fuera del cabezal
			Elemento 112	Limpiar la pinola	Sostener la pinola libre fuera del cabezal	Ubicar la pinola limpia sobre la mesa de trabajo
			Elemento 113	Extraer 8 tornillos del retenedor y sostenedor del dado	Ubicar la pinola limpia sobre la mesa de trabajo	Soltar la llave curvada
			Elemento 114	Limpiar los 8 tornillos	Soltar la llave curvada	Ubicar el octavo tornillo limpio sobre la mesa de trabajo
			Elemento 115	Separar y limpiar el retenedor y sostenedor del dado	Ubicar el octavo tornillo limpio sobre la mesa de trabajo	Ubicar las piezas limpias sobre la mesa de trabajo
		Elemento 116	Limpieza del cabezal desnudo	Ubicar las piezas limpias sobre la mesa de trabajo	Soltar el cepillo	
		Armado	Elemento 117	Montar dado y sostenedor	Alcanzar el sostenedor del dado	Alcanzar el primer tornillo
			Elemento 118	Roscar 8 tornillos	Alcanzar el primer tornillo	Soltar la llave curvada
			Elemento 119	Montar el pin	Soltar la llave curvada	Soltar el pin montado al interior del cabezal
			Elemento 120	Posicionar el retenedor del pin	Soltar el pin montado al interior del cabezal	Posicionar el retenedor sobre la entrada al cabezal
			Elemento 121	Roscar 6 tornillos	Posicionar el retenedor sobre la entrada al cabezal	Soltar la llave curvada
			Elemento 122	Montar la guía	Soltar la llave curvada	Soltar la guía al interior del cabezal
			Elemento 123	Roscar el porta guía	Soltar la guía al interior del cabezal	Soltar la llave de pin
			Elemento 124	Montar dado sobre su retenedor	Soltar la llave de pin	Posicionar el retenedor del dado sobre salida del cabezal
			Elemento 125	Roscar 4 tornillos	Posicionar el retenedor del dado sobre salida del cabezal	Soltar la llave curvada
		Centrado por aproximación	Elemento 126	Calibrar distancias	Alcanzar el calibrador	Soltar el calibrador sobre la mesa de trabajo
			Elemento 127	Ajustar tuercas de centrado	Soltar el calibrador sobre la mesa de trabajo	Soltar la llave mixta
Elemento 128	Verificar distancias		Soltar la llave mixta	Soltar el calibrador sobre la mesa de trabajo		

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		INICIA	TERMINA	
			Elemento	Descripción			
Extrusora de Nylon	Tolva	Vaciado	Elemento 129	Traer el recipiente vacío	Alcanzar el recipiente vacío	Posicionarse al frente del punto de evacuación	
			Elemento 130	Abrir el punto de evacuación	Posicionarse al frente del punto de evacuación	Soltar el recipiente lleno sobre el suelo	
			Elemento 131	Preparar manguera de aire comprimido	Soltar el recipiente lleno sobre el suelo	Alcanzar la cubierta de la tolva	
			Elemento 132	Soplar el interior de la tolva	Alcanzar la cubierta de la tolva	Extraer la manguera de aire de la tolva	
			Elemento 133	Cerrar la llave de aire comprimido	Extraer la manguera de aire de la tolva	Ubicar la manguera sobre su lugar de almacenamiento	
			Elemento 134	Cerrar el punto de evacuación de la tolva	Ubicar la manguera sobre su lugar de almacenamiento	Soltar la platina del punto de vaciado	
		Reaprovisionamiento	Elemento 135	Trasladar compuesto	Alcanzar bulto de Nylon	Ubicarse junto a la tolva	
			Elemento 136	Abrir bultos de compuesto	Ubicarse junto a la tolva	Soltar el cordón del seguro del bulto	
			Elemento 137	Vaciar bultos de compuesto	Soltar el cordón del seguro del bulto	Soltar el bulto vacío	
			Elemento 138	Cerrar tolva	Soltar el bulto vacío	Soltar la cubierta de la tolva	
	Marcador de presión	N/A	Preparación	Elemento 139	Girar perilla superior	Alcanzar la perilla superior	Soltar la perilla superior
				Elemento 140	Extraer recipiente de pintura	Soltar la perilla	Soltar el recipiente de pintura
				Elemento 141	Liberar el resorte tensor de la una	Soltar el recipiente de pintura	Soltar el resorte tensor
				Elemento 142	Retirar una	Soltar el resorte tensor	Soltar la una sobre la mesa del marcador
Elemento 143				Retirar rosca de disco de marcación	Soltar la una sobre la mesa del marcador	Posicionar la rosca sobre la mesa del marcador	
Elemento 144				Reemplazar disco de marcación	Posicionar la rosca sobre la mesa del marcador	Posicionar el nuevo disco de marcación	
Elemento 145				Montar y asegurar rosca de disco de marcación	Posicionar el nuevo disco de marcación	Soltar la rosca aseguradora	
Elemento 146				Traer una nueva	Soltar la rosca aseguradora	Ubicarse frente al marcador con la nueva una	
Elemento 147				Montar una	Ubicarse frente al marcador con la nueva una	Soltar el resorte tensor	
Elemento 148				Cargar recipiente de pintura	Soltar el resorte tensor	Soltar el tarro de pintura sobre el suelo	
Elemento 149				Diluir pintura	Soltar el tarro de pintura sobre el suelo	Soltar el mezclador	
Elemento 150				Montar recipiente de pintura	Soltar el mezclador	Ubicar el recipiente bajo el disco	
Elemento 151				Comprobar rotulado	Ubicar el recipiente bajo el disco	Soltar la rosca aseguradora	
Elemento 152				Ajustar elementos de anclaje del equipo	Soltar la rosca aseguradora	Soltar la llave mixta	
Elemento 153	Ajustar altura de brazos de entrada y salida	Soltar la llave mixta	Soltar la perilla del segundo brazo				
Elemento 154	Girar perilla superior	Soltar la perilla del segundo brazo	Soltar la perilla superior				

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		INICIA	TERMINA
			Elemento	Descripción		
Secador	N/A	Preparación	Elemento 155	Cerrar flujo de aire	Alcanzar la llave de paso del aire comprimido	Ubicarse frente a la zona de secado
			Elemento 156	Desmontar las mangueras	Ubicarse frente a la zona de secado	Soltar la segunda manguera
			Elemento 157	Desmontar secador	Soltar la segunda manguera	Ubicar el secador desmontado sobre la mesa de trabajo
			Elemento 158	Montar mangueras sobre nuevo secador	Ubicar el secador desmontado sobre la mesa de trabajo	Soltar la segunda manguera montada sobre el secador
			Elemento 159	Posicionar nuevo secador	Soltar la segunda manguera montada sobre el secador	Cerrar la cubierta del secador
Bobinador	N/A	Preparación	Elemento 160	Traer guaya	Alcanzar el carrete de la guaya	Ubicarse frente al bobinador
			Elemento 161	Abrir brazos del bobinador	Ubicarse frente al bobinador	Soltar el botón de apertura del brazo móvil
			Elemento 162	Levantar carrete	Soltar el botón de apertura del brazo móvil	Montar un costado del carrete sobre uno de los brazos
			Elemento 163	Cerrar brazos del bobinador	Montar un costado del carrete sobre uno de los brazos	Soltar el botón de apertura del brazo móvil
Marcador, secador, cuenta metros, celda de carga, chispometro y capstan 2	N/A	Enhebrado 2	Elemento 164	Halar hasta el capstan	Alcanzar el extremo libre de la guaya	Ubicarse frente a la salida del capstan
			Elemento 165	Enhebrar capstan	Ubicarse frente a la salida del capstan	Extraer el extremo de la guaya por la entrada al equipo
			Elemento 166	Halar hasta el chispometro	Extraer el extremo de la guaya por la entrada al equipo	Ubicarse frente al chispometro
			Elemento 167	Enhebrar chispometro	Ubicarse frente al chispometro	Soltar la cubierta externa del chispometro
			Elemento 168	Enhebrar celda de carga	Soltar la cubierta externa del chispometro	Extraer el extremo de la guaya por la entrada al equipo
			Elemento 169	Halar hasta el cuentametros	Extraer el extremo de la guaya por la entrada al equipo	Extraer el extremo de la guaya por la entrada al equipo
			Elemento 170	Enhebrar el cuentametros	Extraer el extremo de la guaya por la entrada al equipo	Soltar la cubierta externa del cuenta metros
			Elemento 171	Halar hasta el cabezal de Nylon	Soltar la cubierta externa del cuenta metros	Soltar el extremo del conductor junto al cabezal de Nylon
Elemento 172	Enhebrar canales, secador y marcador	Soltar el extremo del conductor junto al cabezal de Nylon	Soltar el extremo del conductor sobre la entrada al canal			

ANEXO D. Suplementos por descanso y necesidades personales anteriores a la implementación

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL DE SUPLEMENTOS		
			Elemento	Descripción														
Devanador	N/A	Desmonte	Elemento 1	Retirar los soportes de los brazos	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
			Elemento 2	Bajar los brazos del devanador	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
			Elemento 3	Abrir los brazos del devanador	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
			Elemento 4	Desmontar bujes	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
			Elemento 5	Retirar el carrete vacío	9	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
		Montaje	Elemento 6	Acercar el nuevo carrete	9	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
			Elemento 7	Nivelar los brazos del devanador	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
			Elemento 8	Montar los bujes	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
			Elemento 9	Cerrar los brazos del devanador	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
			Elemento 10	Subir el carrete	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
			Elemento 11	Ubicar los soportes bajo los brazos	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Capstan 1 y enderezador	N/A	Enhebrado 1	Elemento 12	Liberar el freno del devanador	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
			Elemento 13	Halar del cable hasta el capstan	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
			Elemento 14	Enhebrar el capstan	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
			Elemento 15	Halar del cable hasta el cabezal PVC/PE	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
			Elemento 16	Accionar el seguro del capstan	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
			Elemento 17	Enhebrar el enderezador	9	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	16
			Elemento 18	Enhebrar el cabezal de PVC/PE	9	2	0	3	0	0	0	2	0	2	0	0	0	16
			Elemento 19	Preparar el extremo de la guaya	9	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	17
			Elemento 20	Preparar el extremo del nuevo conductor	9	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	17
			Elemento 21	Unir ambos extremos	9	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	17
			Elemento 22	Aislar la unión	9	2	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	15
			Elemento 23	Tensionar la línea	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL DE SUPLEMENTOS		
			Elemento	Descripción														
			Extrusora PVC/PE	Cabezal													Desarme y limpieza anterior a las bridas	Elemento 24
Elemento 25	Extraer el dado	9			2	0	0	0	8	0	2	0	0	0	0	21		
Elemento 26	Limpiar la tuerca de ajuste del dado	9			2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21		
Elemento 27	Aflojar 4 tornillos de la tuerca del corta flujo	9			2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 28	Limpiar los 4 tornillos	9			2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21		
Elemento 29	Desmontar el porta guía	9			2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 30	Desmontar 6 tornillos del sostenedor	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 31	Desmontar y limpiar el sostenedor	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 32	Desmontar 4 tornillos en el sostenedor	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 33	Desprender el centro del sostenedor	9			2	2	2	0	8	2	2	0	0	0	0	27		
Elemento 34	Limpiar paredes internas del sostenedor	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 35	Limpiar cara de salida del cabezal	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 36	Extraer la guía	9			2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 37	Extraer la tuerca de ajuste del corta flujo	9			2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 38	Limpiar la cara de entrada del cabezal	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 39	Extraer el cortador de flujo	9			2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 40	Limpiar el cortador de flujo	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 41	Limpiar el cabezal desnudo	9			2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Desarme de bridas	Elemento 42	Soltar tuercas de las bridas			9	2	0	8	0	4	0	2	0	0	0	0		25
	Elemento 43	Desplazar los tornillos de las bridas			9	2	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0		19
	Elemento 44	Desplazar el cabezal			9	2	0	2	0	6	0	2	0	0	0	0		21
	Elemento 45	Primera limpieza de flanges		9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
	Elemento 46	Expulsar el porta mallas		9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Limpieza y montaje del porta mallas	Elemento 47	Limpiar porta mallas		9	2	2	2	0	8	0	2	1	0	0	0	26		
	Elemento 48	Preparar el quemado del porta mallas		9	2	2	0	0	4	0	2	0	0	0	0	19		
	Elemento 49	Quemar porta mallas		9	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	17		
	Elemento 50	Retirar el material quemado		9	2	2	1	0	8	2	2	0	0	0	0	26		
	Elemento 51	Traer retazo de malla		9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15		
	Elemento 52	Trazar la silueta de la primera capa		9	2	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	16		
	Elemento 53	Recortar la primera capa		9	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	16		
	Elemento 54	Comprobar el corte de la primera capa		9	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	15		
	Elemento 55	Recortar la segunda capa		9	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	16		
	Elemento 56	Montar ambas mallas sobre cortador		9	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	15		

