

MANUFACTURA FLEXIBLE IMPLEMENTANDO TECNICAS DE SMED (QUICK
CHANGEOVER) EN LOS PROCESOS DE FORJA

ANGELA JULIANA MANTILLA GOMEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2009

MANUFACTURA FLEXIBLE IMPLEMENTANDO TECNICAS DE SMED (QUICK
CHANGEOVER) EN LOS PROCESOS DE FORJA

ANGELA JULIANA MANTILLA GOMEZ

Trabajo de Grado para Optar por el Título de
Ingeniería Industrial

Director

Francisco Javier Mosquera Robbin
Ingeniero Industrial

Tutor

Giovani Arturo Parra
Coordinador de Producción

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2009

A la vida, por una oportunidad
para mostrar las capacidades que se tienen.

A mi familia por brindar
apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la vitalidad necesaria para cumplir con los objetivos que me establezco en la vida.

A mi familia por ser ese hombro que me conforta en todo momento.

A la universidad, por ser fuente de herramientas de mi vida profesional.

A FORCOL LTDA. por creer en mí, para mejorar sus procesos en el día a día.

A toda persona que tuvo una influencia positiva en el proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
1.1 MISION	2
1.2. VISION	3
1.3. OBJETO SOCIAL	3
1.4. RAZON SOCIAL	3
1.5 RESEÑA HISTÓRICA	3
1.6 UBICACIÓN	5
1.7 POLÍTICA DE CALIDAD	5
1.8 OBJETIVOS DE CALIDAD	6
1.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	6
1.9.1 Ingeniería	7
1.9.2 Producción y Materiales	8
1.9.3 Procesos y Aseguramiento de la Calidad	9
1.9.4 Mantenimiento	9
1.9.5 Sistema de Gestión de la Calidad	10
1.10 PRODUCTOS FABRICADOS	10
1.10.1 Sector Automotriz	10
1.10.2 Otros Sectores	14
1.11 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO	14
1.11.1 Aprovisionamiento y recepción de Materia Prima	15
1.11.2 Operación de Corte	16
1.11.3 Calentamiento	16
1.11.4 Proceso de Forja	16
1.11.5 Desbarbado	16
1.11.6 Esmerilado	17
1.11.7 Tratamientos Térmicos	17
1.11.8 Limpieza	18

1.11.9	Inspección por Magnaflux.....	19
1.11.10	Calibrado.....	19
1.11.11	Inspección Final y Despacho.....	19
1.12	TECNOLOGIA Y MAQUINARIA.....	20
1.13	CLIENTES.....	21
1.14	ENTORNO EXTERNO.....	21
2	MARCO TEORICO.....	24
2.1	CADENA DE VALOR.....	24
2.2	QUICK CHANGEOVER.....	25
2.3	PASOS PARA CONSEGUIR ZERO CHANGEOVER.....	26
2.3.1	Entender los tiempos largos de changeover.....	26
2.3.2	Apoyo de la administración y la conformación de un equipo de mejora.....	26
2.3.3	Llevar a cabo un análisis de las operaciones de producción.....	27
2.3.4	Aplicar un análisis de los tres tipos de desperdicios.....	28
2.3.5	Identificación del desperdicio.....	28
2.3.6	Planes de mejora creando una participación global.....	29
2.3.7	Implementación de mejoras.....	29
2.3.8	Evaluación de resultados y el despliegue horizontal.....	30
2.4	ETAPAS DEL SMED RELACIONADAS CON LA METODOLOGIA CHANGEOVER.....	30
2.4.1	Fase Preliminar.....	31
2.4.2	Fase 1: Separar Preparaciones Internas de Externas.....	31
2.4.3	Fase 2. Convertir la preparación Interna en Externa.....	32
2.4.4	Fase 3. Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.....	32
2.5	LAS 5 ESES.....	33
2.6	PASOS 5 ESES.....	34
2.6.1	Seiri: Desalojar ¿De qué podemos deshacernos?.....	34
2.6.2	Seito: Organizar “Mejor Sistema, Mejor Trabajo”.....	34

2.6.3	Seiso: Limpieza “Eliminar Suciedad”	34
2.6.4	Seiketsu: Uniformar “Conservar Limpio el Ambiente”	35
2.6.5	Shitsuke: Entrenamiento y Disciplina “Seguir las Normas”	35
3	CADENA DE VALOR FORCOL LTDA	36
3.2	ACTIVIDADES PRIMARIAS	37
3.2.1	Innovación.....	37
3.2.2	Producción.....	38
3.2.3	Logística	38
3.2.4	Mercadeo	38
3.2.5	Servicio Postventa	39
3.3	ACTIVIDADES DE APOYO	39
3.3.1	Suministros.....	39
3.3.2	Recurso Humano.....	39
3.3.3	Tecnología.....	40
3.4	ACTIVIDAD PRIMARIA DE PRODUCCION	40
3.4.1	Producción de Espigos en la Recalcadora.....	40
3.4.2	Producción de Juntas Fijas en la Prensa 400	49
4	QUICK CHANGEOVER EN PROCESO.....	54
4.2	QUICK CHANGEOVER EN LA PRODUCCION DE ESPIGOS EN LA RECADCADORA	54
4.2.1	FASE PRELIMINAR ESPIGOS EN RECALCADORA	54
4.2.2	FASE 1 ESPIGOS EN LA RECALCADORA	59
4.2.3	FASE 2 ESPIGOS EN LA RECALCADORA	64
4.2.4	FASE 3 ESPIGOS EN LA RECALCADORA	65
4.3	QUICK CHANGEOVER EN LA PRODUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400.....	65
4.3.1	FASE PRELIMINAR JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400	66
4.3.2	FASE 1 JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400	69
4.3.3	FASE 2 JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400	74
4.3.4	FASE 3 JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400	75

5	CAMBIOS LOGRADOS	77
5.1	CAMBIOS LOGRADOS EN LA PRODUCCION DE ESPIGOS EN LA RECALCADORA	77
5.2	CAMBIOS LOGRADOS EN LA PRODUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400.....	80
6	CONCLUSIONES	85
7	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFIA.....	87
	ANEXOS	89

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional FORCOL Ltda.....	7
Figura 2. Gráfica Proceso Productivo FORCOL LTDA.	15
Figura 3. Actividades de la Cadena de Valor	25
Figura 4. Clasificación Actividades de Preparación.	28
Figura 5. Fases de la Metodología SMED.....	30
Figura 6. Relación Zero Changeover-SMED.....	31
Figura 7. Tipos de Actividades Preparación	32
Figura 8. Externalizar Actividades	32
Figura 9. Beneficios de las 5´s.....	33
Figura 10. Cadena de Valor FORCOL LTDA.	37
Figura 11. Gráfico Demanda Recalcadora.	43
Figura 12. Proceso de Forja en la Recalcadora.....	47
Figura 13. Gráfico Demanda Prensa 400.....	51
Figura 14. Proceso de Acabados en la Junta Fija.	53
Figura 15. Fases de la Metodología SMED.....	54
Figura 16. Fase Preliminar de la Metodología SMED	54
Figura 17. Relación de Actividades Preparación Espigo NPR.	58
Figura 18. Esquema Proceso Productivo de los Espigos.....	59
Figura 19. Primera Fase de la Metodología SMED	59
Figura 20. Pareto Actividades Internas del Espigo.	61
Figura 21. Pareto Actividades Externas del Espigo.....	61
Figura 22. Segunda Fase Metodología SMED.....	64
Figura 23. Tercera Fase Metodología SMED.....	65
Figura 24. Fases de la Metodología SMED.....	65
Figura 25. Fase Preliminar de la Metodología SMED	66
Figura 26. Relación de Actividades Preparación Junta Fija	68
Figura 27. Esquema Proceso Productivo de las Juntas Fijas.	69

Figura 28. Primera Fase de la Metodología SMED	69
Figura 29. Pareto Actividades Externas de la Junta Fija.	70
Figura 30. Pareto Actividades Internas de la Junta Fija.	71
Figura 31. Segunda Fase Metodología SMED.....	74
Figura 32. Tercera Fase Metodología SMED.....	75
Figura 33. Comparación Preparaciones del Espigo.....	78
Figura 34. Cambios Logrados en la Preparación de la Recalcadora	79
Figura 35. Comparación Preparaciones de las Juntas Fijas.	82
Figura 36. Cambios Logrados en la Prensa 400.....	83

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Entrada FORCOL LTDA.....	2
Ilustración 2. Junta Fija R-9.	11
Ilustración 3. Tulipa Vitara Macho.....	11
Ilustración 4. Trípode GI 69.....	11
Ilustración 5. Cubo Rueda Daewoo.	12
Ilustración 6. Espigo NPR.	12
Ilustración 7. Brida Q-Car.....	13
Ilustración 8. Tubo Bocín Mazda.	13
Ilustración 9. Yoke de Tres Puntas.	14
Ilustración 10. Máquina Recalcadora.	41
Ilustración 11. Ubicación Recalcadora en la Planta.	41
Ilustración 12. Espigo NPR	43
Ilustración 13. Silos de Almacenamiento Acero.	44
Ilustración 14. Identificación del Silo de Almacenamiento.	44
Ilustración 15. Almacenamiento Materia Prima Cortada (Tochos).....	46
Ilustración 16. Celda de Tratamientos Térmicos.	47
Ilustración 17. Zona de Despacho de Productos.	48
Ilustración 18. Máquina Prensa 400.	49
Ilustración 19. Ubicación en la Planta de la Prensa 400.....	50
Ilustración 20. Junta Fija R-9.	51
Ilustración 21. Máquina de Corte de Palanquillas.	52
Ilustración 22. Proceso de Forjado en la Prensa 400.	53
Ilustración 23. Celda de Recalcado.	56
Ilustración 24. Organización en la Celda de Recalcado.	56
Ilustración 25. Colaboradores del Proceso de Forja.	57
Ilustración 26. Equipo de Trabajo SMED.	60
Ilustración 27. Zona de Herramientas PAP.	63

Ilustración 28. Jornadas 5's.	63
Ilustración 29. Organización en la Celda 6.300.....	67
Ilustración 30. Organización de la Celda 6.300.....	72
Ilustración 31. Zona de Herramientas PAP.	73
Ilustración 32. Colaboradores del Proceso de PAP.	74
Ilustración 33. Operario en el Proceso de Preparación.	77
Ilustración 34. Celda de Recalcado.	78
Ilustración 35. Operarios en la Prensa 400.	81
Ilustración 36. Celda 6.300.	81
Ilustración 37. Operario del Proceso de Forja con el carro de PAP.	82

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Cadena de Valor FORCOL LTDA.	90
ANEXO B. Comportamiento Demanda Recalcadora.	91
ANEXO C. Tiempos de Corte y Calentamiento para Productos de la Recalcadora.	92
ANEXO D. Tiempos de Forja para los Productos de la Recalcadora.	93
ANEXO E. Tiempos de Magnatest y Tratamientos Térmicos para los productos de la Recalcadora.	94
ANEXO F. Tiempos Limpieza y Magnaflux para los productos de la Recalcadora.	95
ANEXO G. Tabla de Suplementos para las Celdas de Producción FORCOL LTDA.	96
ANEXO H. Comportamiento Demanda Prensa 400.	97
ANEXO I. Tiempos de Corte y Calentamiento para los Productos de la Prensa 400.	98
ANEXO J. Tiempos de Forja y Magnates para los Productos de la Prensa 400.	99
ANEXO K. Tiempos de Tratamientos Térmicos, Limpieza y Magnaflux para los productos de la Prensa 400.	100
ANEXO L. Presentación Sensibilización Operarios SMED.	101
ANEXO M. Clasificación de las Diferentes actividades de la Preparación de los Espigos en la Recalcadora.	103
ANEXO N. Clasificación de las Diferentes actividades de la Preparación de las Juntas Fijas en la Prensa 400.	104
ANEXO O. Diagrama de Operaciones para el Diagnostico del Espigo en la Recalcadora.	105
ANEXO P. Método de Trabajo y Tiempos para los Espigos en la Recalcadora.	109
ANEXO Q. Clasificación Actividades Internas y Externas para los Espigos en la Recalcadora.	110

ANEXO R. Diagrama de Operaciones para el Diagnostico de las Juntas Fijas en la Prensa 400.....	111
ANEXO S. Método de Trabajo y Tiempos para las Juntas Fijas en la Prensa 400.	114
ANEXO T. Clasificación Actividades Internas y Externas para las Juntas Fijas en la Prensa 400.....	115
ANEXO U. Propuesta Método de Trabajo y Tiempos para los Espigos en la Recalcadora.	116
ANEXO V. Diagrama de Operaciones para la Validación del Espigo en la Recalcadora.	117
ANEXO W. Reducción de Tiempos para las Actividades establecidas en los Espigos de la Recalcadora.	119
ANEXO X. Propuesta Método de Trabajo y Tiempos para las Juntas Fijas de la Prensa 400.....	121
ANEXO Y. Diagrama de Operaciones para la Validación de las Juntas Fijas en la Prensa 400.....	122
ANEXO Z. Reducción de Tiempos para las Actividades establecidas en las Juntas Fijas de la Prensa 400.....	124
ANEXO AA. Indicadores de las dos Situaciones de Estudio(Inicial y Actual) del proceso de Preparación.	126

GLOSARIO

EXTRUSION HORIZONTAL: La Extrusión Horizontal es el proceso de crear piezas por la aplicación de presión horizontal por medio de un punzón, siendo deslizado por matrices que contiene encapsulado el material.

EXTRUSION VERTICAL: La Extrusión Vertical, proviene de aplicar una presión al material dirigida de la parte superior de la máquina hacia una matriz que permite dar la forma de la pieza.

PALANQUILLA: Varilla de acero que constituye la materia prima para el proceso de forja. Su forma facilita el transporte de un lugar a otro.

SILOS: Estructura diseñada para el almacenamiento de la Materia Prima.

TOCHO: Pieza cortada de las palanquillas en la Celda de Corte que facilita su procesamiento en las máquinas de Forja.

PLAN DE CONTROL: Herramienta que permite establecer una ayuda referente a las especificaciones necesarias para la fabricación de un buen producto.

REBABA: Exceso de Materia Prima en las piezas forjadas, acumulado en los bordes.

CASCARILLA: Exceso de Materia Prima, debido a la lubricación de las piezas en el proceso de extrusión.

LET: Persona responsable de el normal funcionamiento de las operación de producción en la planta.

PUESTA A PUNTO (PAP): Término denominado en la organización para definir la Preparación de las Máquinas de Forja.

HERRAMIENTAS: Objetos manuales utilizados para facilitar el esfuerzo al realizar una tarea mecánica.

HERRAMENTAL: Dados o indispensables en el proceso de forjado, para realizar el proceso de extrusión.

PORTA HERRAMENTAL: Dispositivo utilizado para ensamblar herramientas necesarios en la Prensa 400 para la preparación de las máquinas.

ANILLOS: Matriz en forma de Disco encargada de proporcionar la forma del vástago en la forja de Juntas Fijas en la Prensa 400.

BASES: Elementos que soportan los dados impresores de forja en la Prensa 400.

PORTA INSERTOS: Dispositivo utilizado para ubicar los herramientas necesarios para el proceso de forja en la Recalcadora.

INSERTOS: Matriz que contiene grabada la forma de los números de parte que se forjan en la Recalcadora.

SUPLEMENTOS: Elementos necesarios para dar el mismo nivel a los insertos con respecto al porta insertos. En el caso de los punzones cumplen la función de alcanzar la profundidad necesaria para realizar el proceso de extrusión.

RESUMEN

TITULO: MANUFACTURA FLEXIBLE IMPLEMENTANDO TECNICAS DE SMED (QUICK CHANGEOVER) EN LOS PROCESOS DE FORJA *

AUTOR: Angela Juliana Mantilla Gómez**

PALABRAS CLAVES: Técnicas SMED (Quick Changeover), Tiempos de Preparación, Procesos de Forja, Estudio de Tiempos

DESCRIPCION: Establecimiento de un Método de Trabajo fácil y eficiente, en la celda de forja de FORCOL LTDA., mediante la Implementación de Técnicas SMED (Quick Changeover), que permita la reducción en los Tiempos de Preparación de los Procesos allí realizados.

Como primera instancia se llevó a cabo un estudio de tiempos y se obtuvo conocimiento pleno de la situación actual por la que atraviesa el método de preparación de las máquinas de forja.

Posteriormente se analizó la cadena de valor de las dos máquinas que proporcionan la demanda en la celda de forja, con lo cual se determinó la prioridad de cada uno de los productos en su utilización, focalizando las mejoras en los procedimientos realizados para los productos denominados estrella (alta demanda).

Consecutivamente se desarrolló el análisis de la información obtenida, y mediante la utilización de la metodología SMED se generaron las propuestas de mejora que dependiendo de las etapas, fueron necesarias para el logro del objetivo principal de este trabajo. Por último, para dar validez al proceso de mejora efectuado, se realizó un nuevo estudio de tiempos, ya implementadas las propuestas, con el cual se logró demostrar la eficiencia del método en la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas en la celda de forja.

*Practica Empresarial en Gran Empresa.

**Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Francisco Javier Mosquera Robbin.

ABSTRACT

TITLE: FLEXIBLE MANUFACTURING IS IMPLEMENTING TECHNIQUES FOR SMED (Quick Changeover) IN THE FORGING PROCESS.*

AUTHOR: Angela Juliana Mantilla Gomez**

KEY WORDS: Techniques SMED (Quick Changeover), Preparation Time, Forging Processes Study Times.

SUMMARIZE: An easy method of working and efficient in the cell of forging FORCOL LTDA. By implementing techniques SMED (Quick Changeover), allowing a reduction in the time of preparation of trials conducted there.

As a first instance conducted a study of times and was fully aware of the current situation from which the method of preparation of forging machines.

Subsequently analyzed the value chain of the two machines that provide the demand in the cell forging, which determined the priority of each product in use, targeting improvements in the procedures performed for the products referred to as star (high demand).

Consecutively developed analysis of information obtained through the use of the SMED methodology generated proposals for improvement depending on the stages were necessary to achieve the primary objective of this work. Finally, to validate the process of improvement made, a new study of stroke and to implement the proposals, which were able to demonstrate the efficiency of the method in reducing preparation times of the machines in the cell forging.

*Big Company Practice.

**Physics – Mechanics Engineering Faculty. School of Industry and Companies Studies. Francisco Javier Mosquera Robbin.

INTRODUCCION

Una organización busca dentro de sus procesos mejorar continuamente, y debido a la gran competencia que se ve en el mercado se crea la necesidad de lograr mayor flexibilidad en la producción de productos, haciendo así, más atractivo para el cliente.

En FORCOL LTDA. existen posibles mejoras en las actividades relacionadas con la preparación de las máquinas requeridas para realizar el proceso de forja. Razón por la cual se vio la necesidad de hacer un equipo de trabajo que encamine sus esfuerzos por el objetivo.

Los procesos de forja se caracterizan por la robustez de las máquinas allí utilizadas y por la realización de todas las actividades de manera manual, dando lugar a preparaciones demasiado extensas que repercuten en el alto tiempo de producción de los diferentes productos realizados.

La realización de este proyecto se enfoca en la creación de una metodología que reduzca los tiempos de preparación en las máquinas, brindando a la compañía un proceso más flexible para responder ante las fluctuaciones en la demanda.

Para analizar las situaciones actuales, se establece como método de estudio la observación, el cual permite tener una idea global del problema. Teniendo un diagnóstico establecido es fácil desarrollar las propuestas de mejora para reducir los tiempos de preparación en las máquinas de Forja.

La metodología SMED es la herramienta elegida para llevar a cabo las mejoras que generen la disminución de los tiempos de preparación, recorriendo las cuatro fases establecidas por este método.

El SMED basa su filosofía en la clasificación de las actividades que se llevan a cabo en cada preparación, las cuales se pueden categorizar según su relación directa con el funcionamiento de la máquina (actividades internas o externas) logrando un cambio sustancial; otro punto clave es el perfeccionamiento que se quiere lograr a medida que se logra la mejora en cada una de las actividades, paso que continuamente será evaluado en la organización para lograr mejoras.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Ilustración 1. Entrada FORCOL LTDA.



Autora del Proyecto

1.1 MISION

“FORCOL LTDA, es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos de forja a diferentes sectores industriales. Contando con personal competente capaz de satisfacer las necesidades del cliente, apoyados en relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores, basándose en la mejora continua, la competitividad y el crecimiento sostenible de la organización en la región.”

1

¹ GONZALEZ, Paola. Manual de Calidad. Documentacion SGC. FORCOL LTDA. 2007, 3 p.

1.2. VISION

“FORCOL LTDA, será reconocida por su liderazgo a nivel regional dentro del sector de forja como una organización competitiva capaz de entender y satisfacer a sus clientes, agregando valor a sus productos por medio del servicio prestado.”²

1.3. OBJETO SOCIAL

“FORCOL LTDA.” es una empresa de carácter privado, que tiene sus orígenes en tierras Santandereanas, ofreciendo a sus clientes piezas producidas por medio del proceso de forja abierta y cerrada y operaciones de maquinado.

Actualmente es uno de los proveedores de TRANSEJES S.A., brindando un gran apoyo a la producción de la industria automotriz, y centrando su compromiso social en el desarrollo de productos de mejor calidad con el pasar de los días.

1.4. RAZON SOCIAL

“FORCOL LTDA” Implementa procesos de diseño y desarrollo de manufactura de forja y mecanizado.

1.5 RESEÑA HISTÓRICA

De la confluencia de tres factores claves tales como la necesidad de Dana – Transejes Colombia de desarrollar una fuente local de forja para su producción, la existencia de la planta de Forjados de los Andes cerrada desde el año de 1998 y la disposición de un recurso humano con experiencia en industria automotriz y fabricación de productos forjados nace la oportunidad de reactivar la planta de forja situada en la Zona Industrial de Bucaramanga.

² Ibid.

Los ajustes realizados por Dana –Transejes Colombia en su concepto administrativo acompañados por un sistema de contratación de mano de obra y servicios industriales altamente flexible y productivo dentro de un concepto de remuneración por resultados, llevo a esta empresa a concebir la reactivación de la planta de forja en condiciones similares para lo cual después un estudio de las posibilidades técnicas y los costos asociados de producción se acordaron los términos económicos para iniciar operaciones.

FORCOL Ltda. se conforma en febrero de 2003 con el objeto de administrar y desarrollar el proyecto. Su nombre recuerda la sociedad Forjas de Colombia S.A. fundada en 1961 por industriales de la región quienes concibieron el proyecto de forja, construyeron sus instalaciones y compraron los equipos. Actualmente las instalaciones son propiedad del grupo industrial Mayagüez accionistas de Siderurgia del Pacifico con sede en la ciudad de Cali quienes tienen un gran interés en la reactivación de la planta.

Después de dos años y medio de operación la empresa ha recuperado parte de los equipos y la infraestructura que por el cierre se deterioraron y provee a Dana – Transejes Colombia y Transmisiones Homocinéticas de Colombia S.A. partes forjadas para diversas aplicaciones. Para afianzar su desarrollo se estudian mercados diversos diferentes al mercado automotriz en sectores como el cementero, ferrocarriles, producción de cadenas, y petrolero entre otros con énfasis en los mercados de los países Andinos, Estados Unidos, México y Canadá³.

³ Ibid.

Actualmente se encuentra certificada en el Sistema de Gestión de Calidad según la Norma ISO 9001:2000 con el fin de asegurar la calidad de sus procesos y garantizar a sus clientes la satisfacción en los productos.

1.6 UBICACIÓN

Actualmente FORCOL Ltda. Se encuentra situada en el Kilometro 7 Via Palenque – Café Madrid. Parque Industrial II Etapa.

1.7 POLÍTICA DE CALIDAD

“FORCOL LTDA”. Es una organización que enfoca sus procesos en la completa satisfacción de sus clientes entendiéndose por estos todas las organizaciones y personas con quienes interactuamos en la cadena de fabricación y suministro del producto, brindado productos de la más alta calidad, por medio de:

- La Mejora Continua
- La Eficacia de los Objetivos de Calidad
- La Eliminación de todas las formas de desperdicio.
- El cumplimiento de los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad
- El involucramiento, empoderamiento, desarrollo y motivación de sus colaboradores
- La implementaron de cambios Tecnológicos e Innovación
- El uso eficiente de los recursos.

Con el fin de prevenir y/o eliminar los posibles defectos en la realización del producto que afecten la calidad del mismo, el personal tiene la autoridad de DETENER de forma responsable los procesos e informar para tomar de forma

oportuna acciones que minimicen el impacto, para lo cual cuenta con la información del SGC a su disposición.

1.8 OBJETIVOS DE CALIDAD

La dirección de FORCOL LTDA mediante el proceso de Planeación y Control del negocio MP7 – 003 – 0905 define los objetivos y realiza la planificación del sistema de Gestión de Calidad para mantener la integridad del mismo.

Definiendo de esta manera los objetivos de calidad:

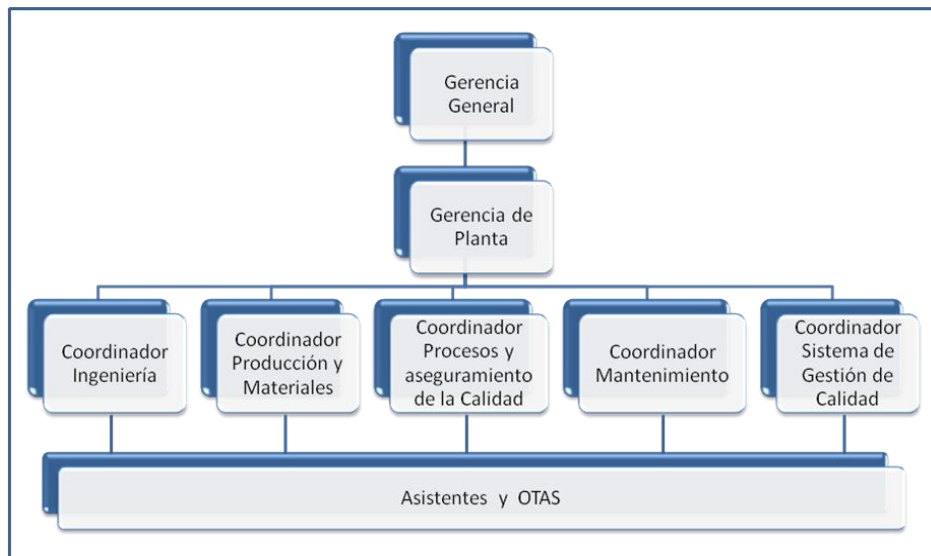
- PPM's Externos
- Calificación Clientes
- Entregas
- Auditorías Internas
- PPM's Internos
- Productividad

1.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La organización dispone de una estructura jerárquica plana enfocada al cliente, la GERENCIA y el grupo de COORDINADORES corresponden al máximo nivel ejecutivo responsables por la operación, control y liderazgo organizacional⁴.

⁴ Ibid.

Figura 1. Estructura Organizacional FORCOL Ltda.



Fuente: Manual de Calidad FORCOL LTDA

Según el organigrama, se cuenta con 5 áreas que apoyan a la empresa de manera transversal, las cuales son orientadas por sus respectivas coordinaciones, las cuales llevan a cabo el buen funcionamiento de la organización para así, cumplir a cabalidad el objeto social. A continuación se describe de manera breve de qué manera contribuye cada una de las áreas en la gestión global de la empresa:

1.9.1 Ingeniería.

Encargada de diseñar la estructura matricial que se emplea en el proceso de forja, teniendo en cuenta la información técnica suministrada por los diferentes clientes (planos, especificaciones y procedimientos). También apoya el desarrollo de nuevos productos estableciendo parámetros de producción bajo los requisitos del cliente.

1.9.2 Producción y Materiales.

Aquí se coordina y controla la producción y el manejo de materiales para garantizar la seguridad, calidad y fluidez en la fabricación de los productos; mejorando la eficiencia para aumentar la productividad, reducir costos y garantizar las entregas oportunas a través de la mejora continua de los procesos.

La siguiente es la descripción detallada de las actividades⁵ que se llevan a cabo en ésta área, que es la de interés particular del proyecto:

- ✓ Planear la secuencia de producción considerando las necesidades suministradas por el cliente y la disponibilidad de materia prima, equipos y personal a su cargo.
- ✓ Controlar la implementación del Sistema de Calidad y los controles necesarios para garantizar la calidad del producto fabricado, involucrando activamente al personal de producción y las áreas de apoyo.
- ✓ Promover en el personal de producción el uso de herramientas de mejora continua como Kaizen, plan excelencia, etc. para implementar una cultura de mejora continua.
- ✓ Promover un ambiente de seguridad en las labores diarias para garantizar la protección de la gente, las instalaciones y el medio ambiente en los procesos a su cargo.
- ✓ Comunicar efectivamente al personal de producción y a toda la organización sobre el desempeño de sus procesos de fabricación en cuanto a calidad, productividad de nuevos desarrollos, oportunidad seguridad y costo.
- ✓ Coordinar contiguo con los Coordinadores de Ingeniería, Procesos y Mantenimiento la mejora continua de los equipos, dispositivos y herramientas de producción.

⁵ Las funciones detalladas que esta área ejecuta fueron obtenidas de documentos internos de la empresa.