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL DE SUPLEMENTOS	
			Elemento	Descripción													
			Extrusora PVC/PE	Cabezal													Ensamble del cabezal
Elemento 58	Posicionar el sostenedor sobre la cara de salida	9			2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21	
Elemento 59	Asegurar el sostenedor con sus 6 tornillos	9			2	0	2	0	4	0	2	0	0	0	0	19	
Elemento 60	Introducir el cortador de flujo	9			2	0	2	0	5	0	2	0	0	0	0	20	
Elemento 61	Posicionar la tuerca de ajuste del cortador de flujo	9			2	0	2	0	4	2	2	0	0	0	0	21	
Elemento 62	Asegurar la tuerca de ajuste con sus 4 tornillos	9			2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21	
Elemento 63	Introducir la guía	9			2	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	18	
Elemento 64	Introducir y roscar el porta guía	9			2	0	2	0	4	0	2	0	0	0	0	19	
Elemento 65	Roscar la tuerca de ajuste del juego	9			2	0	2	0	5	0	2	0	0	0	0	20	
Elemento 66	Posicionar el porta mallas	9			2	0	2	0	4	2	2	0	0	0	0	21	
Ensamble de bridas	Elemento 67	Montar el cabezal			9	2	0	2	0	2	2	2	2	0	0	0	19
	Elemento 68	Montar los tornillos de la brida			9	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	15
	Elemento 69	Primera revisión del nivel			9	2	2	0	0	0	2	2	1	0	0	0	18
	Elemento 70	Ajustar la inclinación del cabezal y verificar nivel			9	2	2	3	0	2	2	2	1	0	0	0	23
	Elemento 71	Ajustar roscar de la brida		9	2	2	8	0	0	2	2	1	0	0	0	26	
Centrado	Elemento 72	Encender la línea		9	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13	
	Elemento 73	Marcar la superficie superior de la cubierta extruida		9	2	2	0	0	3	2	2	0	0	0	0	20	
	Elemento 74	Detener la línea		9	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13	
	Elemento 75	Retirar la muestra del aislamiento		9	2	2	1	0	5	2	2	0	0	0	0	23	
	Elemento 76	Comprobación del centrado		9	2	0	1	0	4	2	2	1	0	0	0	21	
	Elemento 77	Medir espesor en 4 puntos del corte		9	2	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	19	
	Elemento 78	Ajustar los tornillos del centrado		9	2	2	2	0	4	2	2	1	0	0	0	24	
Elemento 79	Purgar	9		2	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	18		
Barril	Desarme, limpieza y armado	Elemento 80		Posicionarse para expulsar el tornillo extrusor	9	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	15	
		Elemento 81		Desplazamiento y limpieza del tornillo	9	2	2	11	0	9	0	2	0	0	0	35	
		Elemento 82		Extracción del tornillo	9	2	2	11	0	9	2	2	0	0	0	37	
		Elemento 83	Finalizar limpieza del tornillo	9	2	2	2	0	9	0	2	0	0	0	26		
		Elemento 84	Barrer internamente el barril	9	2	2	3	0	9	2	2	0	0	0	29		
		Elemento 85	Soplado se superficies	9	2	2	0	0	2	0	5	0	0	0	20		
		Elemento 86	Introducir el tornillo extrusor	9	2	2	11	0	8	0	2	0	0	0	34		

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL DE SUPLEMENTOS			
			Elemento	Descripción															
Extrusora PVC/PE	Tolva	Vaciado	Elemento 87	Apagar turbina	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13			
			Elemento 88	Traer el recipiente vacío	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11		
			Elemento 89	Abrir el punto de evacuación	9	2	0	2	0	2	2	2	2	0	0	0	19		
			Elemento 90	Retirar la ventanilla de evacuación	9	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	17		
			Elemento 91	Evacuar manualmente restos	9	2	2	0	0	3	0	2	0	0	0	0	18		
			Elemento 92	Soplar interiormente la tolva	9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15		
			Elemento 93	Posicionar la ventanilla de evacuación	9	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	17		
			Elemento 94	Cerrar el punto de evacuación	9	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	17		
			Elemento 95	Extraer ducto de succión	9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15		
		Reaprovisionamiento	Elemento 96	Vaciar recipiente externo	9	2	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	18		
			Elemento 97	Soplar interior del recipiente externo	9	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15		
			Elemento 98	Vaciar bultos de compuesto	9	2	2	13	0	0	2	0	0	0	0	0	28		
			Elemento 99	Introducir ducto de succión y encender turbina	9	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15		
			Elemento 100	Encender resistencias	9	2	2	0	0	2	4	2	1	1	0	0	23		
		Extrusora Nylon	Cabezal	Desarme y limpieza	Elemento 101	Desmontar el porta guía	9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	23	
					Elemento 102	Limpiar el porta guía	9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25
					Elemento 103	Extraer la guía	9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23
					Elemento 104	Limpiar la guía	9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25
					Elemento 105	Extraer los 4 tornillos del retenedor del dado	9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25
Elemento 106	Limpiar los 4 tornillos				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 107	Extraer el dado y su retenedor				9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 108	Separar y limpiar el dado y su retenedor				9	2	2	2	0	8	2	2	0	0	0	0	27		
Elemento 109	Extraer los 6 tornillos del retenedor del porta guía				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 110	Desmontar el retenedor y limpiarlo				9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 111	Extraer la pinola				9	2	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0	23		
Elemento 112	Limpiar la pinola				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 113	Extraer 8 tornillos del retenedor y sostenedor del dado				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 114	Limpiar los 8 tornillos				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 115	Separar y limpiar el retenedor y sostenedor del dado				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Elemento 116	Limpieza del cabezal desnudo				9	2	2	2	0	8	0	2	0	0	0	0	25		
Armado	Elemento 117	Montar dado y sostenedor	9	2	0	2	0	5	0	2	0	0	0	0	20				
	Elemento 118	Roscar 8 tornillos	9	2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21				
	Elemento 119	Montar el pin	9	2	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	18				
	Elemento 120	Posicionar el retenedor del pin	9	2	0	2	0	4	0	2	0	0	0	0	19				
	Elemento 121	Roscar 6 tornillos	9	2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21				
	Elemento 122	Montar la guía	9	2	0	2	0	4	0	2	0	0	0	0	19				
	Elemento 123	Roscar el porta guía	9	2	0	2	0	4	0	2	0	0	0	0	19				
	Elemento 124	Montar dado sobre su retenedor	9	2	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	16				
	Elemento 125	Roscar 4 tornillos	9	2	2	2	0	4	0	2	0	0	0	0	21				

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL DE SUPLEMENTOS	
			Elemento	Descripción													
Extrusora Nylon	Cabezal	Centrado por aproximación	Elemento 126	Calibrar distancias	9	2	2	0	0	2	2	2	1	0	0	20	
			Elemento 127	Ajustar tuercas de centrado	9	2	2	2	0	2	4	2	1	0	0	0	24
			Elemento 128	Verificar distancias	9	2	2	0	0	2	2	2	1	0	0	0	20
	Tolva	Vaciado	Elemento 129	Traer el recipiente vacío	9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15
			Elemento 130	Abrir el punto de evacuación	9	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	17
			Elemento 131	Preparar manguera de aire comprimido	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
			Elemento 132	Soplar el interior de la tolva	9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15
			Elemento 133	Cerrar la llave de aire comprimido	9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15
			Elemento 134	Cerrar el punto de evacuación de la tolva	9	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	14
			Elemento 135	Trasladar compuesto	9	2	2	13	0	0	0	2	0	0	0	0	28
		Reaprovisionamiento	Elemento 136	Abrir bultos de compuesto	9	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15
			Elemento 137	Vaciar bultos de compuesto	9	2	2	9	0	2	0	2	0	0	0	0	26
			Elemento 138	Cerrar tolva	9	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	19
			Elemento 139	Girar perilla superior	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
Marcador de presión	N/A	Preparación	Elemento 140	Extraer recipiente de pintura	9	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	14	
			Elemento 141	Liberar el resorte tensor de la una	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
			Elemento 142	Retirar una	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
			Elemento 143	Retirar rosca de disco de marcación	9	2	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	16
			Elemento 144	Reemplazar disco de marcación	9	2	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	16
			Elemento 145	Montar y asegurar rosca de disco de marcación	9	2	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	16
			Elemento 146	Traer una nueva	9	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	15
			Elemento 147	Montar una	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
			Elemento 148	Cargar recipiente de pintura	9	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	19
			Elemento 149	Diluir pintura	9	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	15
			Elemento 150	Montar recipiente de pintura	9	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	14
			Elemento 151	Comprobar rotulado	9	2	0	1	0	0	4	2	1	0	0	0	19
			Elemento 152	Ajustar elementos de anclaje del equipo	9	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	19
			Elemento 153	Ajustar altura de brazos de entrada y salida	9	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	19
			Elemento 154	Girar perilla superior	9	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL DE SUPLEMENTOS		
			Elemento	Descripción														
Secador	N/A	Preparación	Elemento 155	Cerrar flujo de aire	9	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	16	
			Elemento 156	Desmontar las mangueras	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
			Elemento 157	Desmontar secador	9	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
			Elemento 158	Montar mangueras sobre nuevo secador	9	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	14
			Elemento 159	Posicionar nuevo secador	9	2	2	1	0	0	2	5	0	0	0	0	0	21
Bobinador	N/A	Preparación	Elemento 160	Traer guaya	9	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	17	
			Elemento 161	Abrir brazos del bobinador	9	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13	
			Elemento 162	Levantar carrete	9	2	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	18	
			Elemento 163	Cerrar brazos del bobinador	9	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15	
Marcador, secador, cuanta metros, celda de carga, chispometro y capstan 2	N/A	Enhebrado 2	Elemento 164	Halar hasta el capstan	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
			Elemento 165	Enhebrar capstan	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
			Elemento 166	Halar hasta el chispometro	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
			Elemento 167	Enhebrar chispometro	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
			Elemento 168	Enhebrar celda de carga	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
			Elemento 169	Halar hasta el cuentametros	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
			Elemento 170	Enhebrar el cuentametros	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
			Elemento 171	Halar hasta el cabezal de Nylon	9	2	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	18	
Elemento 172	Enhebrar canales, secador y marcador	9	2	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	21				