- ✓ Optimizar el uso de los recursos físicos y humanos de producción en las celdas de trabajo para garantizar la mayor eficiencia en los procesos y reducir los costos de fabricación.
- ✓ Coordinar junto con el área de SGC las necesidades de entrenamiento del personal de producción para garantizar su desarrollo individual acorde con las necesidades de los procesos de fabricación a su cargo.
- ✓ Coordinar junto con las áreas de Ingeniería y Procesos la programación de prototipos y muestras de nuevos productos y hacer seguimiento a las mejoras durante el proceso de desarrollo hasta la aprobación final e inicio de producción regular.
- ✓ Programar con el personal de producción los requerimientos de materiales para la producción de acuerdo a las necesidades de los clientes.
- ✓ Mantener los indicadores de gestión y de resultado de su área, darlos a conocer en la reunión de operaciones, así como también los proyectos de mejora.

1.9.3 Procesos y Aseguramiento de la Calidad.

Esta área está encargada de coordinar, controlar, planear y supervisar los procesos de control, además del aseguramiento del proceso productivo y el proceso de fabricación de nuevos productos de acuerdo a los requerimientos y especificaciones dimensionales, metalográficos, físico-químicas y de operatividad exigidos por los clientes y la empresa, con el propósito de garantizar que el producto terminado cumpla con los requerimientos de calidad.

1.9.4 Mantenimiento.

Su principal responsabilidad es la de planear, controlar y garantizar el cumplimiento de los programas de mantenimiento planeado (inspección,

lubricación y preventivo) para maximizar la eficiencia de los equipos y garantizar el funcionamiento de la maquinaria

1.9.5 Sistema de Gestión de la Calidad.

Como su nombre lo indica, es el área que se dedica a diseñar, implementar y mantener el Sistema de Gestión de Calidad de la organización para cumplir con los objetivos de calidad establecidos y con los requerimientos de los clientes y las demás partes interesadas.

1.10 PRODUCTOS FABRICADOS

1.10.1 Sector Automotriz.

Actualmente la Planta de Producción de FORCOL LTDA. fabrica en su gran mayoría piezas forjadas para el sector automotriz, las cuales son necesarias para el ensamble de los ejes homocinéticos y cardánicos.

El eje homocinético está compuesto por un conjunto de piezas que sirven para transmitir la potencia y la velocidad generada en el motor del vehículo hasta las ruedas transmitiendo velocidades angulares constantes sin vibraciones ni ruidos, sin importar la velocidad de desplazamiento del vehículo ni las variaciones del terreno⁶.

⁶ DANA TRANSEJES COLOMBIA, "Página oficial" [sitio en Internet], *diseño y desarrollo LGS INGENIERIA LTDA*, junio 13 de 2002, disponible en: <http://www.transejes.com/prohomo.php>, acceso el 20 de junio de 2007.

Las piezas forjadas para ejes homocinéticos son:

✓ **Juntas Fijas.**

Ilustración 2. Junta Fija R-9.



Componente de los ejes homocinéticos, está ubicada en el extremo de la la rueda y permite movimiento angular con el fin de compensar cambios de angulo violentos a traves de una traccion suave, sin fluctuaciones.

✓ **Tulipas**

Ilustración 3. Tulipa Vitara Macho.



Componente de los ejes homocinéticos, conocido también como junta móvil, sirve para compensar los cambios de ángulos y las variaciones de los ejes (extensión y compresión) del conjunto causados por los movimientos de suspensión.

✓ **Trípodes**

Ilustración 4. Trípode GI 69.



Componente ubicado dentro de la tulipa y su función es transmitir el movimiento a las ruedas sin importar que estas cambien de posición ya sea por irregularidades del camino ó por giro de la dirección.

✓ **Bocín o Cubo Rueda**

Ilustración 5. Cubo Rueda Daewoo.



El cubo rueda es el soporte del disco o del tambor de freno, en él están fijados los tornillos de rueda y también el rodamiento de la rueda.

El cubo rueda también sirve para transmitir el torque de la junta fija homocinética hacia las ruedas del vehículo, dando así movimiento al mismo.

Un cardan transmite potencia desde un punto a otro de una forma suave y continua, en equipos automotores e industriales. El cardan une la caja de cambios con el eje diferencial, el cual no está unido directamente a la estructura, si no que funciona suspendido por resortes en un movimiento irregular y flotante, así mismo el vehículo está sujeto a cambios de altura, esto significa que el cardan debe tener la capacidad de cambiar su longitud (contraerse y expandirse) mientras transmite la velocidad y la fuerza generada por el motor⁷.

Las piezas forjadas para los ejes cardánicos son:

✓ **Espigo.**

Ilustración 6. Espigo NPR.



Pieza usada en el extremo de un eje cardánico y permite la interconexión de los cardanes dobles.

⁷ DANA TRANSEJES COLOMBIA, "Página oficial" [sitio en Internet], *diseño y desarrollo LGS INGENIERIA LTDA*, junio 13 de 2002, disponible en: <http://www.transejes.com/procarda.php>, acceso el 20 de febrero de 2007.

Un eje diferencial transmite la potencia a las ruedas de un vehículo de tracción trasera, aumentando el torque del tren de mando y en caso de un giro del vehículo se hace necesario que la rueda exterior recorra una distancia mayor que la interior. Si no hubiera un diferencial, la rueda exterior patinaría, al intentar guardar el paso con la interior. Por lo tanto, el diferencial tiene una gran importancia: Permite que las ruedas giren a velocidades diferentes al efectuar el giro.⁸

Se forjan dos piezas para este tipo de eje, estas son:

✓ **Brida para Tubo.**

Ilustración 7. Brida Q-Car.



Brida usada en un extremo del tubo del eje diferencial, sirve para permitir el acople entre el eje y la llanta.

A diferencia de las demás piezas fabricadas en la planta que son forjadas, la brida para tubo es troquelada.

✓ **Tubo.**

Ilustración 8. Tubo Bocín Mazda.



Hace parte de las dos alas del eje diferencial. Este tubo está conformado por la brida troquelada anteriormente mencionada y un tubing forjado.

⁸ DANA TRANSEJES COLOMBIA, "Página oficial" [sitio en Internet], *diseño y desarrollo LGS INGENIERIA LTDA*, junio 13 de 2002, disponible en: <http://www.transejes.com/prodifere.php>, acceso el 20 de junio de 2007.

1.10.2 Otros Sectores.

✓ Yokes de 3 puntas.

Ilustración 9. Yoke de Tres Puntas.



Pieza usada en la industria de la fundición del aluminio como porta electrodo, es la pieza forjada más grande, su peso final es de 230 Kg.

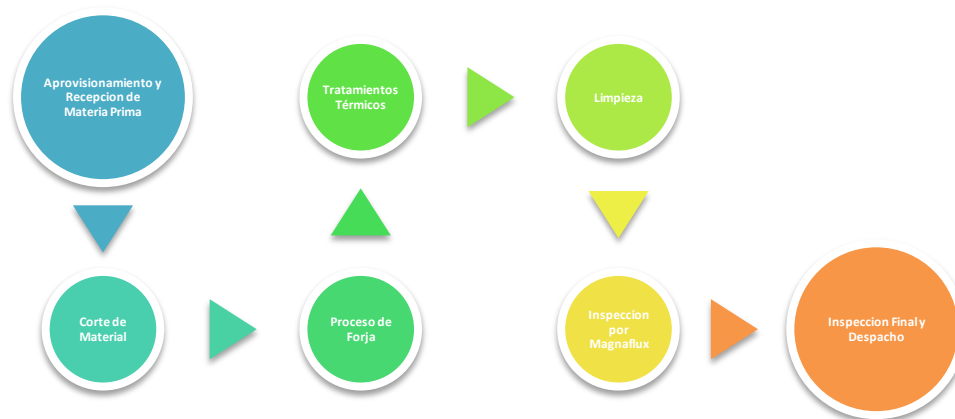
1.11 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

Para llevar a cabo la elaboración de los productos, toda materia prima (acero) requiere de exámenes previos, con los cuales se determina el cumplimiento de las especificaciones necesarias para efectuar el proceso de forja. Estos exámenes se realizan con las diferentes coladas recibidas de las empresas siderúrgicas. Cabe resaltar, que se realizan inspecciones en cada una de las operaciones del proceso respecto a las características críticas dimensionales que se indican en los planes de control de producción de cada referencia⁹.

A continuación se presenta una descripción a grosso modo de las principales operaciones que se realizan durante el proceso productivo. El orden en que se muestran no obedece a la secuencia que deben seguir todas las referencias, ya que el proceso de fabricación de un determinado producto puede omitir alguna de las operaciones que están incluidas en la fabricación de otro.

⁹ Conjunto de documentos internos que definen a plenitud las especificaciones procedimentales de cada uno de los procesos de la organización, sirviendo como guía única para el responsable o encargado del mismo.

Figura 2. Gráfica Proceso Productivo FORCOL LTDA.



Fuente: Autora del Proyecto

1.11.1 Aprovisionamiento y recepción de Materia Prima.

Inicialmente, se realiza la recepción física de materia prima, que llega a la empresa en lotes de 60 tubos o palanquillas (dependiendo de la aplicación) cuya longitud aproximada es de 6 m. En seguida se lleva a cabo el conteo del material, que posteriormente es ubicado en silos, los cuales están identificados con una ficha técnica en la que se especifica los aspectos útiles para su trazabilidad (proveedor, cantidad, colada, fecha, cliente y número de parte). Finalmente se verifica el estado del material mediante una inspección, para así poder ser entregado a producción. Esta inspección consiste en cortar una probeta de la palanquilla de cada colada (debido a la homogeneidad del lote), la cual se envía a TRANSEJES para que se le realice un análisis de metalografía (en donde se examina su microestructura, tamaño de grano, contenido de inclusiones y dureza).

1.11.2 Operación de Corte.

Una vez el material ha sido solicitado por producción mediante la liberación de una secuencia¹⁰ que define la cantidad de piezas a producir por número de parte (NP), se traslada a la sección de corte con la ayuda del puente grúa. Posteriormente se corta cada palanquilla en “tochos”, que luego se ubican en cajas metálicas, las cuales son llevadas hacia la zona de almacenamiento, identificados como producto en proceso.

1.11.3 Calentamiento.

Posteriormente se procede a cargar el horno con un lote de piezas, el cual es calentado durante 30 minutos aproximadamente a una temperatura entre 1.200°C y 1.400°C.

1.11.4 Proceso de Forja.

Una vez las piezas están listas, en el proceso de forja un operario saca el tocho del horno, y otro, con la ayuda de unas tenazas, lo recoge y lo ubica en la máquina forjadora (Recalcadora, Prensa o Martillo Mecánico), en donde es sometido a esfuerzos de compresión, con la finalidad de adoptar la forma de la matriz. Inmediatamente después de ésta operación, dicha pieza es retirada de la máquina y ubicada en la Desbarbadora.

1.11.5 Desbarbado.

En éste proceso, lo que se busca es eliminar la mayor cantidad de rebaba posible que queda como producto del proceso de forja. Para ello, se ubica la pieza, alineando el empujador y la cuchilla a la pieza, para que al momento de activar la

¹⁰ Documento interno que define la programación de la producción de acuerdo a la demanda

máquina, sean cortados los excesos de material encontrados alrededor de la misma.

1.11.6 Esmerilado.

Consiste en pulir la superficie de la pieza para eliminar los desperfectos menores productos de la rebaba que no pudo ser removida en el proceso de desbarbado.

1.11.7 Tratamientos Térmicos.

Con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del acero, las piezas son sometidas a tratamientos térmicos. Dichas piezas son calentadas a una temperatura determinada para posteriormente enfriarlas a una velocidad controlada y de ésta forma, producir y conservar cambios en su estructura cristalina. A continuación se muestra una breve definición de las tres clases de tratamientos que se realizan en la planta:

*Normalizado*¹¹

El normalizado se define como un calentamiento hasta una temperatura conveniente, por encima del rango de transformación, un cocido o permanencia dicha temperatura, seguido de un enfriamiento en el aire hasta una temperatura suficientemente por debajo del rango de transformación. Tiene por objeto dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.

¹¹ GRINBERG, Dora María K. Tratamientos térmicos de aceros y sus prácticas de laboratorio. Editorial LIMUSA, Primera edición, 1986, México D.F. Pag 62

*Temple*¹²

El temple de los aceros es el enfriamiento rápido a partir de la temperatura de austenización. Usualmente esto se realiza por inmersión de la pieza en el agua o aceite y, a veces, se usa aire forzado. Su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero.

*Revenido*¹³

El revenido de los aceros incluye el calentamiento de un acero previamente endurecido o normalizado, hasta una temperatura por debajo del rango de transformación, la permanencia de ésta temperatura y el enfriamiento posterior a una velocidad conveniente. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada.

1.11.8 Limpieza.

Debido a que la pieza fue expuesta a altas temperaturas, se forma una especie de óxido en el exterior (denominado cascarilla) que debe ser retirado, ya que además de afectar la presentación estética del producto; pueden generarse defectos en el proceso de mecanizado e inclusive averiar algunas máquinas debido a la viruta inusual que se desprende. Para ello se usa una Granalladora, que cuenta con una cámara en la que se introducen las piezas para que estas sean golpeadas con pequeños balines a alta velocidad y de ésta manera obtener una superficie libre de residuos metálicos indeseados y darle brillo y una presentación más atractiva.

¹² Ibid., p. 83

¹³ Ibid., p. 101

1.11.9 Inspección por Magnaflux.

Este proceso, consiste en detectar fácilmente discontinuidades superficiales (como grietas y pliegues) que aparecen cuando unas partículas externas son atraídas hacia campos de dispersión magnética, los cuales se producen en aquellos lugares donde exista una fisura. Mientras el campo magnético es activado, se aplican partículas fluorescentes en forma de polvo seco o en suspensión en un baño líquido (Magnaglo) sobre la pieza objeto de la inspección. Estas partículas forman inmediatamente indicaciones de fisuras a medida que son arrastradas hacia los campos de dispersión magnética que se producen en la superficie de la pieza y pueden ser observadas bajo una luz negra.

1.11.10 Calibrado.

El Calibrado es un proceso de conformado en frío que consiste en golpear la pieza tantas veces como sea necesario, para lograr allanar una superficie que presenta una pequeña irregularidad pero que debe ser totalmente plana.

1.11.11 Inspección Final y Despacho.

A todos los lotes de producto terminado se les realiza una inspección por muestreo AOQL. El muestreo se lleva a cabo según los parámetros de la columna F que corresponde a características de prioridad menor (10%).

Finalmente las piezas son depositadas en cajas metálicas y son ubicadas en la zona de almacenamiento de producto terminado, en donde quedan listas en espera de ser enviadas a los clientes.

1.12 TECNOLOGIA Y MAQUINARIA

La empresa cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, el cual presupuesta la frecuencia y la inversión (tiempo y dinero) anual para toda la maquinaria y los equipos empleados en la fabricación de sus productos, según el nivel de producción que se desea alcanzar, ya que éste influirá directamente en la utilización de los recursos.

A continuación se presenta un resumen de los equipos utilizados por la empresa para la producción de los números de parte que requieren el proceso de forja.

Tabla 1. Maquinaria y equipos por proceso de FORCOL Ltda.

UBICACIÓN	MÁQUINA	CÓDIGO
Corte	Sierra de corte Cosen	Cosen
	Sierra de corte Doall	Doall
Martillo 1250	Horno de Pre calentamiento 1250	MHF09
	Martillo de Sobre presión 1250	MMR02
	Prensa de desbarbado Galdabini	Galdabini
Martillo 6300	Horno de Pre calentamiento 6300	MHF02
	Martillo de Sobre presión 6300	MMR04
	Prensa de Desbarbado 6300	MPU
	Prensa de 400 Ton	MPR02
Recalcadora	Horno de Pre calentamiento de Recalcadora	MHF06
	Recalcadora	MMP01
	Prensa Desbarbadora Recalcadora	MPE01

UBICACIÓN	MÁQUINA	CÓDIGO
Tratamiento Térmico	Horno de Temple y Normalizado	MHP02
	Horno de Revenido	MHP03
Inspección	Limpiadora Gutman	MLP01
	Magnaflux	MQG02
Matricería	Fresadora Cincinnati	MFC 05
	Rectificadora Plana	MRA 03
	Afiladora de Sierras	MRA 08
	Torno Paralelo	MTQ 02
	Rectificadora de Interiores	MRC 04
	Taladro Radial	MBR 01
	Torno Paralelo Tubos	MTP 02

Fuente: Información FORCOL Ltda.

1.13 CLIENTES

FORCOL LTDA. provee los números de parte necesarios para la producción de ejes diferenciales, homocinéticos y cardánicos a la filiales de DANA CORPORATION en Colombia, DANA Transejes Colombia S.A. y Trasmisiones Homocinéticas de Colombia (THC). Estos son los dos clientes principales.

1.14 ENTORNO EXTERNO

El análisis del entorno externo permite identificar las oportunidades y amenazas para la empresa, razón por la cual se decidió realizar un análisis de la industria (sector) como herramienta para llevar a cabo el estudio del entorno bajo la incertidumbre encontrada.

El análisis del Sector se basa en el “Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter”, permitiendo conocer la competencia encontrada en el país o región. Existen diferentes tipos de competencia, la normalmente conocida es la relacionada con la participación del mercado. Otra competencia está relacionada con los beneficios que se producen entre empresa y sus clientes, y entre las empresas y sus proveedores.

La amenaza posible por el ingreso de nuevos entrantes está determinada por las barreras existentes tanto para ingresar como para salir del Sector. Factor que en la organización no presenta mayor problema, pues las barreras de entrada son altas, debido a los altos requerimientos en capital y diferenciación del producto. Las barreras de salida, inciden en la intensidad de la Rivalidad en el Sector, siendo considerada de carácter alto, debido al costo por la existencia de activos especializados, lo cual crea costos en el momento de incurrir en una salida definitiva. La competencia afecta el normal funcionamiento de la organización. A nivel regional se cuenta con un competidor. FORJADOS S.A. provee en igual medida a las Filiales de DANA en Colombia. FORJADOS S.A. se encuentra ubicada en la Zona Industrial de Bucaramanga y su principal objetivo es la fabricación de piezas de menor dimensión. A nivel internacional existen filiales de DANA CORPORATION, encargadas del proceso de forja, las cuales también proveen a la ensambladora nacional en algunas referencias.

La cantidad de competidores es de mínimas proporciones en el sector, debido al alto costo de activos e infraestructuras de almacenamiento. Actualmente el Sector Automotriz se encuentra en un periodo de crisis, aumentando la probabilidad de salida, para aquellas empresas que no cuentan con productos diferenciadores.

En el ámbito de los proveedores existe una amenaza para la organización. Los proveedores nacionales de acero, cerraron sus puertas al público, dejando como única opción la importación de la Materia Prima.

La organización posee un cliente actualmente, lo cual crea una amenaza en el continuo flujo de las operaciones. Este factor tiene gran incidencia en las ventas realizadas y sobretodo en el costo incurrido para llevar a cabo los procesos. Los compradores o clientes de la organización, poseen un poder respecto a las decisiones que son tomadas de manera interna en la empresa.

En última instancia, se quiere aclarar la nula incidencia en el Sector de productos sustitutos, debido a los requisitos y características de los productos que son necesarios para el cliente.

2 MARCO TEORICO

2.1 CADENA DE VALOR

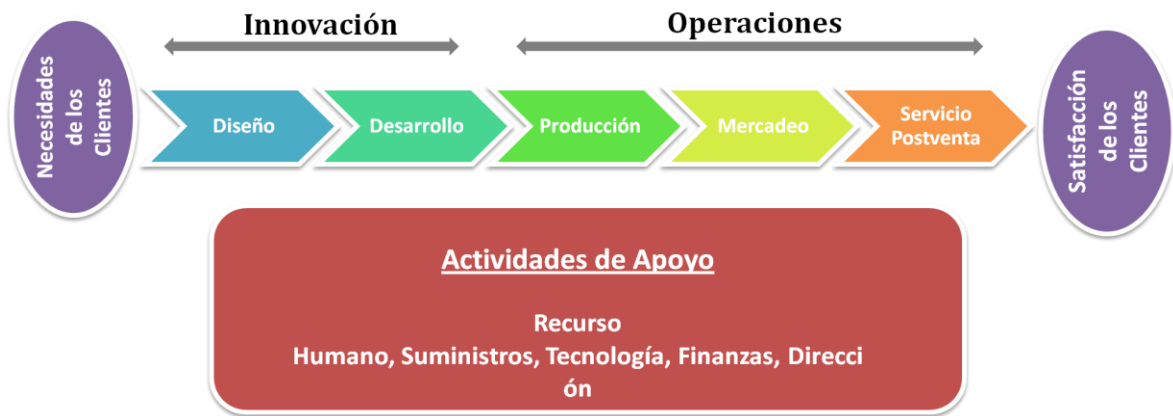
La Cadena de Valor es un modelo creado por Michael E. Porter, que permite categorizar las actividades que generan valor de acuerdo a dos tipos de funciones: las actividades primarias y las de apoyo o soporte. La Cadena de Valor complementa el conocido análisis DOFA (Debilidades-Oportunidades-Fortalezas-Amenazas), cuando una compañía desea autoevaluarse.

El valor para Porter se relaciona con la percepción que recibe el cliente acerca de los beneficios que le brinda el producto y los costos que le fueron generados para adquirirlo. “La cadena de valor de una empresa y la forma en que desempeña sus actividades individuales son un reflejo de su historia, de su estrategia, y de su enfoque para implementar la estrategia. El crear el valor para los compradores que exceda el costo de hacerlo es la meta de cualquier estrategia genérica.”¹⁴

Las actividades primarias están relacionadas con las operaciones que crean físicamente el producto, y el servicio de atención postventa. Existen cinco actividades que se distinguen como primarias: la producción, la logística (interna y externa), “marketing”, ventas y servicio. Las funciones primarias necesitan la ayuda de las denominadas actividades de apoyo, que se clasifican en las siguientes: infraestructura de la organización, dirección de los Recursos Humanos, Desarrollo de Tecnología, Investigación y Desarrollo, y el abastecimiento.

¹⁴ Documento bajado de Internet. “La Cadena de Valor”. Internet: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/alv/2d.htm>

Figura 3. Actividades de la Cadena de Valor



Fuente: Director del Proyecto.

2.2 QUICK CHANGEOVER

Quick Changeover es una metodología que busca mejorar los procesos de preparación de las máquinas, generando flexibilidad al área de producción en una organización. La flexibilidad se rige por la simplicidad y rapidez en el cambio de útiles en la preparación de las máquinas. La preparación de las máquinas es una operación que no agrega valor al producto, por tanto, lo que siempre se busca es lograr un “zero changeover”, el cual consiste en minimizar los tiempos de esta operación ya que el “changeover” no puede ser eliminado por completo.

A continuación se presentan los objetivos para la consecución de un zero changeover.

- ✓ Reducir el tiempo de labor requerido para la preparación de las máquinas

- ✓ Eliminar despilfarros en materiales y partes usadas en la preparación de las máquinas.
- ✓ Mejorar la capacidad de utilización de las máquinas.
- ✓ Desarrollar un método de preparación que prevenga la desviación de estándares, garantizando el control de calidad en los pequeños lotes de producto.
- ✓ Implementar lotes de producción pequeños para reducir los niveles de inventarios.

2.3 PASOS PARA CONSEGUIR ZERO CHANGEOVER

En la búsqueda de un “zero changeover” es necesario recorrer paso a paso un camino previamente definido. Los pasos para encaminarse hacia el “zero changeover” sin incurrir en grandes costos, se mencionan a continuación:

2.3.1 Entender los tiempos largos de changeover.

Antes de iniciar los procesos de mejora, es indispensable conocer la demanda para cada máquina y clasificarla de acuerdo al porcentaje de utilización por producto, identificando aquellos que conformen la mayor proporción.

2.3.2 Apoyo de la administración y la conformación de un equipo de mejora.

Una vez determinada la situación actual, se debe obtener el reconocimiento por parte de la administración, de la necesidad existente de implementar el “zero changeover”. Ya obtenido el respaldo administrativo se procede a conformar un equipo de trabajo liderado por el gerente de la compañía y el ingeniero encargado del departamento de producción. Este equipo será el encargado de planear y ejecutar las acciones pertinentes de mejora. La variedad de los integrantes del

equipo, ayuda en la formulación de ideas, razón por la cual se hace necesario tener un integrante de cada uno de los grupos de apoyo; ayudando esto también en un mayor compromiso de cada una de las partes.

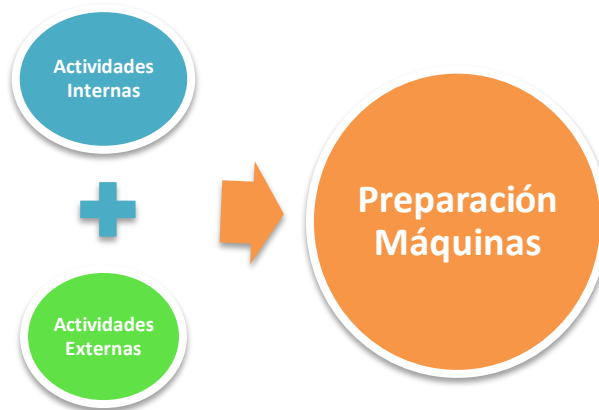
2.3.3 Llevar a cabo un análisis de las operaciones de producción.

El conocer la situación actual no basta para tener un plan completo de mejoras, razón por la cual se debe llevar a cabo un análisis del proceso.

Para comprender correctamente el proceso de preparación es necesario definir los siguientes términos:

- ✓ *El Tiempo de “Changeover”*, es el tiempo muerto que transcurre durante la remoción del número de parte ya procesada y el comienzo del procesamiento de un número de parte nuevo.
- ✓ *El análisis de Operaciones*, pretende tener claramente identificado el funcionamiento tanto de la máquina como del operador. El medir el Tiempo de “Changeover” se basa en una combinación estos dos tipos de condiciones.
- ✓ *“Changeover” interno* hace referencia a los trabajos de preparación que no pueden ser realizados si la máquina se encuentra en funcionamiento.
- ✓ Por el contrario, *“changeover” externo* comprende los trabajos de preparación que pueden realizarse mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. Estos trabajos comúnmente incluyen los despilfarros, siendo la mayoría operaciones o búsquedas innecesarias que se repiten durante el proceso.

Figura 4. Clasificación Actividades de Preparación.



Fuente: Autora del Proyecto

2.3.4 Aplicar un análisis de los tres tipos de desperdicios.

Se hace necesario realizar una eliminación de los despilfarros producidos durante la preparación de las máquinas, identificándolos mediante el análisis de resultados de la observación de las operaciones de “changeover”. Para facilitar la identificación de puntos críticos de mejora, los despilfarros se pueden dividir en tres categorías, así:

- ✓ Setup Waste
- ✓ Replacement Waste
- ✓ Adjustment Waste

2.3.5 Identificación del desperdicio.

Antes de concebir un plan de mejora, se necesita tener un objetivo de mejora, ya establecido un objetivo de mejora, pensar en el camino para lograrlo.

Posteriormente se debe proceder sistemáticamente a clasificar cada una de las actividades según el desperdicio al que pueden pertenecer.

El Setup Waste, es el tipo de desperdicio más frecuentemente encontrado. Este tipo de despilfarro encierra las actividades de búsqueda, selección, limpieza y transporte.

El *Replacement Waste*, es un despilfarro que ocurre generalmente en las actividades de ajuste y remoción, para identificarlo se debe responder a la pregunta ¿qué es aquello que realmente necesita ajustarse y removerse?

Adjustement Waste es el desperdicio que se genera al tratar de coincidir con los estándares de preparación establecidos.

2.3.6 Planes de mejora creando una participación global.

La alta participación es la clave de una buena creación e implementación de mejoras, los planes de mejora a implementar provenientes de la participación deben ser específicos en la eliminación y/o disminución de desperdicios, encontrando diferentes maneras para enfrentar cada uno de los problemas.

2.3.7 Implementación de mejoras.

Hay que resaltar que jamás dejan de aparecer los puntos de mejora, razones por las cuales se hace necesario mantener una estrategia continua para responder rápidamente a algún evento que se encuentre por fuera de lo esperado.

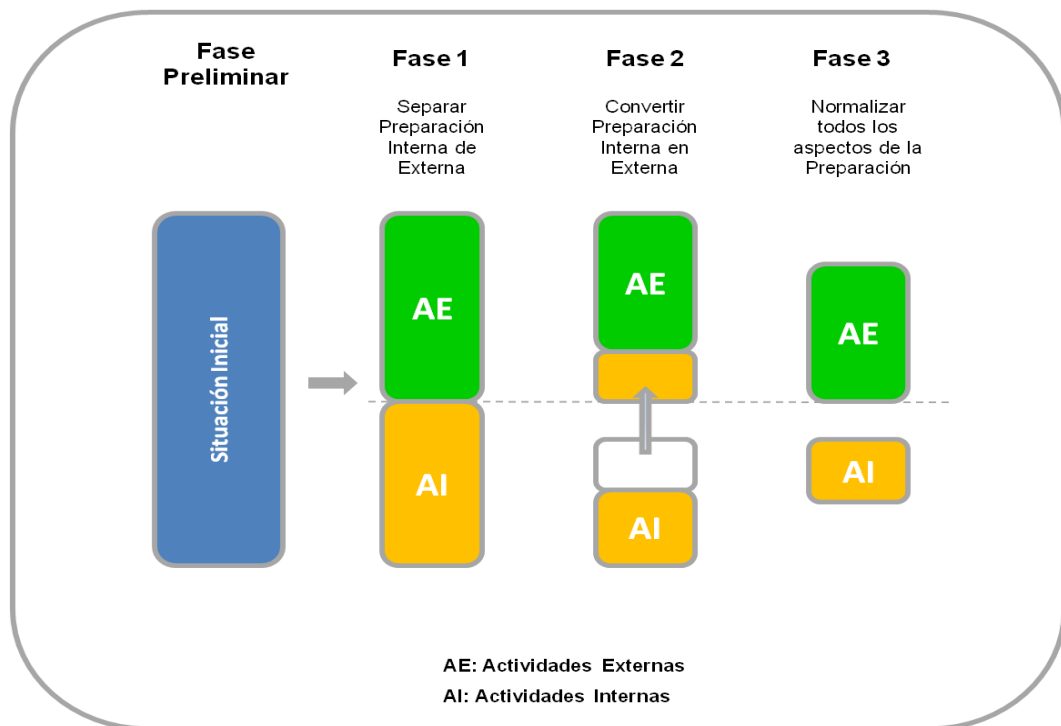
2.3.8 Evaluación de resultados y el despliegue horizontal.