ANEXO E. Historial de cambios de referencia en la tercera línea de extrusión

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos		Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y armado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovisionamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovisionamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcaplor de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
		6	6																					
06/03/2006	77010	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
06/03/2006	51010	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
07/03/2007	77020	7	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
07/03/2007	7706	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
08/03/2007	77040	6	6	6	6	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
08/03/2007	77350	7	7	7	7	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09/03/2007	77040	4	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
09/03/2007	51020	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
10/03/2007	7702	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11/03/2007	77010	6	6	6	6	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11/03/2007	7704	8	8	8	8	8	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12/03/2007	7706	5	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12/03/2007	77020	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
13/03/2007	51010	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13/03/2007	77020	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13/03/2007	77500	4	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
14/03/2007	77010	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
15/03/2007	7210	8	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15/03/2007	7310	5	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16/03/2007	7410	5	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17/03/2007	7312	4	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17/03/2007	77010	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
18/03/2007	77020	4	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19/03/2007	77040	5	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19/03/2007	SP 77010	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
20/03/2007	SP 7316	4	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
20/03/2007	SP 7216	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21/03/2007	SP 7710	2	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22/03/2007	7308	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
22/03/2007	7312	5	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
23/03/2007	7410	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23/03/2007	77020	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
24/03/2007	77040	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25/03/2007	7208	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25/03/2007	7408	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
25/03/2007	51020	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
26/03/2007	77010	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26/03/2007	77020	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
27/03/2007	77040	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28/03/2007	7702	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
28/03/2007	7704	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
29/03/2007	7706	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29/03/2007	7704	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
30/03/2007	77010	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
30/03/2007	7706	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
31/03/2007	7704	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
01/04/2007	5106	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
02/04/2007	51010	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
02/04/2007	7208	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
03/04/2007	7704	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
03/04/2007	77020	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
04/04/2007	7702	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/04/2007	5104	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
05/04/2007	7702	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
05/04/2007	7706	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
06/04/2007	77030	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
07/04/2007	71040	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
07/04/2007	77010	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
08/04/2007	77040	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
08/04/2007	77020	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
09/04/2007	7702	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09/04/2007	41808 PP	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
10/04/2007	5102	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
10/04/2007	5104	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
11/04/2007	7310	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12/04/2007	77010	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
12/04/2007	7408	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
13/04/2007	7208	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
13/04/2007	7308	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
14/04/2007	5106	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14/04/2007	7706	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15/04/2007	77020	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16/04/2007	7702	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
16/04/2007	7706	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17/04/2007	77040	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
17/04/2007	77010	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
18/04/2007	8706	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18/04/2007	77400	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
19/04/2007	51020	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19/04/2007	77020	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20/04/2007	7702	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
20/04/2007	77040	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21/04/2007	7704	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22/04/2007	77020	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22/04/2007	77010	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
23/04/2007	5102	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24/04/2007	7308	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24/04/2007	42808 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
25/04/2007	7412	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25/04/2007	51010	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
26/04/2007	42808 TP	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26/04/2007	41808 SP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
27/04/2007	42808 TP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27/04/2007	7704	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28/04/2007	41808 TP	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
28/04/2007	7702	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
29/04/2007	77010	5	5	5	5	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29/04/2007	7706	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29/04/2007	7308	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30/04/2007	5104	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
01/05/2007	77400	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
02/05/2007	77020	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
02/05/2007	7310	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
03/05/2007	77030	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
04/05/2007	77040	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
04/05/2007	77020	6	6	6	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
05/05/2007	7210	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
05/05/2007	51606 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
06/05/2007	51010	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
06/05/2007	42808 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
07/05/2007	77020	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
07/05/2007	77010	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
07/05/2007	7704	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
08/05/2007	42808 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
08/05/2007	51606 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
09/05/2007	51040	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
09/05/2007	51020	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10/05/2007	5106	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11/05/2007	5106	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
11/05/2007	7316	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y armado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
12/05/2007	51606 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
13/05/2007	41808 TP	3	3	3	3	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
14/05/2007	7410	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
14/05/2007	77020	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15/05/2007	77040	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
15/05/2007	51010	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
16/05/2007	77500	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
16/05/2007	7308	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17/05/2007	51606 TP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
17/05/2007	51606 TP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
18/05/2007	42808 TP	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18/05/2007	43008 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
19/05/2007	7306	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
19/05/2007	7706	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
19/05/2007	51010	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20/05/2007	42808 SP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
20/05/2007	51020	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21/05/2007	7708	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
21/05/2007	43008 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22/05/2007	7316	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
22/05/2007	7408	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23/05/2007	51606 TP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
24/05/2007	42808 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
24/05/2007	42808 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25/05/2007	77020	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26/05/2007	77010	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
26/05/2007	51606 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
27/05/2007	77250	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
27/05/2007	43008 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28/05/2007	7406	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
28/05/2007	R 532010	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
29/05/2007	42808 SP	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
29/05/2007	42808 TP	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29/05/2007	51606 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30/05/2007	51606 TP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30/05/2007	7310	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
31/05/2007	77250	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
31/05/2007	77040	6	6	6	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
01/06/2007	7410	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
01/06/2007	77030	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
02/06/2007	41808 TP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
03/06/2007	42808 TP	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
03/06/2007	41808 TP	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/06/2007	51020	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/06/2007	51040	7	7	7	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
05/06/2007	51010	8	8	8	8	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
05/06/2007	7702	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
05/06/2007	41808 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
06/06/2007	51020	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
06/06/2007	7702	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
07/06/2007	77350	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
08/06/2007	41808 TP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
08/06/2007	42808 SP	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09/06/2007	41808 TP	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
09/06/2007	42808 SP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10/06/2007	42808 TP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10/06/2007	77020	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11/06/2007	7316	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
11/06/2007	77010	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12/06/2007	77010	8	8	8	8	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
12/06/2007	77500	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13/06/2007	41808 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13/06/2007	5104	7	7	7	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
14/06/2007	5106	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15/06/2007	7316	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
15/06/2007	7316	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
16/06/2007	7310	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16/06/2007	7408	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17/06/2007	43808 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
17/06/2007	43808 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
18/06/2007	77040	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
19/06/2007	77030	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20/06/2007	42808 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
20/06/2007	43008 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21/06/2007	41808 TP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21/06/2007	7210	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
22/06/2007	43008 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22/06/2007	77010	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23/06/2007	41808 TP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23/06/2007	43810 SP	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23/06/2007	43008 SP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
24/06/2007	41808 TP	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25/06/2007	42808 SP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
25/06/2007	41808 TP	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
26/06/2007	43808 TP	9	9	9	9	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
27/06/2007	43810 TP	7	7	7	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
27/06/2007	77300	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27/06/2007	77040	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
28/06/2007	77500	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
28/06/2007	77010	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovechamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
29/06/2007	42808 TP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29/06/2007	42606 PP	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30/06/2007	43608 SP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
01/07/2007	42606 SP	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
01/07/2007	42808 SP	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
02/07/2007	7316	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
02/07/2007	7312	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
03/07/2007	7212	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
03/07/2007	7412	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/07/2007	52120	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/07/2007	42808 SP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/07/2007	42808 TP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
05/07/2007	43608 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
05/07/2007	7210	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
06/07/2007	7410	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
07/07/2007	531010	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
07/07/2007	7308	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
08/07/2007	7408	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
08/07/2007	41808 TP	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09/07/2007	41808 SP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09/07/2007	57040 PP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
10/07/2007	57040 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
10/07/2007	77020	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
11/07/2007	43068 TP	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
12/07/2007	77010	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12/07/2007	77040	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13/07/2007	42606 TP	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13/07/2007	43406 TP	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
14/07/2007	7206	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14/07/2007	41808 TP	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del porta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y amado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovionamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
15/07/2007	41808 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
15/07/2007	Limpieza	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
16/07/2007	41808 SP	5	5	5	5	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
17/07/2007	42808 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
18/07/2007	42808 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
18/07/2007	7310	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19/07/2007	51500	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19/07/2007	7706	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20/07/2007	531010	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20/07/2007	51500	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21/07/2007	42808 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21/07/2007	Limpieza	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
22/07/2007	51500	6	6	6	6	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
23/07/2007	71040	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
23/07/2007	41808 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
24/07/2007	42808 TP	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24/07/2007	7310	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24/07/2007	71010	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
25/07/2007	71020	6	6	6	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
25/07/2007	R 77010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26/07/2007	R 77020	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
27/07/2007	77020	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
27/07/2007	77040	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
28/07/2007	7708	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28/07/2007	77030	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
29/07/2007	30040	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29/07/2007	30010	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30/07/2007	30020	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
31/07/2007	2102	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
31/07/2007	2104	5	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Fecha	Referencia	Cantidad de tramos	Desmonte de carrete vacío del devanador	Montaje de carrete lleno del devanador	Enhebrado 1	Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Limpieza y montaje del punta mallas en el cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Ensamble de bridas del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Centrado del cabezal de la extrusora de PVC/PE	Desarme, Limpieza y armado del barril	Vaciado de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Reaprovisionamiento de la tolva de la extrusora de PVC/PE	Desarme y limpieza del cabezal de la extrusora de Nylon	Armado del cabezal de la extrusora de Nylon	Centrado por aproximación del cabezal de la extrusora de Nylon	Vaciado de la tolva de la extrusora de Nylon	Reaprovisionamiento de la tolva de la extrusora de Nylon	Preparación del marcador de presión	Preparación del secador	Preparación del bobinador	Enhebrado 2
01/08/2007	42808 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
01/08/2007	42404 SP	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
02/08/2007	42046 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
02/08/2007	43406 SP	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
03/08/2007	7408	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/08/2007	42808 TP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
04/08/2007	42404 TP	4	4	4	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
05/08/2007	42046 TP	3	3	3	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
06/08/2007	41808 SP	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TOTAL		1243	1243	1243	1243	277	178	178	277	178	277	178	178	178	74	74	74	74	74	277	163	163	163
OCURRENCIAS / CORRIDA DE PRODUCCION		4,5	4,5	4,5	4,5	1,00	0,64	0,64	1,00	0,64	1,00	0,64	0,64	0,64	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1,00	0,59	0,59	0,59
OCURRENCIAS / CICLO PREPARATIVO		1,00	1,00	1,00	1,00	0,22	0,14	0,14	0,22	0,14	0,22	0,14	0,14	0,14	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,22	0,13	0,13	0,13

ANEXO F. Tiempos asignados por elemento

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO
			Elemento	Descripción					
Devanador	N/A	Desmonte	Elemento 1	Retirar los soportes de los brazos	00:00:24	14	1	00:00:27	0:02:29
			Elemento 2	Bajar los brazos del devanador	00:00:45	13	1	00:00:51	
			Elemento 3	Abrir los brazos del devanador	00:00:35	11	1	00:00:39	
			Elemento 4	Desmontar bujes	00:00:15	11	1	00:00:17	
			Elemento 5	Retirar el carrete vacío	00:00:13	16	1	00:00:15	
		Montaje	Elemento 6	Acercar el nuevo carrete	00:00:37	24	1	00:00:46	0:04:38
			Elemento 7	Nivelar los brazos del devanador	00:00:42	13	1	00:00:47	
			Elemento 8	Montar los bujes	00:00:23	11	1	00:00:26	
			Elemento 9	Cerrar los brazos del devanador	00:00:35	13	1	00:00:40	
			Elemento 10	Subir el carrete	00:01:15	11	1	00:01:23	
			Elemento 11	Ubicar los soportes bajo los brazos	00:00:32	14	1	00:00:36	
Capstan 1 y enderezador	N/A	Enhebrado 1	Elemento 12	Liberar el freno del devanador	00:00:04	11	1	00:00:04	0:24:35
			Elemento 13	Halar del cable hasta el capstan	00:00:29	14	1	00:00:33	
			Elemento 14	Enhebrar el capstan	00:00:25	14	1	00:00:29	
			Elemento 15	Halar del cable hasta el cabezal PVC/PE	00:00:36	14	1	00:00:41	
			Elemento 16	Accionar el seguro del capstan	00:00:19	11	1	00:00:21	
			Elemento 17	Enhebrar el enderezador	00:07:03	16	1	00:08:11	
			Elemento 18	Enhebrar el cabezal de PVC/PE	00:00:13	16	1	00:00:15	
			Elemento 19	Preparar el extremo de la guaya	00:01:59	17	1	00:02:19	
			Elemento 20	Preparar el extremo del nuevo conductor	00:04:12	17	1	00:04:55	
			Elemento 21	Unir ambos extremos	00:05:02	17	1	00:05:53	
			Elemento 22	Aislar la unión	00:00:25	15	1	00:00:29	
			Elemento 23	Tensionar la línea	00:00:22	13	1	00:00:25	
			Extrusora PVC/PE	Cabezal	Desarme y limpieza anterior a las bridas	Elemento 24	Soltar la tuerca de ajuste del dado	00:00:22	
Elemento 25	Extraer el dado	00:00:15				21	0,22	00:00:04	
Elemento 26	Limpiar la tuerca de ajuste del dado	00:01:34				21	0,22	00:00:25	
Elemento 27	Aflojar 4 tornillos de la tuerca del corta flujo	00:00:35				23	0,22	00:00:09	
Elemento 28	Limpiar los 4 tornillos	00:01:20				21	0,22	00:00:21	
Elemento 29	Desmontar el porta guía	00:00:25				23	0,22	00:00:07	
Elemento 30	Desmontar 6 tornillos del sostenedor	00:00:43				25	0,22	00:00:12	
Elemento 31	Desmontar y limpiar el sostenedor	00:00:55				25	0,22	00:00:15	
Elemento 32	Desmontar 4 tornillos en el sostenedor	00:00:28				25	0,22	00:00:08	
Elemento 33	Desprender el centro del sostenedor	00:00:15				27	0,22	00:00:04	
Elemento 34	Limpiar paredes internas del sostenedor	00:00:54				25	0,22	00:00:15	
Elemento 35	Limpiar cara de salida del cabezal	00:01:12				25	0,22	00:00:20	
Elemento 36	Extraer la guía	00:00:31				23	0,22	00:00:08	
Elemento 37	Extraer la tuerca de ajuste del corta flujo	00:00:26				23	0,22	00:00:07	
Elemento 38	Limpiar la cara de entrada del cabezal	00:01:01				25	0,22	00:00:17	
Elemento 39	Extraer el cortador de flujo	00:00:42				23	0,22	00:00:11	
Elemento 40	Limpiar el cortador de flujo	00:01:35				25	0,22	00:00:26	
Elemento 41	Limpiar el cabezal desnudo	00:02:01				25	0,22	00:00:33	
Elemento 42	Soltar tuercas de las bridas	00:00:21				25	0,14	00:00:04	
Desarme de bridas	Elemento 43	Desplazar los tornillos de las bridas				00:00:10	19	0,14	00:00:02
	Elemento 44	Desplazar el cabezal			00:00:08	21	0,14	00:00:01	
	Elemento 45	Primera limpieza de flanges			00:08:48	23	0,14	00:01:31	
	Elemento 46	Expulsar el porta mallas			00:00:18	23	0,14	00:00:03	