Al obtener un logro significativo mediante la implementación de los pasos al “zero changeover”, hay que tener claro que es un proceso de esfuerzo en el día a día, no permitiendo el descuido a las implementaciones logradas.

2.4 ETAPAS DEL SMED RELACIONADAS CON LA METODOLOGIA CHANGEOVER

Las cuatro fases existentes en la metodología SMED permiten lograr una preparación rápida y flexible en cualquiera de los ámbitos que sea requerida, haciendo necesaria la explicación más precisa de cada una de ellas.

Figura 5. Fases de la Metodología SMED



Fuente: Director del Proyecto.

2.4.1 **Fase Preliminar.** Etapa en la que se muestra el tipo de preparación tradicional, en la cual no hay una identificación ni una clasificación de actividades, en donde se encuentran tanto las actividades externas como las internas permaneciendo parada la máquina. Esta fase permite adquirir los datos suficientes para realizar un análisis adecuado. Este estudio puede ser realizado de cuatro formas diferentes, el método más recomendado es por medio del cronómetro, seguido de las tomas de tiempo por medio de la muestra, entrevistas y grabaciones en video. Dentro de los pasos del Zero Changeover, se enumeran los tres primeros de ellos (entendimiento de tiempos largos, creación del equipo de trabajo y observación de changeover).

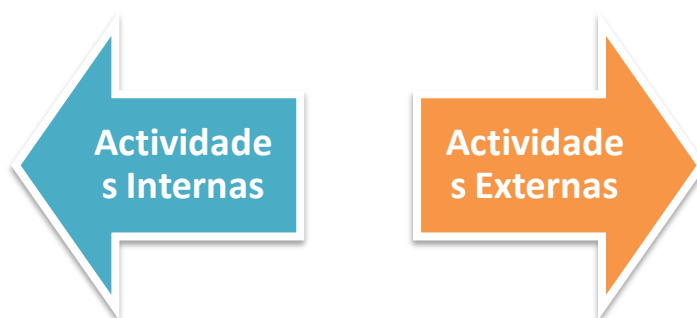
Figura 6. Relación Zero Changeover-SMED.



Fuente: Autora del Proyecto

2.4.2 **Fase 1: Separar Preparaciones Internas de Externas.** Fase que requiere la mayor atención, ya que es la más importante en la realización del sistema SMED y en la cual se requiere el máximo esfuerzo. Como primera medida se toma la decisión de formar un equipo de trabajo que se enfoque totalmente en el objetivo de disminución de tiempos de preparación. Este equipo será quien clasifique las actividades dividiéndolas en internas y externas.

Figura 7. Tipos de Actividades Preparación



Fuente: Autora del Proyecto

2.4.3 Fase 2. Convertir la preparación Interna en Externa: Etapa en la que se reevalúa las operaciones para ver si algunas de las operaciones están erróneamente consideradas como internas; aparte de esto se buscan las diferentes formas para convertir las diferentes operación en externas.

Figura 8. Externalizar Actividades



Fuente: Autora del Proyecto

2.4.4 Fase 3. Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación: Etapa donde se centran los esfuerzos en perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones internas y externas.

2.5 LAS 5 ESES

El programa cinco eses ayuda de gran manera con la productividad de una organización, razón por la cual se viene utilizando con frecuencia por todas las empresas que quieren mejorar en el día a día. Al implementar el programa no solo se obtienen logros a nivel de producción, sino que proporciona un ambiente de trabajo más agradable debido al atractivo de las instalaciones en cuanto a limpieza y organización.

Los beneficios del programa de las cinco eses están directamente relacionados con la seguridad, la eficiencia, calidad de los procesos y eliminación de trastornos, siendo áreas importantes de la organización.

Figura 9. Beneficios de las 5's.



Fuente: Autora del Proyecto

2.6 PASOS 5 ESES

2.6.1 Seiri: Desalojar ¿De qué podemos deshacernos?

El primer paso de las cinco eses permite obtener organización en el lugar de trabajo. El objetivo del SEIRI se enfoca en la clasificación de las cosas necesarias y de aquellas que no lo son, logrando un aprovechamiento de lugares despejados.

2.6.2 Seito: Organizar “Mejor Sistema, Mejor Trabajo”

El segundo paso de las cinco eses, proporciona la facilidad para el encontrar, buscar y reponer materiales necesarios en el puesto de trabajo, para esto se fija la disposición de las herramientas de tal manera que su ubicación sea funcional. Para llevar a cabo la organización se debe analizar la situación actual, escoger la ubicación de un sitio específico para almacenar las herramientas según la frecuencia de uso, evitando así, pérdidas de tiempo y energía.

2.6.3 Seiso: Limpieza “Eliminar Suciedad”

La limpieza se facilita después de ser implementadas las etapas de clasificación y organización. Su función está definida por la identificación y análisis realizado a las fuentes de suciedad, para así asegurar el perfecto estado operativo de los medios. Al no tener un cumplimiento es este paso puede verse afectado el normal funcionamiento de las maquinas necesarias para la operación de la compañía.

2.6.4 Seiketsu: Uniformar “Conservar Limpio el Ambiente”

Este paso permite conservar limpio el ambiente, es decir, el asegurar y conservar los resultados obtenidos, siendo necesaria la creación de normas fijadas por el grupo encargado de la implementación de las cinco eses. Normalmente, se establecen estándares por medio de ayudas visuales facilitan la identificación de anomalías en el sistema.

2.6.5 Shitsuke: Entrenamiento y Disciplina “Seguir las Normas”

Último paso de la metodología cinco eses. Consiste en el esfuerzo realizado por la organización para permanecer con el cumplimiento de las normas establecidas.

Shitsuke es el paso primordial en la aplicación de las cinco eses, debido a que permite la conservación de las cuatro anteriores etapas de la metodología, logrando que perdure en el tiempo la cultura cinco eses.

3 CADENA DE VALOR FORCOL LTDA

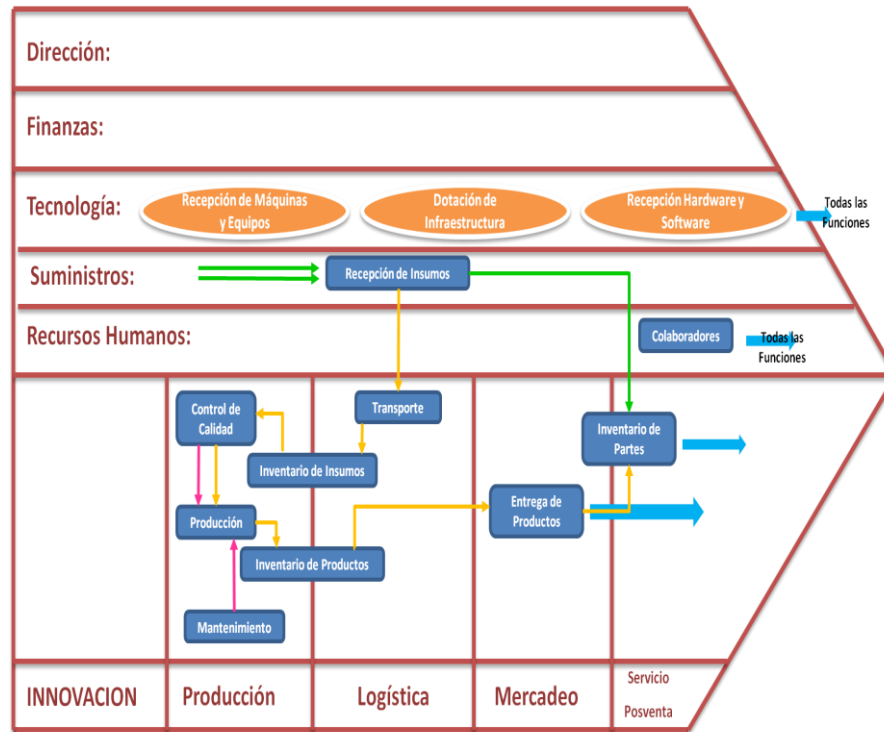
La Cadena de Valor es la interacción de actividades principales y de apoyo que realiza una organización para lograr transformar una materia prima en un producto que satisfaga al cliente con su compra.

La Cadena de Valor es un paso fundamental para el análisis de las operaciones desarrolladas para la manufactura de un producto, permitiendo identificar las debilidades y fortalezas por las que atraviesa la organización.

En FORCOL LTDA. toda pieza que se realiza es un compromiso de imagen y calidad, que muestra el esfuerzo de cada uno de los colaboradores que allí, ponen su grano de arena para la consecución de un producto mejor cada día.

Es importante analizar la creación de valor de cada una de las actividades que se realizan en una organización para así, crear una ventaja competitiva. En una empresa de manufactura, el flujo físico esta determinado en gran medida por actividades operativas, las cuales se dan durante la transformación de la materia prima en producto final, y a su vez estas se apoyan en actividades estratégicas. El siguiente gráfico ilustra la cadena de valor.

Figura 10. Cadena de Valor FORCOL LTDA.



Fuente: Autora del Proyecto

3.2 ACTIVIDADES PRIMARIAS

3.2.1 Innovación

Existen dos factores importantes en la innovación que permiten asegurar un sólido crecimiento. El Desarrollo de Productos es influenciado por la demanda actual del mercado, el cual es estudiado por medio de un análisis del mercado, permitiendo afirmar la demanda de los clientes actuales y lograr la de los potenciales. Haciendo referencia a la infraestructura utilizada, el área de Mantenimiento es quien tiene un aporte mayor respecto a el desarrollo tecnológico de las máquinas y como diseñar la manera para realizar los Nuevos Productos.

La compañía regularmente (cada mes) realiza una reunión denominada “Proyectos”, en la cual se lleva a cabo todo lo relacionado con la parte de Innovación en Nuevos Productos o en Nuevos Procesos.

3.2.2 Producción

La producción es la actividad primaria que se enfocan en mayor proporción los esfuerzos de la organización, debido a su responsabilidad en el proceso de transformación de los insumos en productos que representan valor financiero.

3.2.3 Logística

La logística en la organización es la responsable de que se lleve a cabo las operaciones de recepción de la materia prima, la distribución del producto terminado y el manejo de proveedores. La documentación en la Logística es importante en la organización debido al alto control que se exige con la Materia Prima.

3.2.4 Mercadeo

FORCOL LTDA. tiene falencia sobre esta actividad. El mercadeo en la organización no se encuentra establecido formalmente y se limita la demanda a los clientes actuales. El paradigma en que se rige en enfoque es hacia el uso productivo de las máquinas en el Sector que se encuentra actualmente. La publicidad y promoción para lograr un reconocimiento no se considera de importancia, limitando los alcances de la compañía.

3.2.5 Servicio Postventa

El servicio postventa esta soportado en el estrecho vínculo de información con el cliente. Las fallas en los requerimientos del cliente son tomadas en cuenta por un equipo de Respuesta Rápida, el cual se encarga de dar solución al inconveniente presentado y lograr mejorar el proceso.

3.3 ACTIVIDADES DE APOYO

3.3.1 Suministros

Los suministros están bajo la responsabilidad del área logística. Los insumos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo, requieren de operaciones que permitan centrar los esfuerzos en el control de inventarios, la gestión con proveedores, las compras y el control de calidad, llevando a una confianza necesaria para la producción.

3.3.2 Recurso Humano

Los colaboradores de cada una de las actividades necesarias para el ambiente de trabajo, se busca de acuerdo con lo requerido en el perfil actual. Los profesionales encargados para coordinar las actividades están altamente capacitados para proporcionar un valor estratégico a la organización. Existe el Plan de Capacitaciones a los colaboradores respecto a temas influyentes en el funcionamiento de la planta.

3.3.3 Tecnología

La tecnología utilizada por la organización, tiene como objetivo principal el optimizar los procesos necesarios para culminar la cadena productiva. Se realizan continuamente estudios a cada una de las máquinas para mejorar sus mecanismos de funcionamiento y prevenir una parada en ellas.

3.4 ACTIVIDAD PRIMARIA DE PRODUCCION

3.4.1 Producción de Espigos en la Recalcadora

En la Celda de Recalcado las actividades primarias se llevan a cabo mediante la interacción de los cuatro pilares ilustrados en la Figura 9. Esta celda apoya sus procesos en la actividad de Tecnología mediante la Infraestructura, el “Know-How” de la organización y el suministro, el cual hace referencia a la compra de insumos.

La operación logística, uno de los cuatros pilares fundamentales, se encarga de controlar el abastecimiento de insumos para mantener un flujo continuo de producción. Control, Aseguramiento de la Calidad y Mantenimiento son subfunciones del pilar de producción, sin su intervención existe la posibilidad de una falla en el sistema. El cliente se considera de gran relevancia, por lo cual, el servicio postventa hace parte de los cuatro pilares.

El proceso de extrusión horizontal, el cual es realizado en la máquina Recalcadora, es utilizado para algunos productos que requieren del mismo para su producción en la organización.

La Recalcadora se encuentra ubicada en la celda denominada: Celda de Recalcado, la cual se en el centro de las operaciones llevadas a cabo in-situ. Hay que recordar que las instalaciones de FORCOL LTDA. se encuentran dispuestas de tal forma que las operaciones se realizan de manera que fluyen en un línea continua sin retrocesos.

Ilustración 10. Máquina Recalcadora.



Fuente: Autora del Proyecto

Ilustración 11. Ubicación Recalcadora en la Planta.



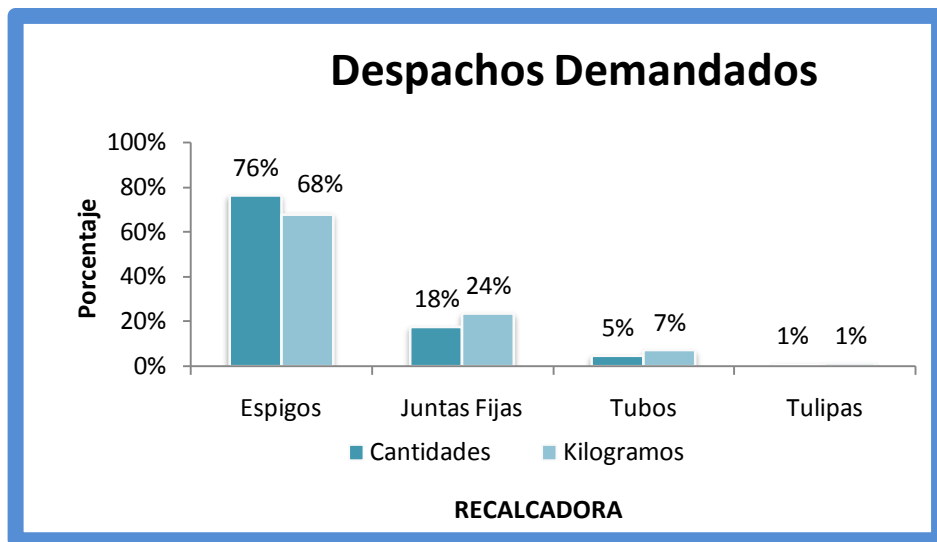
Fuente: Autora del Proyecto

La Máquina Recalcadora posee un motor, el cual es el responsable hacer girar un plato libremente. Cuando el operario da la orden, una válvula deja pasar aire, embragando la máquina para que pueda realizar el ciclo determinado. Una vez ajustadas exactamente las herramientas y habiendo realizado a la máquina un giro a brazo, podrá desconectarse el motor y ponerse el interruptor en la posición “marcha”. Accionando el pedal se ponen en funcionamiento las válvulas electromagnéticas del acoplamiento y del freno magneto, dando lugar a que pase aire comprimido hacia el acoplamiento y hacia el freno logrando que este se despegue y se embrague el acoplamiento. Poniendo en marcha la máquina, el acoplamiento recibe presión baja, y después de una rotación de cigüeñal de 30° grados, la presión de aire comprimido mayor es aplicada, correspondiendo al momento del giro nominal. Después de una rotación de 90 ° del cigüeñal, el brazo de la pinza está cerrado, y la carrera restante del cigüeñal va hasta la posición delantera. Para el recalcado propio. Durante el retroceso del carro de recalcado el brazo de la pinza queda sujetado hasta aproximadamente 90° antes de llegar a la posición trasera del cigüeñal. Pues el brazo de la pinza esta en movimiento de nuevo y vuelve de la posición inicial junto con el carro del recalcado. Utiliza el Método de Forjado horizontal que aplica una presión sobre el extremo caliente, provocando que sea recalcado o formado según el dado, convierte energía eléctrica en energía mecánica por medio de un compresor el cuál proporciona al motor una potencia de 30 Caballos de Fuerza (HP), permitiendo realizar una presión de 450 Toneladas.

En la Recalcadora se lleva a cabo la fabricación de Espigos, las Tulipas, los Tubos, y algunas Juntas Fijas, siendo nombradas de acuerdo a la importancia para la Recalcadora. La demanda de los diferentes números de parte fue el factor considerado para realizar la identificación del producto estrella para el caso de estudio.

En el gráfico se muestra claramente el número de parte que mayor incidencia tiene para la máquina Recalcadora, enfocando el interés en aquellos con mayor demanda, para llevar a cabo las mejoras en la preparación.

Figura 11. Gráfico Demanda Recalcadora.



Fuente: Autora del Proyecto

Ilustración 12. Espigo NPR



Los Espigos son piezas forjadas utilizadas en el ensamble de ejes cardánicos, se ubica a un extremo y permite la interconexión de los cardanes dobles.

La Cadena de Valor comienza desde que se adquiere el acero al proveedor, siendo de origen Mexicano el proveniente de SIMEC o dependiendo del inventario, proveniente de la Siderúrgica del Pacífico (SIDELPA). El tiempo de llegada de la Materia Prima tiene una duración de un mes aproximadamente, desde la emisión de la orden de compra hasta la recepción de las palanquillas en las instalaciones.

La Calidad de los productos debe primar desde el comienzo de la producción, razón por la cual se selecciona una pequeña sección de la colada para que se pueda realizar un estudio estructural al acero y verificar que se encuentra en óptimas condiciones evaluando los porcentajes de cada uno de los componentes necesarios. Al tener clara la calidad del acero se ubica en aquellos silos destinados para empezar con la operación de corte.

Ilustración 13. Silos de Almacenamiento Acero.



Fuente: Autora del Proyecto

Se lleva a cabo un manejo riguroso de la trazabilidad del acero empleado durante el proceso de fabricación de los Espigos con la finalidad de garantizar los requerimientos del cliente.

I

Ilustración 14. Identificación del Silo de Almacenamiento.

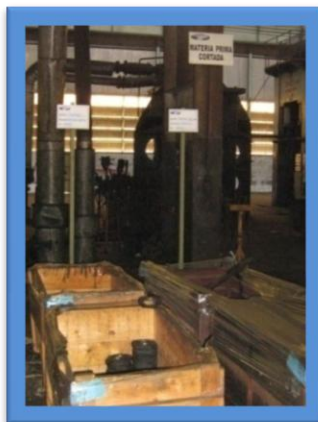
SILO N°		
TR <input type="checkbox"/>	TH <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>
NP	1045-1045	
DESCRIPCION	SAE 1045	
SECCION	2º 1045 mm	
COLADA	2º 1045 mm	
PROVEEDOR	Siderap 2	
CANTIDAD	163 toneladas	
FECHA	17 de Julio 2018	

Fuente: Autora del Proyecto

Los miembros del Equipo encargado del Aseguramiento de la Calidad en el proceso (Auditores), dan aprobación del acero de acuerdo a los estudios realizados. Punto de partida para determinar el lote de producción y creación de la Secuencia de Producción del mes.

De acuerdo a la secuencia de producción, se ubican las palanquillas en la celda de corte para sufrir la primera transformación durante el proceso, denominado el corte por secciones del material. El producto logrado después de esta operación es identificado como Tocho. Los tochos ya cortados son transportados a la zona determinada para almacenamiento, esperando allí la Preparación de la Máquina Recalcadora.

Ilustración 15. Almacenamiento Materia Prima Cortada (Tochos)



Fuente: Autora del Proyecto

La actividad de Preparación de la máquina Recalcadora hace necesario el almacenamiento de la materia prima cortada, debido al alto tiempo requerido para tener una producción de espigos de calidad. Razones que dan motivo para mejorar los tiempos utilizados y lograr una manufactura más flexible.

Después de la preparación de la máquina Recalcadora para la producción de espigos, se puede continuar con el proceso de forja de las cantidades demandadas por el cliente. La operación de forja se realiza por extrusión horizontal, la cual necesita de tres actividades. La primera de ellas es el precalentamiento del tocho a una temperatura y tiempo determinado por el Plan de Control, seguido esto, se realiza la actividad de forjado. Durante este proceso se genera un exceso de material alrededor de la pieza trabajada denominado rebaba, el cual es posteriormente retirado con la operación de Desbarbe.

Figura 12. Proceso de Forja en la Recalcadora.



Fuente: Autora del Proyecto

La inspección durante el proceso es importante, razón por la cual se realiza la operación de “Magnatest”. Por “Magnatest”, se entiende como la observación de la uniformidad de la pieza forjada, esta observación permite asegurar el cumplimiento de los requerimientos del cliente. Después de llevar a cabo el proceso de forja, se requiere un Tratamiento Térmico que permite mejorar las propiedades mecánicas del acero.

De los Tratamientos Térmicos mencionados con anterioridad, los cuales son llevados a cabo en las instalaciones de la organización, el Espigo es sometido al proceso de Normalizado, en el cual todas las piezas pasan por una temperatura entre los 870°C y 890°C, dejándose enfriar a temperatura ambiente.

Ilustración 16. Celda de Tratamientos Térmicos.



Fuente: Autora del Proyecto

Para dar mejora a la estética del producto, se realizan operaciones de acabados, pues debido a la cascarilla arrojada por el acero al ser forjado, impide verificar la calidad del producto. La limpieza se lleva a cabo en la máquina denominada Granalladora, nombre relacionado con el insumo utilizado para llevar a cabo la operación, "Granalla". Su funcionamiento se debe a la rotación de un tambor que posee en el interior, creando la interacción (golpes) entre granalla y piezas, obteniendo un producto con una superficie libre de residuos logrando una presentación más atractiva.

Al tenerse limpios los Espigos, se realiza una nueva inspección, determinada Magnaflux, para verificar la calidad del producto. Proceso requerido debido al cambio que produce el Tratamiento térmico en la estructura de la pieza (creación o aumento de grieta).

Teniendo entonces un producto con las especificaciones adecuadas y con una presentación atractiva al cliente, es desplazado a la zona de despachos para ser embarcado en el transporte de acuerdo al embalaje que ha establecido previamente el cliente para garantizar la calidad hasta la puerta de entrega.

Ilustración 17. Zona de Despacho de Productos.



Fuente: Autora del Proyecto

3.4.2 Producción de Juntas Fijas en la Prensa 400

La Cadena de Valor para los productos que requieren el proceso de extrusión vertical en la Prensa 400, se comportan de igual manera a la Cadena General de FORCOL LTDA. Las actividades primarias basan sus funciones operativas en las áreas de Producción, Mantenimiento, Logística, Control y Aseguramiento de la Calidad.

La fabricación de productos por medio de extrusión vertical, necesita de una prensa para el caso de la organización. La Prensa 400, es otra de las máquinas de forja que alberga la mayor capacidad de utilización, se encuentra en la Celda denominada 6300, y es la única de las máquinas de forja en la que se puede llevar a cabo el proceso de desbarbado en la misma.

Ilustración 18. Máquina Prensa 400.



Fuente: Autora del Proyecto

Ilustración 19. Ubicación en la Planta de la Prensa 400.



Fuente:

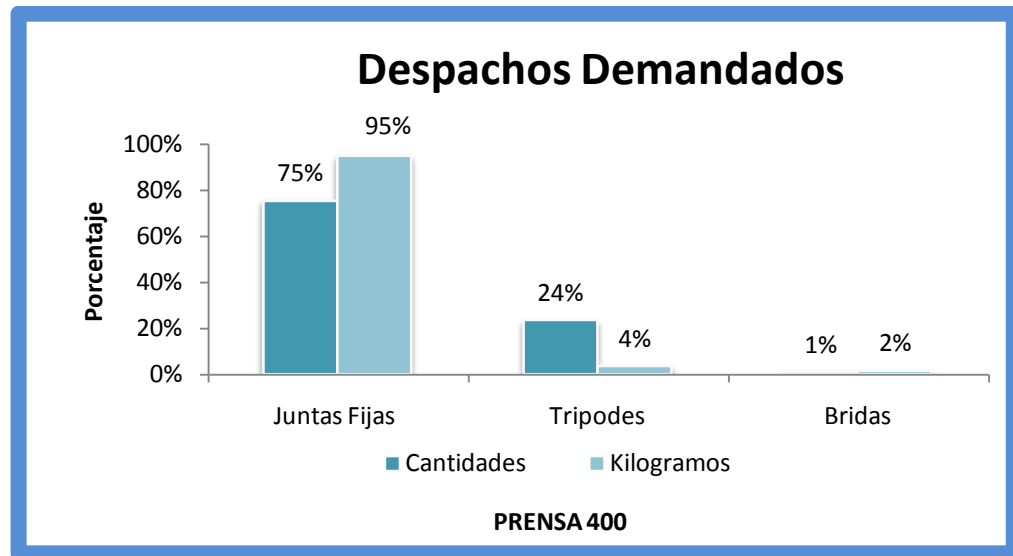
Autora

del Proyecto

Las prensas de forjado emplean una acción lenta de compresión deformando el metal, contrariamente al rápido impacto del golpe del martillo. La acción de compresión es mantenida completamente hasta el centro de la pieza que está prensándose, trabajando a fondo la sección completa. Estas prensas son del tipo vertical y pueden ser operadas ya sea mecánica o hidráulicamente. La máquina ha sido realizada a base de una construcción soldada de placas de acero. El accionamiento se ejecuta sobre el eje del volante por medio de un motor eléctrico y a través de correas planas. Un embrague de fricción cónico junto al volante es accionado por medio de aire comprimido, dispuesto junto con un freno de fricción con resortes de compresión sobre el eje del volante. La transmisión de fuerza se realiza desde el eje del volante hasta el cigüeñal, a través de un eje intermedio y desde allí al porta útil a través de dos bielas de presión. El aire comprimido necesario para el accionamiento del embrague se consigue a través de una válvula de corte principal, un filtro de aire comprimido que va al tablero de instrumento de aire distribuido, situado en la parte del manejo de la máquina.

La Prensa 400 tiene tres familias, que proporcionan su productividad mes a mes, siendo las Juntas Fijas, Trípodes y Bridas. La primera pieza mencionada, es como se muestra a continuación en el gráfico, la que proporciona la mayor demanda, indicando el interés en mejorar los tiempos de preparación.

Figura 13. Gráfico Demanda Prensa 400.



Fuente: Autora del Proyecto

Ilustración 20. Junta Fija R-9.



fluctuaciones.

La Junta Fija es uno de los componentes de los ejes homocinéticos, ubicado en el extremo de la rueda, para permitir el movimiento angular con el fin de compensar cambios de ángulo violentos a través de una tracción suave, sin

La Cadena de Valor de la Junta Fija comienza con la utilización de las palanquillas que son proporcionadas por el proveedor de acero. Cada número de parte tiene unas características específicas de longitud, densidad, diámetro y porcentaje de componentes del acero, razones por las cuales se tiene una identificación completa de cada colada, permitiendo la clasificación y ubicación en silos del insumo.

Continuando con el proceso de producción de las Juntas Fijas, se procede a la celda de corte para obtener las cantidades necesarias según la Secuencia de Producción. Es importante controlar el peso en los tochos, razón por la cual cada determinada cantidad de piezas se realiza un proceso de control de peso.

Ilustración 21. Máquina de Corte de Palanquillas.



Fuente: Autora del Proyecto

Los tochos se almacenan en el sitio destinado para la espera en tiempos de preparación de la máquina de forja, necesarios para poder fabricar el lote de Juntas Fijas. Algunos de ellos se desplazan para la Celda 6300 teniendo como motivo la realización de pruebas de ajuste.

Al tener disponible la Prensa 400 para la Producción, los operarios se encargan de iniciar el proceso de Forja. Se comienza con un precalentamiento de los tochos, utilizando la metodología del cargue y descargue en las dos cámaras que posee el horno. Seguido a lo anterior se realiza el proceso de forja y desbarbado de las Juntas Fijas.

Ilustración 22. Proceso de Forjado en la Prensa 400.