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO	
			Elemento	Descripción						
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Limpieza y montaje del porta mallas	Elemento 47	Limpiar porta mallas	00:03:04	26	0,14	00:00:32	0:06:03	
			Elemento 48	Preparar el quemado del porta mallas	00:00:43	19	0,14	00:00:07		
			Elemento 49	Quemar porta mallas	00:21:34	17	0,14	00:03:32		
			Elemento 50	Retirar el material quemado	00:08:53	26	0,14	00:01:34		
			Elemento 51	Traer retazo de malla	00:00:15	15	0,14	00:00:02		
			Elemento 52	Trazar la silueta de la primera capa	00:00:25	16	0,14	00:00:04		
			Elemento 53	Recortar la primera capa	00:00:17	16	0,14	00:00:03		
			Elemento 54	Comprobar el corte de la primera capa	00:00:05	15	0,14	00:00:01		
			Elemento 55	Recortar la segunda capa	00:00:37	16	0,14	00:00:06		
			Elemento 56	Montar ambas mallas sobre cortador	00:00:11	15	0,14	00:00:02		
		Ensamble del cabezal	Elemento 57	Armado del sostenedor de la tuerca de ajuste del dado	00:00:21	23	0,22	00:00:06	0:01:31	
			Elemento 58	Posicionar el sostenedor sobre la cara de salida	00:00:11	21	0,22	00:00:03		
			Elemento 59	Asegurar el sostenedor con sus 6 tornillos	00:02:01	19	0,22	00:00:32		
			Elemento 60	Introducir el cortador de flujo	00:00:19	20	0,22	00:00:05		
			Elemento 61	Posicionar la tuerca de ajuste del cortador de flujo	00:00:16	21	0,22	00:00:04		
			Elemento 62	Asegurar la tuerca de ajuste con sus 4 tornillos	00:01:25	21	0,22	00:00:23		
			Elemento 63	Introducir la guía	00:00:12	18	0,22	00:00:03		
			Elemento 64	Introducir y roscar el porta guía	00:00:29	19	0,22	00:00:08		
		Ensamble de bridas	Elemento 65	Roscar la tuerca de ajuste del juego	00:00:31	20	0,22	00:00:08	0:00:58	
			Elemento 66	Posicionar el porta mallas	00:00:24	21	0,14	00:00:04		
			Elemento 67	Montar el cabezal	00:00:28	19	0,14	00:00:05		
			Elemento 68	Montar los tornillos de la brida	00:00:19	15	0,14	00:00:03		
			Elemento 69	Primera revisión del nivel	00:00:21	18	0,14	00:00:03		
			Elemento 70	Ajustar la inclinación del cabezal y verificar nivel	00:02:55	23	0,14	00:00:30		
			Elemento 71	Ajustar roscar de la brida	00:01:12	26	0,14	00:00:13		
		Centrado	Elemento 72	Encender la línea	00:00:18	13	0,22	00:00:04	0:00:52	
			Elemento 73	Marcar la superficie superior de la cubierta extruida	00:00:21	20	0,22	00:00:06		
			Elemento 74	Detener la línea	00:00:09	13	0,22	00:00:02		
			Elemento 75	Retirar la muestra del aislamiento	00:00:58	23	0,22	00:00:16		
			Elemento 76	Comprobación del centrado	00:00:23	21	0,22	00:00:06		
			Elemento 77	Medir espesor en 4 puntos del corte	00:00:28	19	0,22	00:00:07		
			Elemento 78	Ajustar los tornillos del centrado	00:00:39	24	0,22	00:00:11		
		Barril	Desarme, limpieza y armado	Elemento 79	Purgar	00:09:29	18	0,14	00:01:34	0:03:46
				Elemento 80	Posicionarse para expulsar el tornillo extrusor	00:00:45	15	0,14	00:00:07	
				Elemento 81	Desplazamiento y limpieza del tornillo	00:02:58	35	0,14	00:00:34	
				Elemento 82	Extracción del tornillo	00:00:35	37	0,14	00:00:07	
				Elemento 83	Finalizar limpieza del tornillo	00:04:55	26	0,14	00:00:52	
				Elemento 84	Barrer internamente el barril	00:01:23	29	0,14	00:00:15	
				Elemento 85	Soplado se superficies	00:00:55	20	0,14	00:00:09	
				Elemento 86	Introducir el tornillo extrusor	00:00:41	34	0,14	00:00:08	

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO
			Elemento	Descripción					
			Extrusora de PVC/PE	Tolva					
			Elemento 88	Traer el recipiente vacío	00:00:21	11	0,14	00:00:03	
			Elemento 89	Abrir el punto de evacuación	00:00:18	19	0,14	00:00:03	
			Elemento 90	Retirar la ventanilla de evacuación	00:01:06	17	0,14	00:00:11	
			Elemento 91	Evacuar manualmente restos	00:02:20	18	0,14	00:00:23	
			Elemento 92	Soplar interiormente la tolva	00:05:57	15	0,14	00:00:57	
			Elemento 93	Posicionar la ventanilla de evacuación	00:00:59	17	0,14	00:00:10	
			Elemento 94	Cerrar el punto de evacuación	00:00:05	17	0,14	00:00:01	0:01:22
		Reprovisionamiento	Elemento 95	Extraer ducto de succión	00:00:11	15	0,14	00:00:02	
			Elemento 96	Vaciar recipiente externo	00:02:13	18	0,14	00:00:22	
			Elemento 97	Soplar interior del recipiente externo	00:02:11	15	0,14	00:00:21	
			Elemento 98	Vaciar bultos de compuesto	00:03:23	28	0,14	00:00:36	
			Elemento 99	Introducir ducto de succión y encender turbina	00:00:07	15	0,14	00:00:01	0:02:12
Extrusora Nylon	Cabezal	Desarme y limpieza	Elemento 100	Encender resistencias	00:00:19	23	0,06	00:00:01	
			Elemento 101	Desmontar el porta guía	00:00:38	23	0,06	00:00:03	
			Elemento 102	Limpiar el porta guía	00:02:14	25	0,06	00:00:10	
			Elemento 103	Extraer la guía	00:00:25	23	0,06	00:00:02	
			Elemento 104	Limpiar la guía	00:02:13	25	0,06	00:00:10	
			Elemento 105	Extraer los 4 tornillos del retenedor del dado	00:01:20	25	0,06	00:00:06	
			Elemento 106	Limpiar los 4 tornillos	00:01:41	25	0,06	00:00:08	
			Elemento 107	Extraer el dado y su retenedor	00:01:12	23	0,06	00:00:05	
			Elemento 108	Separar y limpiar el dado y su retenedor	00:02:32	27	0,06	00:00:12	
			Elemento 109	Extraer los 6 tornillos del retenedor del porta guía	00:02:03	25	0,06	00:00:09	
			Elemento 110	Desmontar el retenedor y limpiarlo	00:01:48	23	0,06	00:00:08	
			Elemento 111	Extraer la pinola	00:01:20	23	0,06	00:00:06	
			Elemento 112	Limpiar la pinola	00:02:45	25	0,06	00:00:12	
			Elemento 113	Extraer 8 tornillos del retenedor y sostenedor del dado	00:01:45	25	0,06	00:00:08	
			Elemento 114	Limpiar los 8 tornillos	00:02:17	25	0,06	00:00:10	
			Elemento 115	Separar y limpiar el retenedor y sostenedor del dado	00:02:15	25	0,06	00:00:10	
			Elemento 116	Limpieza del cabezal desnudo	00:02:34	25	0,06	00:00:12	0:00:41
		Armado	Elemento 117	Montar dado y sostenedor	00:01:43	20	0,06	00:00:07	
			Elemento 118	Roscar 8 tornillos	00:02:32	21	0,06	00:00:11	
			Elemento 119	Montar el pin	00:00:09	18	0,06	00:00:01	
			Elemento 120	Posicionar el retenedor del pin	00:00:11	19	0,06	00:00:01	
			Elemento 121	Roscar 6 tornillos	00:02:03	21	0,06	00:00:09	
			Elemento 122	Montar la guía	00:00:08	19	0,06	00:00:01	
			Elemento 123	Roscar el porta guía	00:00:37	19	0,06	00:00:03	
			Elemento 124	Montar dado sobre su retenedor	00:00:46	16	0,06	00:00:03	
			Elemento 125	Roscar 4 tornillos	00:01:20	21	0,06	00:00:06	0:00:23
		Controlado por aproximación	Elemento 126	Calibrar distancias	00:00:42	20	0,06	00:00:03	
			Elemento 127	Ajustar tuercas de centrado	00:03:57	24	0,06	00:00:18	
			Elemento 128	Verificar distancias	00:00:37	20	0,06	00:00:03	

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO				
			Elemento	Descripción									
Extrusora Nylon	Tolva	Vaciado	Elemento 129	Traer el recipiente vacío	00:00:25	15	0,06	00:00:02	0:00:25				
			Elemento 130	Abrir el punto de evacuación	00:00:15	17	0,06	00:00:01					
			Elemento 131	Preparar manguera de aire comprimido	00:00:16	13	0,06	00:00:01					
			Elemento 132	Soplar el interior de la tolva	00:04:51	15	0,06	00:00:20					
			Elemento 133	Cerrar la llave de aire comprimido	00:00:16	15	0,06	00:00:01					
			Elemento 134	Cerrar el punto de evacuación de la tolva	00:00:05	14	0,06	00:00:00					
		Reaprovisionamiento	Elemento 135	Trasladar compuesto	00:00:29	28	0,06	00:00:02	0:00:13				
			Elemento 136	Abrir bultos de compuesto	00:00:22	15	0,06	00:00:02					
			Elemento 137	Vaciar bultos de compuesto	00:01:37	26	0,06	00:00:07					
			Elemento 138	Cerrar tolva	00:00:21	19	0,06	00:00:01					
			Elemento 139	Girar perilla superior	00:00:08	13	0,22	00:00:02					
			Elemento 140	Extraer recipiente de pintura	00:00:07	14	0,22	00:00:02					
		Marcador de presión	N/A	Preparación	Elemento 141	Liberar el resorte tensor de la una	00:00:11	13	0,22	00:00:03	0:03:50		
					Elemento 142	Retirar una	00:00:09	13	0,22	00:00:02			
					Elemento 143	Retirar rosca de disco de marcación	00:00:58	16	0,22	00:00:15			
					Elemento 144	Reemplazar disco de marcación	00:00:34	16	0,22	00:00:09			
					Elemento 145	Montar y asegurar rosca de disco de marcación	00:00:33	16	0,22	00:00:08			
					Elemento 146	Traer una nueva	00:06:23	15	0,22	00:01:37			
Elemento 147	Montar una				00:00:15	13	0,22	00:00:04					
Elemento 148	Cargar recipiente de pintura				00:00:48	19	0,22	00:00:13					
Elemento 149	Diluir pintura				00:01:05	15	0,22	00:00:16					
Elemento 150	Montar recipiente de pintura				00:00:06	14	0,22	00:00:02					
Elemento 151	Comprobar rotulado				00:02:02	19	0,22	00:00:32					
Elemento 152	Ajustar elementos de anclaje del equipo				00:00:56	19	0,22	00:00:15					
Elemento 153	Ajustar altura de brazos de entrada y salida				00:00:37	19	0,22	00:00:10					
Elemento 154	Girar perilla superior				00:00:06	13	0,22	00:00:01					
Secador	N/A				Preparación	Elemento 155	Cerrar flujo de aire	00:00:08	16	0,13		00:00:01	0:00:19
						Elemento 156	Desmontar las mangueras	00:00:22	12	0,13		00:00:03	
		Elemento 157	Desmontar secador	00:00:14		14	0,13	00:00:02					
		Elemento 158	Montar mangueras sobre nuevo secador	00:01:11		14	0,13	00:00:11					
		Elemento 159	Posicionar nuevo secador	00:00:14		21	0,13	00:00:02					
Bobinador	N/A	Preparación	Elemento 160	Traer guaya	00:03:26	17	0,13	00:00:31	0:00:41				
			Elemento 161	Abrir brazos del bobinador	00:00:21	13	0,13	00:00:03					
			Elemento 162	Levantar carrete	00:00:07	18	0,13	00:00:01					
			Elemento 163	Cerrar brazos del bobinador	00:00:36	15	0,13	00:00:05					
Marcador, secador, cuenta metros, celda de carga, chispometro y capstan 2	N/A	Enhebrado 2	Elemento 164	Halar hasta el capstan	00:00:18	14	0,13	00:00:03	0:00:57				
			Elemento 165	Enhebrar capstan	00:00:14	16	0,13	00:00:02					
			Elemento 166	Halar hasta el chispometro	00:00:24	14	0,13	00:00:04					
			Elemento 167	Enhebrar chispometro	00:00:17	16	0,13	00:00:03					
			Elemento 168	Enhebrar celda de carga	00:00:14	16	0,13	00:00:02					
			Elemento 169	Halar hasta el cuentametros	00:00:05	14	0,13	00:00:01					
			Elemento 170	Enhebrar el cuentametros	00:00:19	16	0,13	00:00:03					
			Elemento 171	Halar hasta el cabezal de Nylon	00:03:33	18	0,13	00:00:33					
			Elemento 172	Enhebrar canales, secador y marcador	00:00:48	21	0,13	00:00:08					