Fuente: Autora del Proyecto

Seguido esto se mira la uniformidad de la forja, con la inspección llevada a cabo en la máquina de magnatest, en la cual el vástago de la Junta Fija es introducido en un examinador estructural que permite rechazar rápidamente la pieza que no llega a cumplir con las especificaciones estructurales necesarias y de igual manera, ayuda a evitar gastos ocasionados si en determinado caso continua en flujo normal la pieza. Seguido esto se realiza el proceso de normalizado, en el cual se introducen de a 40 piezas por bandejas, teniendo una temperatura entre los 870°C y los 890°C. Posteriormente se realiza la limpieza con la granalladora, se clasifica e inspecciona por magnaflux la totalidad de la producción para corroborar la calidad del producto despachado.

Figura 14. Proceso de Acabados en la Junta Fija.



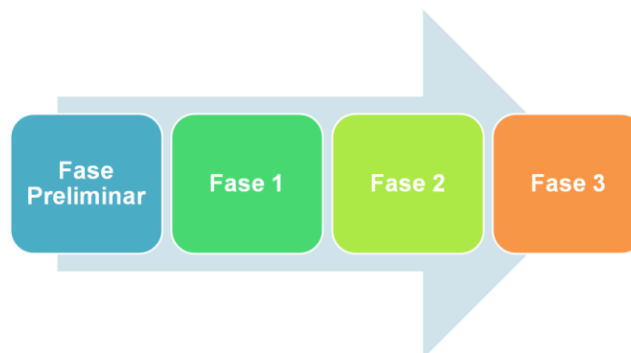
Fuente: Autora del Proyecto

4 QUICK CHANGEOVER EN PROCESO

Debido a la necesidad que se tiene por mejorar en el día a día los procesos utilizados para la manufactura de piezas, prima la concientización y mejora de los tiempos de preparación de las dos máquinas que ocasionan en gran medida los cuellos de botella de la organización.

4.2 QUICK CHANGEOVER EN LA PRODUCCION DE ESPIGOS EN LA RECALCADORA

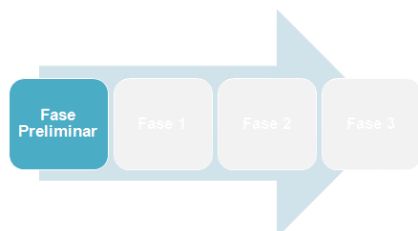
Figura 15. Fases de la Metodología SMED.



Fuente: Autora del Proyecto

4.2.1 FASE PRELIMINAR ESPIGOS EN RECALCADORA

Figura 16. Fase Preliminar de la Metodología SMED



En la fase preliminar encontramos toda la concientización que se empieza a dar en la organización para lograr una flexibilidad en la producción. En este paso FORCOL LTDA. no

cuenta con unos operarios conscientes de la importancia de una preparación oportuna, que no cree demoras en las entregas al cliente.

Se empieza una etapa de sensibilización, para mostrar la importancia de reducción en los Tiempos de Preparación en la Celda Recalcadora y así mejorar las entregas de Espigos. Para llevar a buen término el objetivo, es clave mostrar una situación actual de cómo se realizan actualmente las cosas y porque la PAP, puede ser un punto crítico de mejora.

Para indicar tanto a la parte Administrativa como a la parte operativa el alto desperdicio en actividades de preparación, se estudia el método empleado y la cantidad de tiempo utilizado para la preparación de la Recalcadora en la producción de Espigos. Dando cabida a lograr como objetivo clave la mejora en cuanto a productividad diaria.

Se realizó un estudio de tiempos para una preparación de la máquina Recalcadora para la producción de espigos, llevada a cabo en el mes de marzo del presente año. Esta observación y toma de tiempos permitió entender la metodología utilizada actualmente por los colaboradores de forja que realizan la preparación, la adecuación de las instalaciones para el alistamiento de la producción en la Recalcadora, y que tan importante es para cada uno de los integrantes de la organización la mejora de los Tiempos de Preparación.

Ilustración 23. Celda de Recalcado.



Fuente: Autora del Proyecto

En el estudio se observa que no existe un sitio específico de las herramientas necesarias para llevar a cabo la preparación de la Recalcadora, creándose a través de los días un desorden evidente y permitiendo a los colaboradores de la planta tener la opción de dejar en cualquier sitio la herramienta.

Ilustración 24. Organización en la Celda de Recalcado.



Fuente: Autora del Proyecto

La mayoría de los operarios que desarrollan la preparación, no tienen conocimiento del proceso y se limitan a la consecución de órdenes dictaminadas por un LET. Llevando a la lentitud del proceso de preparación y en ocasiones a detener las operaciones, debido a la ignorancia y/o inexperiencia para realizar una PAP. Se debe esto, al bajo nivel de requisitos en el perfil del Colaborador de Forja.

Ilustración 25. Colaboradores del Proceso de Forja.

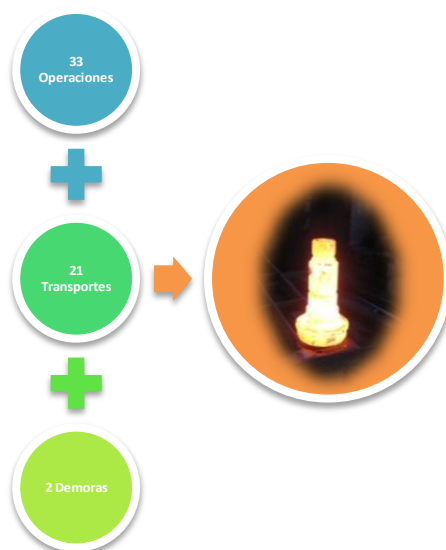


Fuente: Autora del Proyecto

Todas las actividades y operaciones de una preparación son en su totalidad manuales, lo cual influye en los altos tiempos que se tienen para la realización de la misma. Se decide efectuar un acompañamiento minuto a minuto de la preparación de los Espigos NPR en la máquina Recalcadora, para desarrollar un diagrama de operaciones desglosado, sin perder un detalle en cada una de las operaciones.

Teniendo los tiempos, y el diagrama de operaciones, se puede analizar cómo se encuentra actualmente la Recalcadora en la Preparación de Espigos, familia que le genera el mayor tiempo de producción actual.

Figura 17. Relación de Actividades Preparación Espigo NPR.



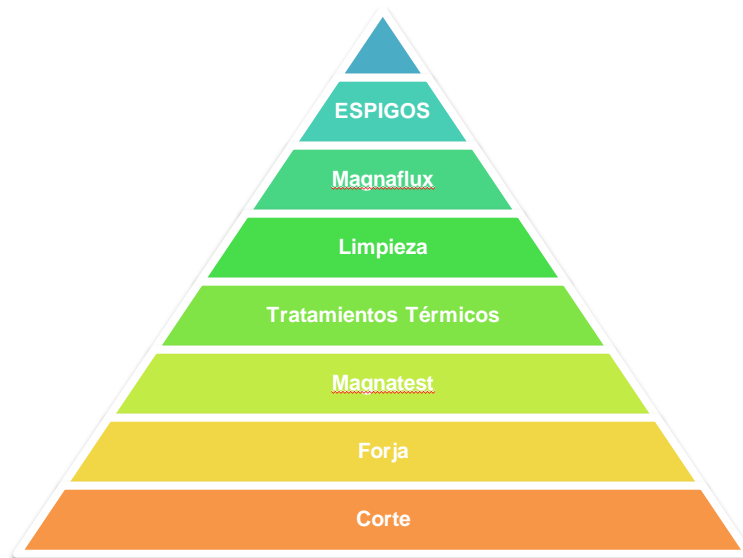
Fuente: Autora del Proyecto

En producción actual para poder realizar un lote de Espigos se está demorando en estimado mil doscientos sesenta y seis minutos (1.266,88)¹⁵, lo cual lleva a una programación anticipada de dos días dedicados exclusivamente a la preparación de la Recalcadora. Teniendo en cuenta todo el tiempo de producción que es necesario para obtener un producto atractivo, se trata de calcular a cuanto equivale la preparación en el lote de producción, dando un porcentaje del 26,97%¹⁶.

¹⁵ Ver Anexo P.

¹⁶ Ver Anexo AA.

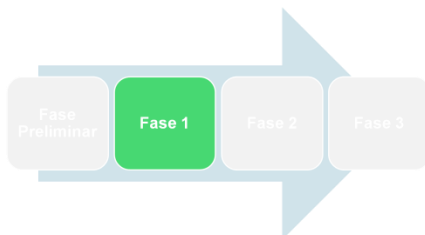
Figura 18. Esquema Proceso Productivo de los Espigos.



Fuente: Autora del Proyecto

4.2.2 FASE 1 ESPIGOS EN LA RECALCADORA

Figura 19. Primera Fase de la Metodología SMED



Al encontrar que es significativo mejorar los tiempos de preparación para los Espigos, se realiza durante un mes un seguimiento con los operarios y se les efectúa reuniones de sensibilización acerca de la disminución de los tiempos, mostrando resultados positivos en cada uno de ellos y consiguiéndose un equipo de apoyo para la generación de ideas de mejora in-situ.

Ilustración 26. Equipo de Trabajo SMED.

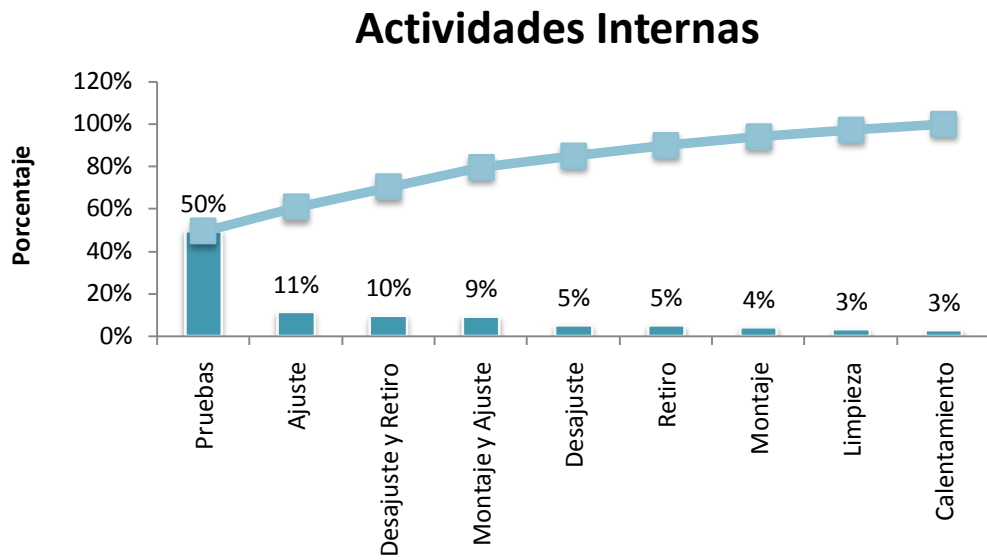


Fuente: Autora del Proyecto

En esta fase se muestra a los colaboradores la importancia de saber si las actividades que se llevan a cabo para la preparación de la Recalcadora tienen clasificación interna o externa, permitiendo analizar la posibilidad de realizar actividades de una manera anticipada a la parada de la misma para la preparación. La sinergia generada en el grupo, facilitó la clasificación de actividades en internas y externas lo cual estimuló en mayores proporciones las buenas intenciones de cada uno de los operarios hacia un “Quick Changeover”.

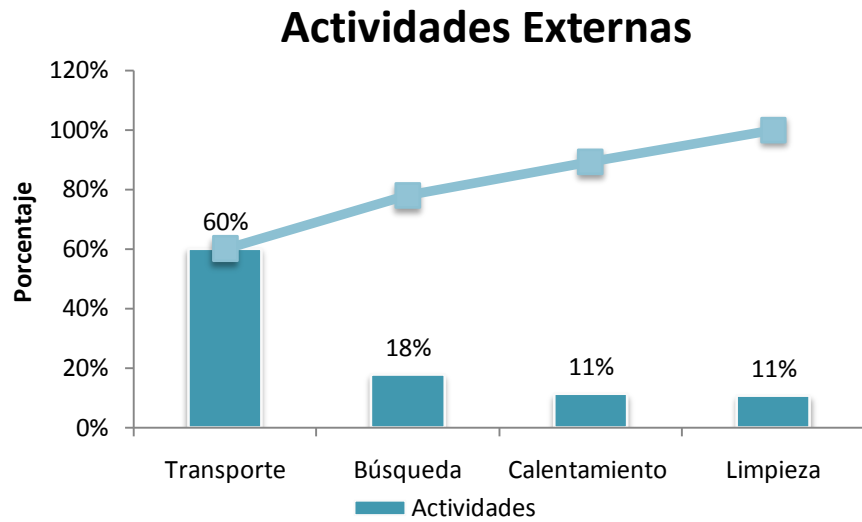
Se encontró un gran número de actividades internas (pruebas, ajuste, desajuste y retiro, montaje y ajuste, desajuste, retiro, montaje, calentamiento y limpieza) y solo cuatro actividades externas muy evidentes (transporte, búsqueda, limpieza y calentamiento). Adicionalmente se llevó a cabo una subclasificación para enmarcarlas de acuerdo a su característica de operación.

Figura 20. Pareto Actividades Internas del Espigo.



Fuente: Autora del Proyecto

Figura 21. Pareto Actividades Externas del Espigo.



Fuente: Autora del Proyecto

El problema más crítico, está relacionado con el desorden de la parte de herramientas, pues no se encuentran las mismas de forma fácil y rápida, entorpeciendo el proceso, razón que justifica una propuesta de mejora. Otro punto importante es la tornillería necesaria para la Preparación de la Recalcadora. La inexistencia de un almacén, impide determinar la falta de tornillos en determinado caso, lo cual crea grandes demoras por búsqueda. FORCOL LTDA. al no contar con suficientes recursos financiero de inversión para el apoyo de mejoras, todo el equipo de trabajo se ve obligado a encontrar soluciones, de muy baja o nula cantidad de dinero, las cuales puedan apaciguar los tiempos de preparación de manera significativa.

Se encontró que no existe la cantidad de herramientas necesarias para que cada máquina de forja tenga su propio juego de herramientas, motivo por el cual se decide crear una zona dedicada a la PAP, la cual se ubicó estratégicamente, de tal manera que quedase equidistante de la Recalcadora y la Prensa 400.

Para reducir los tiempos externos de preparación, se propone la creación de una lista de chequeo, la cual permite tener claro todo aquello que sea necesario para la preparación del proceso de forja de espigos, esto es: los tornillos necesarios, la cantidad de personas requeridas, el herramental adecuado, el momento indicado para encender el horno de precalentamiento y realización de la limpieza del herramental anterior.

Ilustración 27. Zona de Herramientas PAP.



Fuente: Autora del Proyecto

Se realizan jornadas de 5's para desalojar, organizar y limpiar en primera instancia el sitio de trabajo.

Ilustración 28. Jornadas 5's.