ANEXO G. Listas de chequeo. Línea de extrusión 3

Devanador		Enhebrado 1		Extrusora PVC/PE		Extrusora de Nylon		Marcador de presión		Secador		Bobinador		Enhebrado 2	
ANTES															
<input type="checkbox"/>	Preparación de puntas	<input type="checkbox"/>	Reensamble del apoyo del cabezal	<input type="checkbox"/>	Encendido de resistencias	<input type="checkbox"/>	Nuevo disco listo	<input type="checkbox"/>	Núcleo necesario listo	<input type="checkbox"/>	Carrete listo	<input type="checkbox"/>	Punta de la guaya lista	<input type="checkbox"/>	Guaya junto al cabezal de Nylon
<input type="checkbox"/>	Montaje de carrete lleno	<input type="checkbox"/>	Contenedor externo vacío y limpio	<input type="checkbox"/>	Tolva cargada	<input type="checkbox"/>	Uña y limpiador listos	<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	Tender cable	<input type="checkbox"/>	Tolva alterna llena	<input type="checkbox"/>	Inventario de mallas listas	<input type="checkbox"/>	Pintura diluida								
		<input type="checkbox"/>	Inventario de mallas listas												
		<input type="checkbox"/>	Cierre de alimentación por cuenta de tolva en uso												
PREPARACIÓN															
DESPUÉS															
<input type="checkbox"/>	Desmonte	<input type="checkbox"/>	Quemar porta mallas	<input type="checkbox"/>	Quemar porta mallas	<input type="checkbox"/>	Limpiar disco usado	<input type="checkbox"/>	Núcleo saliente almacenado	<input type="checkbox"/>	Montar carrete y arrancar bobinado				
		<input type="checkbox"/>	Reensamble del apoyo del cabezal	<input type="checkbox"/>	Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/>	Limpiar uña usada								
		<input type="checkbox"/>	Contenedor externo lleno	<input type="checkbox"/>	Limpiar porta mallas										
		<input type="checkbox"/>	Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/>	Tolva vacía y limpia										
		<input type="checkbox"/>	Limpiar porta mallas												
		<input type="checkbox"/>	Tolva usada vacía y limpia												

Devanador	Enhebrado 1	Extrusora PVC/PE	Extrusora de Nylon	Marcador de presión
ANTES				
<input type="checkbox"/> Preparación de puntas	<input type="checkbox"/> Montaje de carrete lleno	<input type="checkbox"/> Tender cable	<input type="checkbox"/> Reensamble del apoyo del cabezal	<input type="checkbox"/> Contenedor externo vacío y limpio
			<input type="checkbox"/> Tolva alterna llena	<input type="checkbox"/> Inventario de mallas listas
			<input type="checkbox"/> Cierre de alimentación por cuenta de tolva en uso	<input type="checkbox"/> Encendido de resistencias
				<input type="checkbox"/> Tolva cargada
				<input type="checkbox"/> Inventario de mallas listas
				<input type="checkbox"/> Nuevo disco listo
				<input type="checkbox"/> Uña y limpiador listos
				<input type="checkbox"/> Pintura diluida
PREPARACIÓN				
DESPUÉS				
<input type="checkbox"/> Desmonte		<input type="checkbox"/> Quemar porta mallas	<input type="checkbox"/> Reensamble del apoyo del cabezal	<input type="checkbox"/> Contenedor externo lleno
		<input type="checkbox"/> Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/> Limpiar porta mallas	<input type="checkbox"/> Tolva usada vacía y limpia
		<input type="checkbox"/> Limpiar porta mallas	<input type="checkbox"/> Quemar porta mallas	<input type="checkbox"/> Dado y guía limpio
		<input type="checkbox"/> Tolva usada vacía y limpia	<input type="checkbox"/> Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/> Limpiar porta mallas
			<input type="checkbox"/> Limpiar porta mallas	<input type="checkbox"/> Tolva vacía y limpia
			<input type="checkbox"/> Tolva vacía y limpia	<input type="checkbox"/> Limpiar disco usado
				<input type="checkbox"/> Limpiar uña usada

Devanador	Enhebrado 1	Extrusora PVC/PE	Marcador de presión	Secador	Bobinador	Enhebrado 2	
ANTES							
<input type="checkbox"/> Preparación de puntas	<input type="checkbox"/> Montaje de carrete lleno	<input type="checkbox"/> Tender cable	<input type="checkbox"/> Reensamble del apoyo del cabezal <input type="checkbox"/> Contenedor externo vacío y limpio <input type="checkbox"/> Tolva alterna llena <input type="checkbox"/> Inventario de mallas listas <input type="checkbox"/> Cierre de alimentación por cuenta de tolva en uso	<input type="checkbox"/> Nuevo disco listo <input type="checkbox"/> Uña y limpiador listos <input type="checkbox"/> Pintura diluida	<input type="checkbox"/> Núcleo necesario listo	<input type="checkbox"/> Carrete listo	<input type="checkbox"/> Punta de la guaya lista <input type="checkbox"/> Guaya junto al cabezal de Nylon
PREPARACIÓN							
DESPUÉS							
<input type="checkbox"/> Desmonte		<input type="checkbox"/> Quemar porta mallas <input type="checkbox"/> Reensamble del apoyo del cabezal <input type="checkbox"/> Contenedor externo lleno <input type="checkbox"/> Dado y guía limpio <input type="checkbox"/> Limpiar porta mallas <input type="checkbox"/> Tolva usada vacía y limpia	<input type="checkbox"/> Limpiar disco usado <input type="checkbox"/> Limpiar uña usada	<input type="checkbox"/> Núcleo saliente almacenado	<input type="checkbox"/> Montar carrete y arrancar bobinado		

CICLO TIPO 4

Devanador	Enhebrado 1	Extrusora PVC/PE	Extrusora de Nylon	Marcador de presión	Secador	Bobinador	Enhebrado 2
ANTES							
<input type="checkbox"/> Preparación de puntas		<input type="checkbox"/> Encendido de resistencias	<input type="checkbox"/> Nuevo disco listo	<input type="checkbox"/> Núcleo necesario listo	<input type="checkbox"/> Carrete listo	<input type="checkbox"/> Punta de la guaya lista	
<input type="checkbox"/> Montaje de carrete lleno		<input type="checkbox"/> Tolva cargada	<input type="checkbox"/> Uña y limpiador listos			<input type="checkbox"/> Guaya junto al cabezal de Nylon	
<input type="checkbox"/> Tender cable		<input type="checkbox"/> Inventario de mallas listas	<input type="checkbox"/> Pintura diluida				
PREPARACIÓN							
DESPUÉS							
<input type="checkbox"/> Desmonte	<input type="checkbox"/> Contenedor externo lleno	<input type="checkbox"/> Quemar porta mallas	<input type="checkbox"/> Limpiar disco usado	<input type="checkbox"/> Núcleo saliente almacenado	<input type="checkbox"/> Montar carrete y arrancar bobinado		
	<input type="checkbox"/> Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/> Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/> Limpiar uña usada				
	<input type="checkbox"/> Dado y guía limpio	<input type="checkbox"/> Limpiar porta mallas					
		<input type="checkbox"/> Tolva vacía y limpia					



CICLO TIPO 5

Devanador	Enhebrado 1
ANTES	
<input type="checkbox"/>	Preparación de puntas
<input type="checkbox"/>	Montaje de carrete lleno
<input type="checkbox"/>	Tender cable
PREPARACIÓN	
DESPUÉS	
<input type="checkbox"/>	Desmonte

ANEXO H. Propuestas de mejora.

Parte 1. Acta de reunión de presentación de propuestas a la Gerencia de Producción (1/1)



ACTA DE REUNIÓN

Fecha: Febrero 15 de 2008	Lugar: CEDSA S.A.
Comité ó Proceso: Implementaciones SMED línea de extrusión 3	
Hora Inicial: 2:00 p.m.	Hora Final: 3:30 p.m.

PARTICIPANTES		
NOMBRE	CARGO	FIRMA
Luis Ernesto Silva Monterrey	Gerente de Producción	
Luis Felipe Reyes Uscátegui	Líder de proceso de mejora	

TEMAS TRATADOS	TIPO
LA GERENCIA DE PRODUCCIÓN APRUEBA LAS SIGUIENTES IMPLEMENTACIONES	
Propuesta de mejora 1. Sistema alternativo de dos devanadores. Costo asociado: \$88'200.000 (Pendiente aprobación de la Gerencia General).	
Propuesta de mejora 2. Tendido del conductor previo al paro.	
Propuesta de mejora 3. Preparación de puntas previo al paro.	
Propuesta de mejora 4. Cambios de tramo rápidos.	
Propuesta de mejora 5. Habilitación del segundo porta mallas.	
Propuesta de mejora 6. Inventario de mallas listas.	
Propuesta de mejora 7. Cambio en el procedimiento de balanceo.	
Propuesta de mejora 8. Anclaje externo del cabezal de PVC/PE. Costo asociado: \$480.000	
Propuesta de mejora 9. Sistema doble de tolvas. Costo asociado: \$870.000	
Propuesta de mejora 10. Externalización del reaprovisionamiento del contenedor externo.	
Propuesta de mejora 12. Externalización de preparación de la tolva de Nylon.	
Propuesta de mejora 13. Externalización de búsqueda e identificación de piezas del marcador de presión.	
Propuesta de mejora 15. Secador de núcleos intercambiables. \$928.000	
Propuesta de mejora 16. Montaje externo de carrete en el bobinador	
Propuesta de mejora 17. Enhebrado 2 inverso	
LA GERENCIA DE PRODUCCIÓN NO APRUEBA LAS SIGUIENTES IMPLEMENTACIONES	
Propuesta de mejora 11. Externalización de la limpieza para piezas pequeñas. Costo asociado: \$813.701	
Propuesta de mejora 14. Dispositivo de marcación doble. Costo asociado: \$1'250.000	

Parte 2. Propuesta de mejora 1. Cotización del sistema de devanador doble (1/2).



100 FRANKLIN STREET
BRISTOL, CT 06010
TEL.: 860 583 4646
FAX: 860 589 5707

E-MAIL: SALES@WIREANDPLASTIC.COM
WEB SITE: WWW.WIREANDPLASTIC.COM

July 11, 2008

Cedsa
Bucaramanga, Santander
Colombia

Tel.: 011 577 676 2929
Fax: 011 577 676 0192
E-mail: lsilva@cedsa.com.co

Attention: Luis Ernesto Silva
Reference: Equipment

Dear Luis Ernesto:

As per your request, enclosed please find our proposal on the above referenced equipment.

I welcome the opportunity to further discuss with you the technical and commercial aspects of this proposal.

I look forward to working with you on this project.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "GMM", written over a horizontal line.

Greg Malcervelli
Director of Sales
Wire & Plastic Machinery Corp.
gmalcervelli@wireandplastic.com

Unless otherwise indicated above: Machinery sold "AS IS", Payment is prior to shipment unless otherwise stated. All shipments shall be F.O.B shipping point. No sales or use tax is included. Machinery is subject to prior sale. Prices subject to change without notice. CLERICAL ERROR The Company reserves the right to correct clerical, arithmetical or stenographic errors or omissions in quotations, orders, acknowledgements, invoices or other documents. Any such corrections may be made by Company, upon giving Buyer written notice. These changes are to be effective immediately upon dispatch of this notice.

Parte 2. Propuesta de mejora 1. Cotización del sistema de devanador doble (2/2).

DEDSA
BUCARAMANGA
COLOMBIA



PAGE 2
EQUIPMENT
JULY 11, 2008

Item 1. One (1) PAY1189.5 – 84” Brand-Rex Portal Payoff

84” Brand-Rex portal type payoff, motorized lift, motorized in / out both arms, disc brake.

PRICE EX-WORKS NEW HAVEN, CTUS \$ 24,500

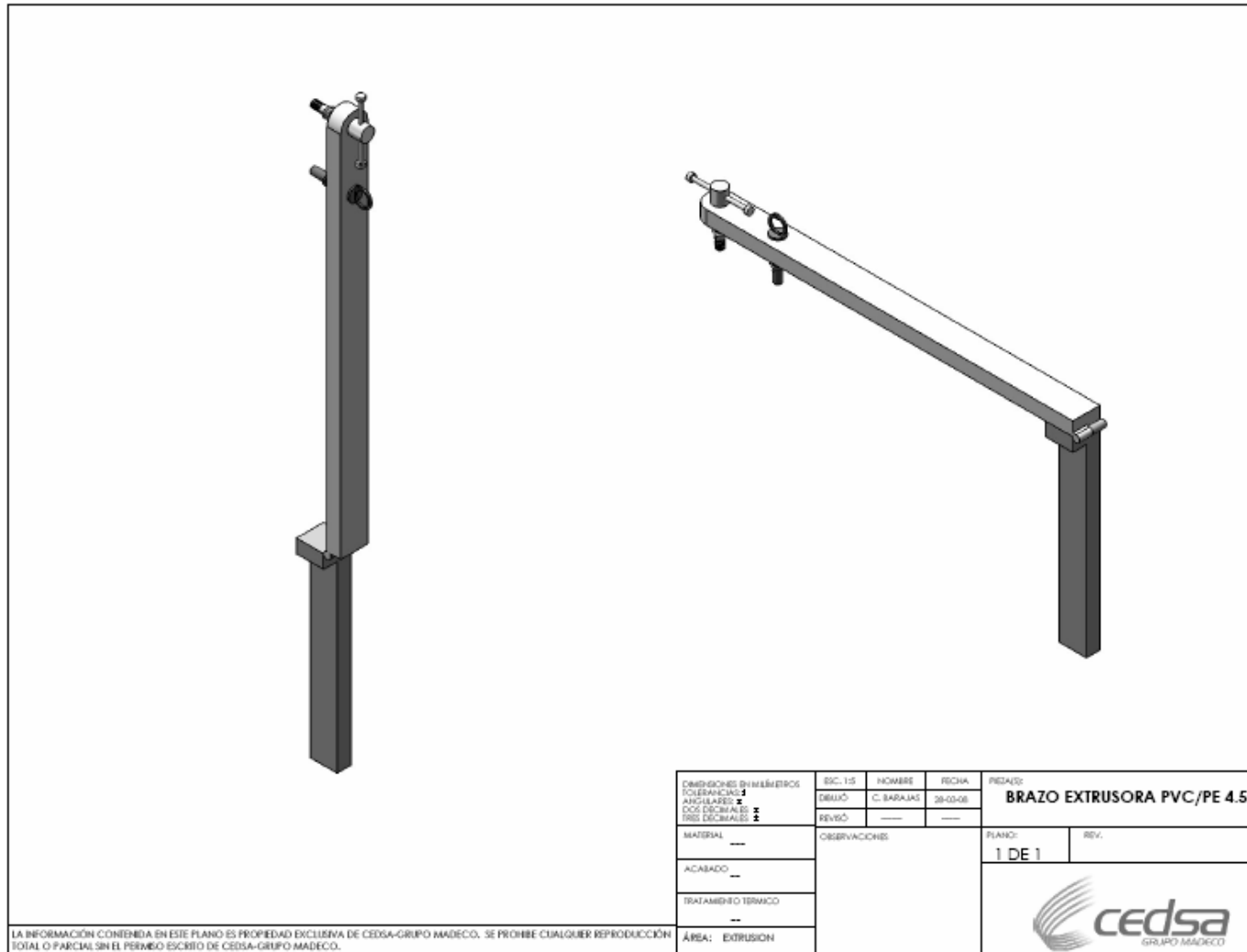
Item 2. One (1) PAY1189.6 – 84” Brand-Rex Portal Payoff

84” Brand-Rex portal type payoff, motorized lift, motorized in / out both arms, disc brake.

PRICE EX-WORKS NEW HAVEN, CTUS \$ 24,500

SPECIAL PACKAGE PRICE – ITEMS 1 AND 2 - TOTALUS \$ 49,000

Parte 3. Propuesta de mejora 8. Diseño del anclaje externo del cabezal de PVC/PE (1/2).



Parte 3. Propuesta de mejora 8. Cotización del anclaje externo del cabezal de PVC/PE (2/2).

E.D.I.M.

ESTRUCTURA DISEÑO INDUSTRIAL METALMECÁNICA

Bucaramanga, Febrero 11 de 2008

Sr. LUIS FELIPE REYES
DEPENDENCIA DE PRODUCCION
CEDSA S.A. - GRUPO MADECO

REF. COTIZACION No. 048

ITEM	CANT	DESCRIPCION	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	1	Fabricacion de brazo extrusora PVC (P 4,5) con su respectiva perilla de agarre y un pasador liso pivoteado con resorte.	\$ 480.000,00	\$ 480.000,00
SUBTOTAL				\$ 480.000,00
IVA				\$ 76.800,00
TOTAL				\$ 556.800,00

Nota: Precio incluyendo montaje

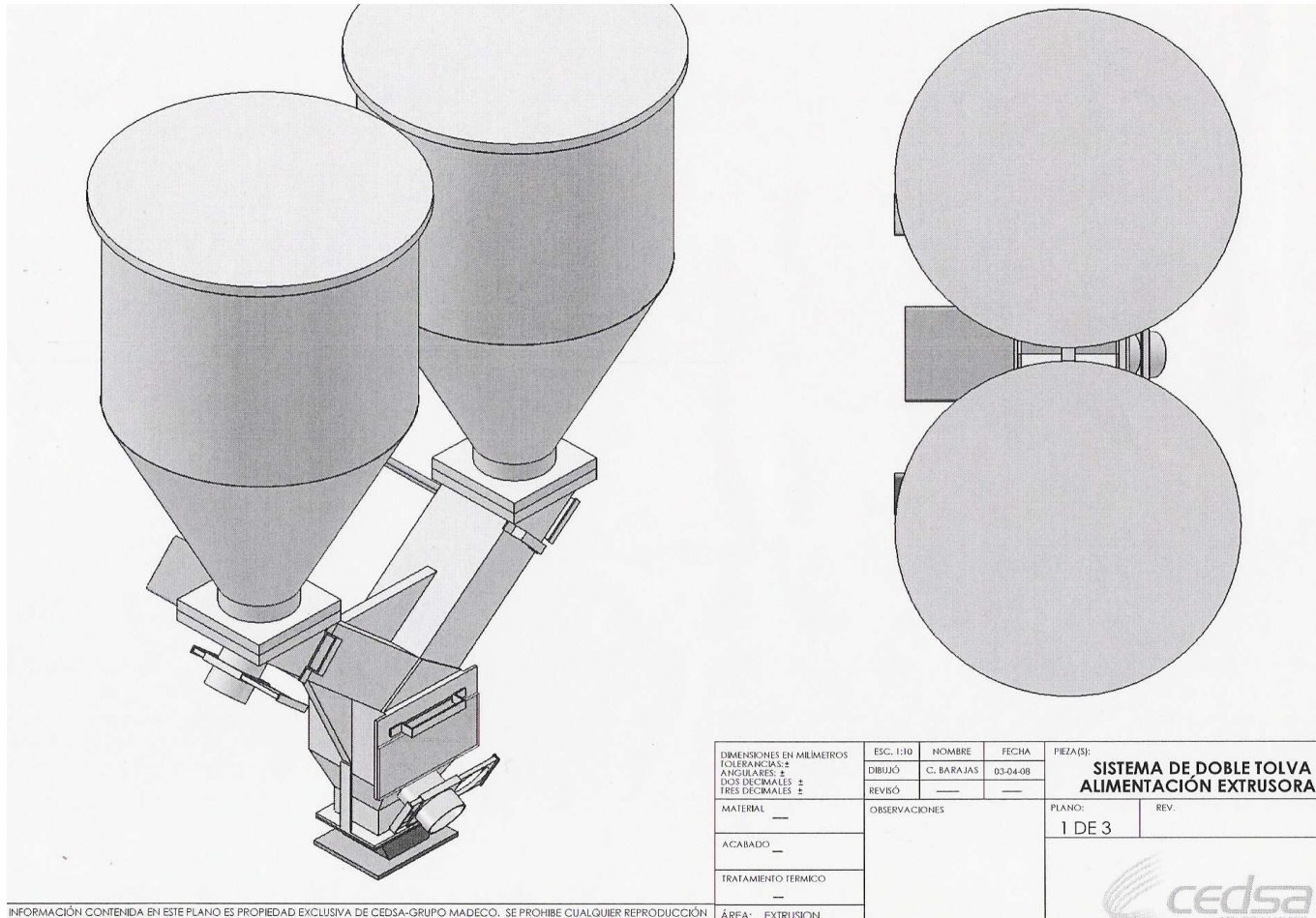
Tiempo de entrega: 20 días

Validez de la oferta: 15 días

Forma de pago: 30 días

RODRIGO ANDRES HURTADO LOZANO
NIT. 91.349.281-3

Parte 4. Propuesta de mejora 9. Diseño del sistema doble de tolvas (1/2).



INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE CEDSA-GRUPO MADECO. SE PROHIBE CUALQUIER REPRODUCCIÓN

Parte 4. Propuesta de mejora 9. Cotización del sistema doble de tolvas (2/2).

INDUSTRIAL INOX E.U

Nit: 900.192.952-4 Calle 15 No 16 – 65 Cel:316-4342786.

Bucaramanga, Febrero 6 de 200

Señores:
CEDSA S.A.
ATN: FELIPE REYES
L.C

REF: COTIZACIÓN

Nos permitimos poner bajo su consideración la oferta de los siguientes trabajos según planos suministrados por usted.

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
01.....	BASE EN V PARA TOLVAS EN MATERIAL INOX 304 Fabricación de base en V para la alimentación de la extrusora Construido en lámina calibre 12" INOX 304 Con visor en acrílico, toma muestras, y placa de acople En lámina calibre 1/8 INOX. Acabado Pulido. VALOR TRABAJO INCLUIDO MONTAJE	\$1'420.000=

CONDICIONES COMERCIALES

EXCLUSIONES: No incluye IVA VIGENTE

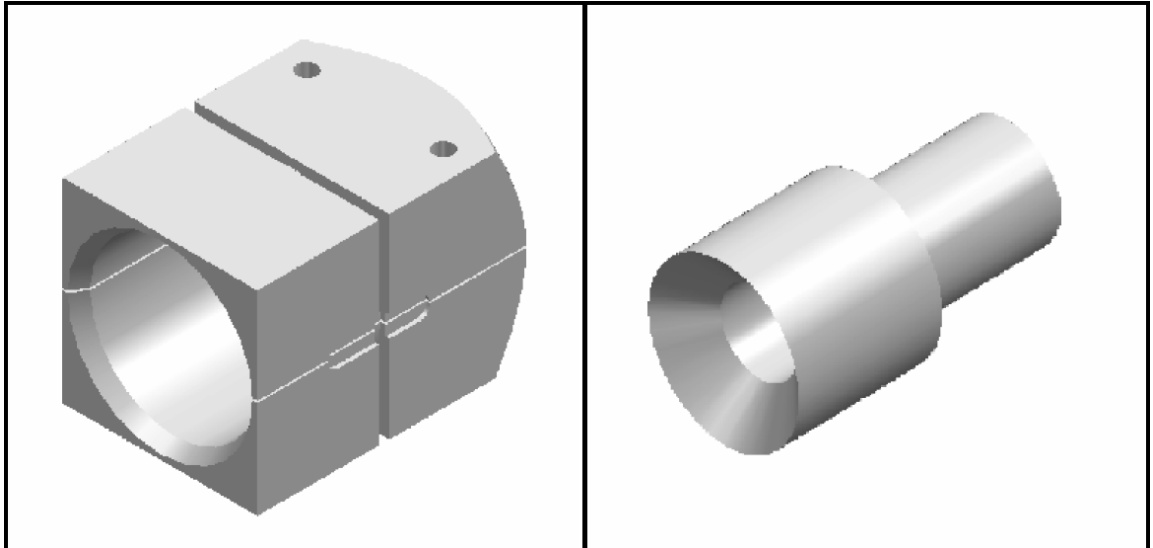
TÉRMINOS DE PAGO: 50% ANTICIPO 50% A 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 15 días hábiles a partir de la confirmación.

Cordialmente:

FERNANDO E. BELLO C.

Parte 5. Propuesta de mejora 15. Diseño del secador de núcleos intercambiables (1/3).



Parte 5. Propuesta de mejora 15. Estimación de tiempos del secador de núcleos intercambiables, método actual (2/3).

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Alcanzar la primera manguera	R40A	11,3	0,407				Sostener el secador
Coger la primera manguera	G1A	2	0,072				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Reasir	G2	5,6	0,202				Sostener el secador
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir '	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Desmontar la tuerca	D1	4	0,144				
Retirar la primera manguera	M10B	6,8	0,245				
8oltar la manguera	RL 1	2	0,072				
Alcanzar segunda manguera	R10A	6,1	0,22				
coger la segunda manguera	G1A	2	0,072				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,6	0,202				

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				Sostener el secador
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Girar la tuerca	T90S	5,4	0,194				Sostener el secador
Desmontar la tuerca	D1	4	0,144				
Retirar la segunda manguera	M10B	6,8	0,245				
Sostener la segunda manguera				0,144	4	D1	Desmontar el secador
				0,562	15,6	M40B	Retirar el secador
				0,072	2	RL1	soltar el secador
				0,562	15,6	R40B	Alcanzar el nuevo secador
				0,072	2	G1A	Coger el nuevo secador
				0,569	15,8	M40A	Mover el secador a la zona de secado
				0,709	19,7	P2SS	Montar el secador en la ranura
				0,583	16,2	APB	Aplicar presión
Mover la segunda manguera	M10A	6	0,216				Sostener el secador
Posicionar la rosca sobre el secador	P2SF	16,2	0,583				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Girar	T90S	5,4	0,194				Sostener el secador
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,4	0,194				
Aplicar presión	APA	5,6	0,202				
Girar	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,4	0,194				
Aplicar presión	APA	5,6	0,202				
Girar	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,4	0,194				
Alcanzar la primera manguera	R10B	6,3	0,227				
Coger la tuerca	G1A	2	0,072				

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Mover la manguera al secador	M10A	6	0,216				Sostener el secador
Posicionar la rosca sobre el secador	P2SF	16,2	0,583				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				Sostener el secador
Girar	T90S	5,4	0,194				
Reasir	G2	5,6	0,202				
Aplicar presión	APA	7,6	0,274				
Girar	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,4	0,194				
Aplicar presión	APA	5,6	0,202				
Girar	T90M	8,5	0,306				
Reasir	G2	5,4	0,194				
Aplicar presión	APA	5,6	0,202				
Girar	T90M	8,5	0,306				
Soltar	RL1	2	0,072				
TOTAL			38,6712	TOTAL			

Parte 5. Propuesta de mejora 15. Estimación de tiempos del secador de núcleos intercambiables, método propuesto (2/3).

IZQUIERDA				DERECHA			
Describe	Código	TMU	t (seg.)	t (seg.)	TMU	Código	Describe
Espera				0,5616	15,6	R40B	Alcanzar la parte superior del núcleo
				0,072	2	G1A	Coger la parte superior del núcleo
Alcanzar el secador	R40A	11,3	0,4068	0,378	10,5	M20B	Levantar la parte superior del núcleo
Coger el secador	G1A	2	0,072				Sostener
Sostener el secador				0,5616	15,6	M40B	Mover la parte superior del núcleo al secador
				0,3744	10,4	P1NSF	Posicionar la parte superior del núcleo
				0,216	6	M10A	Introducir la parte superior del núcleo en el secador
				0,3816	10,6	APA	Aplicar presión
				0,072	2	RL 1	Soltar
				0,5616	15,6	R40B	Alcanzar la parte inferior del núcleo
				0,072	2	G1A	Coger la parte inferior del núcleo
				0,378	10,5	M20B	Levantar la parte inferior del núcleo
				0,5616	15,6	M40B	Mover la parte inferior del núcleo al secador
				0,3744	10,4	P1NSF	Posicionar la parte inferior del núcleo
				0,216	6	M10A	Introducir la parte inferior del núcleo en el secador
0,3816	10,6	APA	Aplicar presión				
Soltar el secador	RL1	2	0,072	0,072	2	RL1	Soltar
TOTAL			5,3352	TOTAL			

Parte 5. Propuesta de mejora 15. Cotización del secador de núcleos intercambiables (3/3).



ING Y MAQUINAS LTDA
NIT. 900.147.362-8

INGENIERÍA & MÁQUINAS

Bucaramanga, Febrero 13 de 2008

COTIZACION 0041

Señores
CEDSA
ING. FELIPE REYES

A continuación presentamos a ustedes la siguiente cotización:

ITEM	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	Fabricación de secadores en nylon según plano	1	\$ 550.000.00	\$ 550.000.00
2	Fabricación de suplementos cilíndricos para secador	1	\$ 250.000.00	\$ 250.000.00
TOTAL				\$800.000.00

CONDICIONES DE LA OFERTA

PRECIOS MAS IVA

VALIDEZ DE LA OFERTA : 30 días
TIEMPO DE ENTREGA : 45 días
FORMA DE PAGO : 30 días

En espera de resolver cualquier inquietud.

Atentamente,

ROQUE JULIO PARRA SIERRA
Ingeniero Mecánico

CALLE 19 # 15 – 65/67 TELE-FAX 6716728 CEL. 315-6786064
Bucaramanga - Colombia

ANEXO I. Capacitación

Parte 1. Programa de vinculación y capacitación del personal de la línea de extrusión 3 en el proceso de mejoramiento de la preparación.

1. Conceptualización
 - 1.1 Tiempos de preparación actuales
 - 1.2 Técnicas de mejoramiento del método de preparación
2. Análisis de la situación actual y propuestas de mejora. Clasificación, identificación de oportunidades de externalización y mejora de actividades de preparación
 - 2.1 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del devanador
 - 2.2 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del enhebrado 1
 - 2.3 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE
 - 2.4 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación de la extrusora de Nylon
 - 2.5 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del marcador de presión
 - 2.6 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del secador
 - 2.7 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del bobinador
 - 2.8 Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del enhebrado 2
3. Introducción del nuevo método de preparación
 - 3.1 Introducción del nuevo método de preparación de cada equipo
 - 3.1.1 Introducción del nuevo método de preparación del devanador
 - 3.1.2 Introducción del nuevo método de preparación del enhebrado1
 - 3.1.3 Introducción del nuevo método de preparación de la extrusora de PVC/PE
 - 3.1.4 Introducción del nuevo método de preparación de la extrusora de Nylon
 - 3.1.5 Introducción del nuevo método de preparación del marcador de presión
 - 3.1.6 Introducción del nuevo método de preparación del secador
 - 3.1.7 Introducción del nuevo método de preparación del bobinador
 - 3.1.8 Introducción del nuevo método de preparación del enhebrado 2
 - 3.2 Introducción del nuevo método general de preparación de la línea dependiendo del tipo de ciclo.
 - 3.3 Sesión práctica de seguimiento de la implementación del nuevo método de preparación.

NOTA: Los numerales del 3.1 y 3.2 llevan consigo una sesión de capacitación práctica por turno.

Parte 2. Resumen del desarrollo del programa de capacitación.

	TEMA	FECHA	ASISTENTES	TIEMPO (min)
Conceptualización	Tiempos de preparación actuales y técnicas de mejoramiento del método de preparación	14/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
Análisis de la situación actual. Clasificación de actividades de preparación	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del devanador	15/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del enhebrado 1	16/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación de la extrusora de PVC/PE	17/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación de la extrusora de Nylon	18/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del marcador de presión	21/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del secador	22/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del bobinador	23/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Análisis, clasificación e identificación de oportunidades de mejora en las actividades de preparación del enhebrado 2	24/01/2008	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30

	TEMA	FECHA	LUGAR	ASISTENTES	TIEMPO (min.)
Introducción del nuevo método de preparación. Capacitaciones teóricas	Introducción del método propuesto para la preparación de la extrusora de PVC/PE y el secador de núcleos intercambiables	04/03/2008	Salón de capacitaciones	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Introducción del método propuesto para la preparación de la extrusora de Nylon, el marcador de presión y el bobinador	19/03/2008	Salón de capacitaciones	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Introducción del método propuesto para la preparación del devanador, el enhebrado 1 y 2.	21/04/2008	Salón de capacitaciones	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
	Introducción del método general propuesto para la preparación de la línea dependiendo del tipo de ciclo.	13/05/2008	Salón de capacitaciones	Luis Felipe Reyes William Gómez Juan Gabriel Camargo Fernando Monroy Benito Robles	30
Introducción del nuevo método de preparación. Capacitaciones practicas	Capacitación practica sesión del 04/03/2008. Turno 1	5/03/2008	Tercera línea de extrusión	Juan Gabriel Camargo Jorge Gutiérrez	120
	Capacitación practica sesión del 04/03/2008. Turno 2	6/03/2008	Tercera línea de extrusión	Benito Robles Fabio Arias	120
	Capacitación practica sesión del 04/03/2008. Turno 3	7/03/2008	Tercera línea de extrusión	Fernando Monroy Octavio Rey	120
	Capacitación practica sesión del 21/04/2008. Turno 1	22/04/2008	Tercera línea de extrusión	Benito Robles Fabio Arias	120
	Capacitación practica sesión del 21/04/2008. Turno 2	22/04/2008	Tercera línea de extrusión	Fernando Monroy Octavio Rey	120
	Capacitación practica sesión del 21/04/2008. Turno 3	22/04/2008	Tercera línea de extrusión	Juan Gabriel Camargo Jorge Gutiérrez	120
	Capacitación practica sesión 13/05/2008. Turno 1	15/05/2008	Tercera línea de extrusión	Juan Gabriel Camargo Jorge Gutiérrez	180
	Capacitación practica sesión 13/05/2008. Turno 2	13/05/2008	Tercera línea de extrusión	Fernando Monroy Octavio Rey	180
	Capacitación practica sesión 13/05/2008. Turno 3	16/05/2008	Tercera línea de extrusión	Benito Robles Fabio Arias	180
	Capacitación practica sesión de seguimiento. Turno 1	28/05/2008	Tercera línea de extrusión	Fernando Monroy Octavio Rey	180
	Capacitación practica sesión de seguimiento. Turno 2	30/05/2008	Tercera línea de extrusión	Juan Gabriel Camargo Jorge Gutiérrez	180
	Capacitación practica sesión de seguimiento. Turno 3	27/05/2008	Tercera línea de extrusión	Benito Robles Fabio Arias	180



5 ESES

- SEIRI (ORGANIZACIÓN)
- SEITON (ORDEN)
- SEISO (LIMPIEZA)
- SEIKETSU (CONTROL VISUAL)
- SHITSUKE (DISCIPLINA Y HABITO)



GRACIAS...



ANEXO J. Estudio de tiempos sobre actividades internas después de la mejora.

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO		
			Elemento	Descripción							
Devanador	N/A	Desmontaje	Externalizado								
		Montaje									
Capstan 1 y enderezador	N/A	Enhebrado 1	Elemento 1	Enhebrar el capstan	00:00:23	11	1	00:00:26	0:15:20		
			Elemento 2	Enhebrar el enderezador	00:07:32	11	1	00:08:22			
			Elemento 3	Enhebrar el cabezal de PVC/PE	00:00:05	16	1	00:00:06			
			Elemento 4	Empatar (amarre)	00:04:53	11	1	00:05:25			
			Elemento 5	Aislar el empate	00:00:31	11	1	00:00:34			
			Elemento 6	Tensionar la línea	00:00:25	11	1	00:00:28			
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Desarme y limpieza anterior a las bridas	Elemento 7	Soltar la tuerca de ajuste del dado	00:00:19	16	0,22	00:00:05	0:04:07		
			Elemento 8	Extraer el dado	00:00:18	16	0,22	00:00:05			
			Elemento 9	Limpiar la tuerca de ajuste del dado	00:01:49	16	0,22	00:00:28			
			Elemento 10	Aflojar 4 tornillos de la tuerca del corta flujo	00:00:29	16	0,22	00:00:07			
			Elemento 11	Limpiar los 4 tornillos	00:01:16	16	0,22	00:00:19			
			Elemento 12	Desmontar el porta guía	00:00:31	16	0,22	00:00:08			
			Elemento 13	Desmontar 6 tornillos del sostenedor	00:00:52	16	0,22	00:00:13			
			Elemento 14	Desmontar y limpiar el sostenedor	00:01:02	16	0,22	00:00:16			
			Elemento 15	Desmontar 4 tornillos en el sostenedor	00:00:33	16	0,22	00:00:08			
			Elemento 16	Desprender el centro del sostenedor	00:00:19	17	0,22	00:00:05			
			Elemento 17	Limpiar paredes internas del sostenedor	00:00:59	16	0,22	00:00:15			
			Elemento 18	Limpiar cara de salida del cabezal	00:01:21	16	0,22	00:00:21			
			Elemento 19	Extraer la guía	00:00:42	16	0,22	00:00:11			
			Elemento 20	Extraer la tuerca de ajuste del corta flujo	00:00:31	16	0,22	00:00:08			
			Elemento 21	Limpiar la cara de entrada del cabezal	00:01:11	16	0,22	00:00:18			
			Elemento 22	Extraer el cortador de flujo	00:00:55	16	0,22	00:00:14			
			Elemento 23	Limpiar el cortador de flujo	00:01:12	16	0,22	00:00:18			
			Elemento 24	Limpiar el cabezal desnudo	00:01:45	18	0,22	00:00:27			
			Desarme de bridas	Elemento 25	Soltar tuercas de las bridas	00:00:17	16	0,14		00:00:03	0:01:30
				Elemento 26	Desplazar los tornillos de las bridas	00:00:06	16	0,14		00:00:01	
				Elemento 27	Desplazar el cabezal y anclarlo	00:00:17	16	0,14		00:00:03	
				Elemento 28	Primera limpieza de flanges	00:08:31	16	0,14		00:01:23	
				Elemento 29	Expulsar el porta mallas	00:00:05	16	0,14		00:00:01	
			pieza y montaje	Elemento 30	Preparar el quemado del porta mallas	00:00:39	15	0,14		00:00:06	0:00:10
		Elemento 31		Montar ambas mallas sobre cortador	00:00:23	13	0,14	00:00:04			
		Ensamble del cabezal	Elemento 32	Armado del sostenedor de la tuerca de ajuste del dado	00:00:17	15	0,22	00:00:04	0:01:32		
			Elemento 33	Posicionar el sostenedor sobre la cara de salida	00:00:13	15	0,22	00:00:03			
			Elemento 34	Asegurar el sostenedor con sus 6 tornillos	00:02:08	15	0,22	00:00:32			
			Elemento 35	Introducir el cortador de flujo	00:00:23	15	0,22	00:00:06			
			Elemento 36	Posicionar la tuerca de ajuste del cortador de flujo	00:00:14	15	0,22	00:00:04			
			Elemento 37	Asegurar la tuerca de ajuste con sus 4 tornillos	00:01:32	15	0,22	00:00:23			
			Elemento 38	Introducir la guía	00:00:15	15	0,22	00:00:04			
			Elemento 39	Introducir y roscar el porta guía	00:00:25	15	0,22	00:00:06			
			Elemento 40	Roscar la tuerca de ajuste del juego	00:00:36	15	0,22	00:00:09			

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO			
			Elemento	Descripción								
			ELEMENTOS DE PREPARACIÓN									
Extrusora PVC/PE	Cabezal	Ensamble de bridas	Elemento 41	Posicionar el porta mallas	00:00:18	16	0,14	00:00:03	0:00:52			
			Elemento 42	Retirar el anclaje y montar el cabezal	00:00:37	16	0,14	00:00:06				
			Elemento 43	Montar los tornillos de la brida y asegurar brevemente	00:00:41	16	0,14	00:00:07				
			Elemento 44	Soltar base y primera revisión del nivel	00:00:38	16	0,14	00:00:06				
			Elemento 45	Ajustar la inclinación del cabezal y verificar nivel	00:01:59	16	0,14	00:00:19				
			Elemento 46	Ajustar roscar de la brida	00:01:05	16	0,14	00:00:11				
		Centrado	Elemento 47	Encender la línea	00:00:15	12	0,22	00:00:04	0:00:45			
			Elemento 48	Marcar la superficie superior de la cubierta extruida	00:00:25	14	0,22	00:00:06				
			Elemento 49	Detener la línea	00:00:12	12	0,22	00:00:03				
			Elemento 50	Retirar la muestra del aislamiento	00:00:39	12	0,22	00:00:10				
			Elemento 51	Comprobación del centrado	00:00:15	14	0,22	00:00:04				
			Elemento 52	Medir espesor en 4 puntos del corte	00:00:30	12	0,22	00:00:07				
	Elemento 53		Ajustar los tornillos del centrado	00:00:45	16	0,22	00:00:11					
	Barril	Desarme, limpieza y armado	Elemento 54	Purgar			Paralelo		0:01:53			
			Elemento 55	Posicionarse para expulsar el tornillo extrusor	00:00:32	18	0,14	00:00:05				
			Elemento 56	Desplazamiento y limpieza del tornillo	00:02:31	16	0,14	00:00:25				
			Elemento 57	Extracción del tornillo	00:00:41	40	0,14	00:00:08				
			Elemento 58	Finalizar limpieza del tornillo	00:04:33	18	0,14	00:00:45				
			Elemento 59	Barrer internamente el barril	00:01:15	18	0,14	00:00:12				
			Elemento 60	Soplado se superficies	00:01:04	16	0,14	00:00:10				
			Elemento 61	Introducir el tornillo extrusor	00:00:38	40	0,14	00:00:07				
			Tolva	Vaciado	Elemento 62	Abrir punto de vaciado central	00:00:08	12		0,14	00:00:01	0:00:23
					Elemento 63	Vaciado	00:00:15	13		0,14	00:00:02	
	Elemento 64	Abrir ventanilla			00:00:21	12	0,14	00:00:03				
	Elemento 65	Vaciado manual			00:00:52	12	0,14	00:00:08				
	Elemento 66	Sopletiar			00:00:09	14	0,14	00:00:01				
	Elemento 67	Cerrar ventanilla			00:00:22	12	0,14	00:00:03				
	Elemento 68	Cerrar punto de vaciado central			00:00:08	12	0,14	00:00:01				
	Elemento 69	Abrir paso de la tolva llena			00:00:09	12	0,14	00:00:01				
Extrusora Nylon	Cabezal	Desarme y limpieza	Externalizado									
			Elemento 70	Encender resistencias	00:00:19	19	0,06	00:00:01	0:02:04			
			Elemento 71	Desmontar el porta guía	00:00:38	18	0,06	00:00:03				
			Elemento 72	Limpiar el porta guía	00:02:14	17	0,06	00:00:09				
			Elemento 73	Extraer la guía	00:00:25	17	0,06	00:00:02				
			Elemento 74	Limpiar la guía	00:02:13	17	0,06	00:00:09				
			Elemento 75	Extraer los 4 tornillos del retenedor del dado	00:01:20	17	0,06	00:00:06				
			Elemento 76	Limpiar los 4 tornillos	00:01:41	17	0,06	00:00:07				
			Elemento 77	Extraer el dado y su retenedor	00:01:12	18	0,06	00:00:05				
			Elemento 78	Separar y limpiar el dado y su retenedor	00:02:32	17	0,06	00:00:11				
			Elemento 79	Extraer los 6 tornillos del retenedor del porta guía	00:02:03	17	0,06	00:00:09				
			Elemento 80	Desmontar el retenedor y limpiarlo	00:01:48	18	0,06	00:00:08				
			Elemento 81	Extraer la pinola	00:01:20	17	0,06	00:00:06				
			Elemento 82	Limpiar la pinola	00:02:45	17	0,06	00:00:12				
			Elemento 83	Extraer 8 tornillos del retenedor y sostenedor del dado	00:01:45	17	0,06	00:00:07				
			Elemento 84	Limpiar los 8 tornillos	00:02:17	17	0,06	00:00:10				
			Elemento 85	Separar y limpiar el retenedor y sostenedor del dado	00:02:15	17	0,06	00:00:09				
			Elemento 86	Limpieza del cabezal desnudo	00:02:34	19	0,06	00:00:11				

EQUIPOS	COMPONENTES	SUBPROCESOS PREPARATIVOS	ELEMENTOS DE PREPARACIÓN		TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (hh:mm:ss)	SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	TIEMPO ASIGNADO (hh:mm:ss)	TIEMPO ASIGNADO POR SUBPROCESO	
			Elemento	Descripción						
Extrusora Nylon	Cabezal	Armado	Elemento 87	Montar dado y sostenedor	00:01:43	17	0,06	00:00:07	0:00:40	
			Elemento 88	Roscar 8 tornillos	00:02:32	16	0,06	00:00:11		
			Elemento 89	Montar el pin	00:00:09	17	0,06	00:00:01		
			Elemento 90	Posicionar el retenedor del pin	00:00:11	16	0,06	00:00:01		
			Elemento 91	Roscar 6 tornillos	00:02:03	16	0,06	00:00:09		
			Elemento 92	Montar la guía	00:00:08	16	0,06	00:00:01		
			Elemento 93	Roscar el porta guía	00:00:37	16	0,06	00:00:03		
			Elemento 94	Montar dado sobre su retenedor	00:00:46	16	0,06	00:00:03		
			Elemento 95	Roscar 4 tornillos	00:01:20	16	0,06	00:00:06		
			Elemento 96	Calibrar distancias	00:00:42	15	0,06	00:00:03		
	Tolva	Reaprovechamiento	Vaciado	Externalizado						
				Externalizado						
				Externalizado						
				Externalizado						
Marcador de presión	N/A	Preparación	Elemento 99	Girar perilla superior	00:00:09	11	0,22	00:00:02	0:01:32	
			Elemento 100	Extraer recipiente de pintura	00:00:06	11	0,22	00:00:01		
			Elemento 101	Liberar resorte	00:00:12	11	0,22	00:00:03		
			Elemento 102	Retirar uña	00:00:08	11	0,22	00:00:02		
			Elemento 103	Retirar rosca de disco	00:01:02	11	0,22	00:00:15		
			Elemento 104	Montar el disco nuevo	00:00:11	11	0,22	00:00:03		
			Elemento 105	Ajustar rosca de disco	00:00:25	11	0,22	00:00:06		
			Elemento 106	Montar uña	00:00:19	11	0,22	00:00:05		
			Elemento 107	Cargar pintura	00:00:32	11	0,22	00:00:08		
			Elemento 108	Montar recipiente de pintura	00:00:05	11	0,22	00:00:01		
			Elemento 109	Comprobar rotulado	00:01:45	13	0,22	00:00:26		
			Elemento 110	Ajuste de elementos de anclaje	00:00:51	11	0,22	00:00:12		
			Elemento 111	Ajuste de altura	00:00:22	11	0,22	00:00:05		
Elemento 112	Girar perilla superior	00:00:08	11	0,22	00:00:02					
Secador	N/A	Preparación	Elemento 113	Cerrar flujo de aire	00:00:06	16	0,13	00:00:01	0:00:06	
			Elemento 114	Cambiar el componente superior del núcleo	00:00:15	16	0,13	00:00:02		
			Elemento 115	Cambiar el componente inferior del núcleo	00:00:12	16	0,13	00:00:02		
			Elemento 116	Abrir el paso de aire	00:00:08	16	0,13	00:00:01		
Bobinador	N/A	Preparación	Externalizado							
cuanta metros, celda de carga, chispometro y	N/A	Enhebrado 2	Elemento 117	Amarre entre guaya y referencia a desmontar	00:00:51	11	0,13	00:00:07	0:00:39	
			Elemento 118	Aislar unión	00:00:41	11	0,13	00:00:06		
			Elemento 119	Arrancar línea	00:00:31	11	0,13	00:00:04		
			Elemento 120	Enhebrado por parte de la línea	00:01:20	11	0,13	00:00:12		
			Elemento 121	Detener la línea	00:00:20	11	0,13	00:00:03		
			Elemento 122	Desplazarse hasta el capstan 2	00:00:32	11	0,13	00:00:05		
			Elemento 123	Cortar amarre	00:00:17	11	0,13	00:00:02		

ANEXO K. Metodologías de trabajo por ciclo



METODOLOGIA DE TRABAJO PARA CICLOS TIPO 1

tiempo estimado : 81 minutos

LIDER	AYUDANTE	tiempo (min.)
Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal (PVC/PE)	Desarme y limpieza del cabezal (Nylon)	19 min
Desarme de bridas del cabezal (PVC/PE)		30 min
Colocar a quemar el porta mallas (PVC/PE)		31 min
Vaciar y limpiar dosificador de la tolva (PVC/PE)		34 min
Extraer el tornillo y limpiarlo con el barril (PVC/PE)	Extraer el tornillo y limpiarlo con el barril (PVC/PE)	47 min
Cerrar bridas y balancear el cabezal PVC/PE	Ensamblar el cabezal de Nylon	53 min
Ensamblar el cabezal (PVC/PE)		58 min
Enhebrado 2	Enhebrado 1 y amarre	60 min
Preparar marca		65 min
Centrar Nylon		72 min
		73 min
	Preparar el secador	74 min
		78 min
Centrar PVC/PE		81 min



METODOLOGIA DE TRABAJO PARA CICLOS TIPO 2

tiempo estimado : 76 minutos

LIDER	AYUDANTE	tiempo (min.)
Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal (PVC/PE)	Desarme y limpieza del cabezal (Nylon)	19 min
Desarme de bridas del cabezal (PVC/PE)		30 min
Colocar a quemar el porta mallas (PVC/PE)		31 min
Vaciar y limpiar dosificador de la tolva (PVC/PE)		34 min
Extraer el tornillo y limpiarlo con el barril (PVC/PE)	Extraer el tornillo y limpiarlo con el barril (PVC/PE)	47 min
Ensamble de bridas y centrado (PVC/PE)	Ensamble del cabezal (Nylon)	53 min
Ensamble de cabezal (PVC/PE)		58 min
	Enhebrado 1 y amarre	60 min
Preparar marca		67 min
Centrar Nylon		73 min
Centrar PVC/PE		76 min

tiempo estimado : 73 minutos

LIDER	AYUDANTE	tiempo (min.)
Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal (PVC/PE)	Vaciar y limpiar dosificador de la tolva (PVC/PE)	3 min
	Enhebrado 2	8 min
	Preparar marca	15 min
	Preparar secador	16 min
		19 min
Desarme de bridas del cabezal (PVC/PE)	Ayudar al lider	30 min
Colocar a quemar el porta mallas (PVC/PE)		31 min
Extraer el tornillo y limpiarlo con el barril (PVC/PE)	Extraer el tornillo y limpiarlo con el barril (PVC/PE)	44 min
Cerrar bridas y nivelar el cabezal PVC/PE	Ayudar al lider	50 min
Ensamblar el cabezal (PVC/PE)		55 min
	Enhebrado 1 y amarre	57 min
Ayudar al auxiliar		70 min
Centrar PVC/PE		73 min



METODOLOGIA DE TRABAJO PARA CICLOS TIPO 4

tiempo estimado : 61 minutos

LIDER	AYUDANTE	tiempo (min.)
Desarme y limpieza anterior a las bridas en el cabezal (PVC/PE)	Desarme y limpieza del cabezal (Nylon)	19 min
Cerrar bridas y nivelar (PVC/PE)		25 min
Ensamblar el cabezal (PVC/PE)		32 min
Enhebrado 1 y amarre		34 min
	Ensamblar el cabezal de Nylon	45 min
	Preparar marca	47 min
Enhebrado 2		52 min
Centrar Nylon	Preparar secador	53 min
		58 min
Centrar PVC/PE		61 min