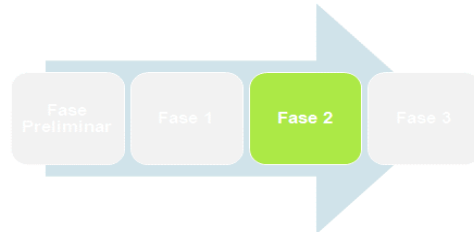


Fuente: Autora del Proyecto

Otra propuesta, es establecer la realización de actividades externas como lo es la limpieza y el calentamiento del horno de manera que se realicen paralelas a otras que necesitan la parada de la máquina.

4.2.3 FASE 2 ESPIGOS EN LA RECALCADORA

Figura 22. Segunda Fase Metodología SMED.



Después de ver la reducción de tiempos utilizados para las actividades externas y la implementación de propuestas de mejora, se busca la manera de que el tiempo empleado en paradas de la Recalcadora, sea el mínimo.

Se realizan nuevas reuniones con el equipo de trabajo y se evidencian los cambios significativos en el tiempo de preparación del proceso, dando motivación para continuar mejorando en el proceso de “Quick ChangeOver” en la Recalcadora.

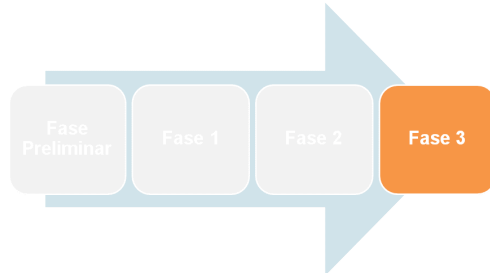
Es de gran mejora, lograr que el herramental necesite el mínimo de ajustes en el montaje, lo cual se soluciona con la creación de un herramental que no necesite insertos para montar. Propuesta que acarrea costos altos en cuanto al insumo de acero necesario para la fabricación de las matrices, motivo por el cual no se considera dentro del proyecto, y se consideró que las actividades clasificadas como internas son las indicadas para el proceso.

Se considera que la automatización de la maquinaria contribuiría con los ajustes necesarios para la mejora de la preparación, con lo cual la parte administrativa estuvo de acuerdo, pero en tiempos de incertidumbre financiera no se considera como una opción de mejora.

El objetivo del proyecto se enfoca en la facilidad del método diseñado para el proceso de PAP.

4.2.4 FASE 3 ESPIGOS EN LA RECALCADORA

Figura 23. Tercera Fase Metodología SMED.



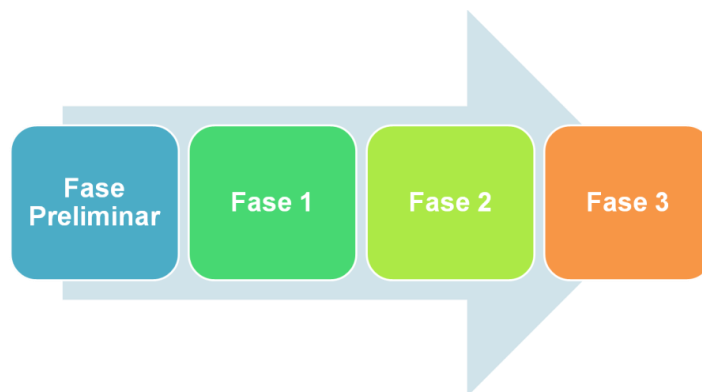
Fase que ayuda a mejorar todos los aspectos de preparación existentes. Aquí se determinan las formas para simplificar al máximo la preparación. Para esto se establece una metodología estándar de

preparación de la máquina Recalcadora para los espigos.

En consenso del equipo de trabajo se llegó al método que estandarizara el proceso de preparación de la recalcadora para la fabricación de los espigos, permitiendo encontrar un nuevo diagrama de operaciones el cual muestra las mejoras evidentes en operaciones realizadas, transportes ajustes y montajes considerados.

4.3 QUICK CHANGEOVER EN LA PRODUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

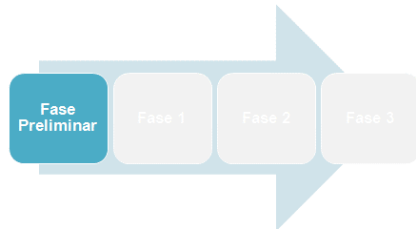
Figura 24. Fases de la Metodología SMED



Fuente: Autora del Proyecto

4.3.1 FASE PRELIMINAR JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

Figura 25. Fase Preliminar de la Metodología SMED



Para poder establecer el problema de la situación actual es necesario que el grupo de trabajo observe durante un periodo de tiempo los diferentes aspectos que se requieren para la preparación de la Prensa 400.

En estos momentos se ve que FORCOL LTDA. cuenta con una falencia grave respecto al manejo de las 5 eses dentro de la organización, pues a simple vista es notoria la falta de compromiso por parte de los colaboradores para lograr eliminar el paradigma que se tiene respecto a la disposición que debe tener el ambiente de trabajo para la forja. Esto resulta debido al pensamiento de uno de los colaboradores es que “normalmente se mantiene sucia la planta por el trabajo que se hace” y no se comprende el aporte significativo que da la limpieza y organización a cualquier instalación.

Al igual que en la Recalcadora, cuando se pensó en el almacenamiento de herramientas, se limitó a un estante que tuviese la funcionalidad para descargar lo utilizado, mas no se pretendía dar un giro de organización.

No existe un sitio de almacenamiento de tornillería, en lo cual frecuentemente se cae en el error de obstaculizar el proceso de preparación por falta en el insumo nombrado anteriormente.

Ilustración 29. Organización en la Celda 6.300.

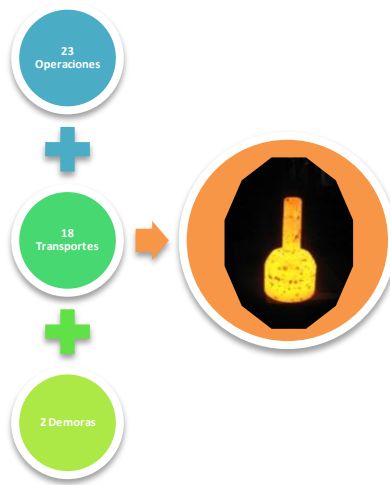


Fuente: Autora del Proyecto

Se acuerda realizar una medición del método de preparación utilizado para las Juntas Fijas, permitiendo analizar con esto las diferentes actividades desarrolladas durante el proceso y centrarse así en los puntos de mejora.

Se puede ver claramente que al compararse con la Recalcadora, la Prensa 400 tiene menos operaciones y transportes debido a su facilidad en el montaje. La Prensa tiene la facilidad de ser una maquina que mueve en la altura permite a los operarios un mayor radio de acción de sus manos y lograr así, una reducción de tiempos.

Figura 26. Relación de Actividades Preparación Junta Fija



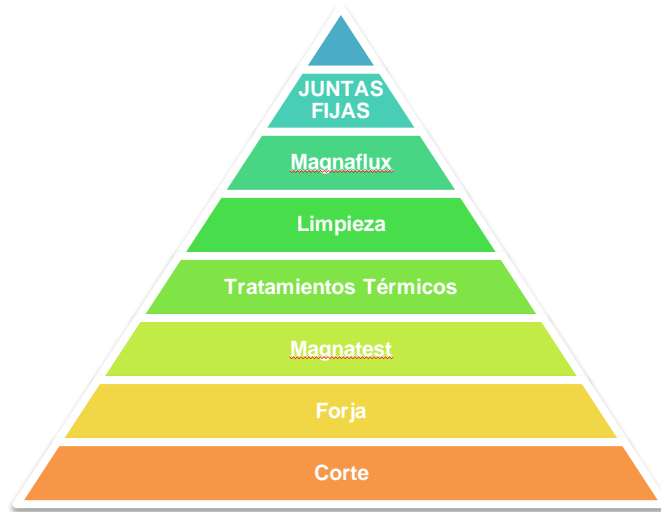
Fuente: Autora del Proyecto

Para poder culminar la producción de Juntas Fijas, se requiere de manera estimada mil diez (1010,67)¹⁷ minutos en la preparación lo cual requiere disponer de 2 días para que se lleve a cabo una Puesta a Punto. De acuerdo al proceso de fabricación de las Juntas Fijas se utiliza el 28,95%¹⁸ del tiempo del proceso productivo.

¹⁷ Ver Anexo S.

¹⁸ Ver Anexo AA.

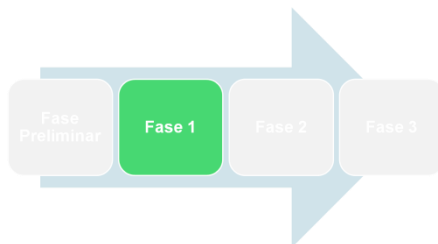
Figura 27. Esquema Proceso Productivo de las Juntas Fijas.



Fuente: Autora del Proyecto

4.3.2 FASE 1 JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

Figura 28. Primera Fase de la Metodología SMED



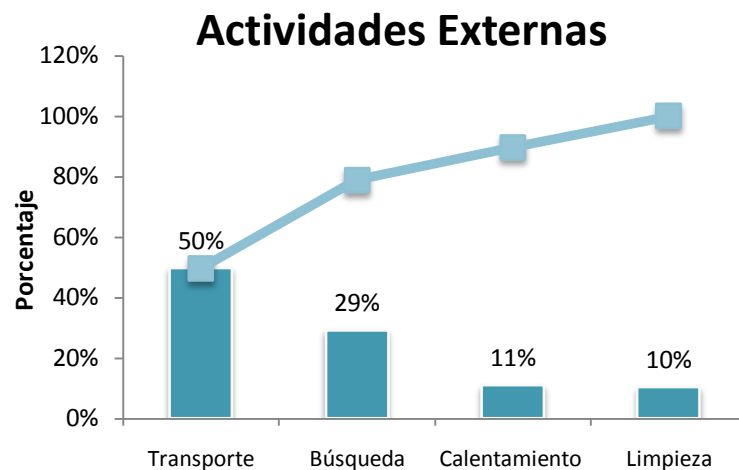
Las Juntas Fijas tienen un diagnóstico poco alentador, de acuerdo a la observación realizada se encuentra que los problemas se pueden erradicar logrando una sensibilización y concientización con los colaboradores de la forja acerca de la importancia de unas condiciones de trabajo limpias y organizadas.

Se logra en un trabajo arduo de todos los días, que los operarios generen ideas de limpieza y organización, ayudando esto en el camino de una empresa formada en las cinco eses.

Se establece una clasificación para las actividades que se obtuvieron en la toma de tiempos, esto se debe al compromiso que se logra en el anticipo de las mismas para mejorar un porcentaje alto.

Es preocupante el alto tiempo empleado en las actividades externas los que tienen una clasificación muy similar con las encontradas en la Recalcadora, el transporte es el ítem que se piensa atacar con insistencia, debido a su alto índice dentro de las actividades que se muestran a continuación.

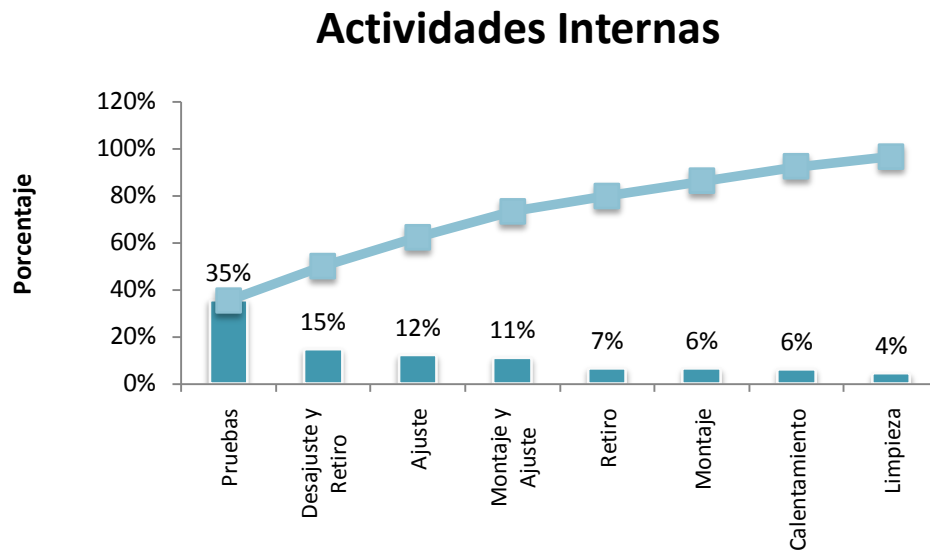
Figura 29. Pareto Actividades Externas de la Junta Fija.



Fuente: Autora del Proyecto

Las actividades internas, también fueron clasificadas para encontrar cuales de ellas en la fase que se muestra a continuación pueden ser externalizadas.

Figura 30. Pareto Actividades Internas de la Junta Fija.



Fuente: Autora del Proyecto

Para mejorar los tiempos de preparación, se establece como prioridad la organización de las condiciones de trabajo de la Celda 6.300 lo cual permite establecer un orden requerido para hacer más atractivo el trabajo diario y demostrar a la fuerza de trabajo que el manejo de las cinco eses logra una disminución significativa de tiempos en búsqueda y transporte.

Ilustración 30. Organización de la Celda 6.300.



Fuente: Autora del Proyecto

Las herramientas necesarias para llevar a cabo la preparación de la Prensa son las llaves Tipo Allen y llaves fijas, en la organización no se cuenta con la capacidad suficiente de otorgar a la Prensa 400 un juego de llaves propio, motivos por los cuales se considera que compartir las herramientas con la máquina Recalcadora no crea inconvenientes para ninguna de las dos máquinas debido a que no se realizan al tiempo dos preparaciones de máquinas.

Los colaboradores están de acuerdo con un sitio específico dedicado a la preparación de las máquinas, puede que ocasione un transporte al alistar las herramientas, tornillos y herramental al iniciar la preparación, pero reduce en gran medida los desplazamientos durante el proceso.

Ilustración 31. Zona de Herramientas PAP.



Fuente: Autora del Proyecto

Se realizan jornadas enfocadas a las primeras eses (Seiri, Seito, Seiso), para definir y clasificar los elementos que son necesarios como herramientas cercanas a la Prensa 400. Se hace importante comentar, que al realizar las tres jornadas de cinco eses disminuía gradualmente los elementos que consideramos no útiles en la producción, lo cual significó un arduo trabajo de concientización con los colaboradores.

Como los operarios encargados de la preparación de la Prensa 400 no tienen conocimiento pleno de los procedimientos que deben llevarse a cabo, se les realiza una lista de chequeo y un seguimiento durante las preparaciones para que vayan adquiriendo experiencia en el método. Se establece que todos los operarios no pueden estar encargados de este ítem tan indispensable en la producción, razón por la cual se seleccionaron personas explícitas dedicadas a este importante proceso.

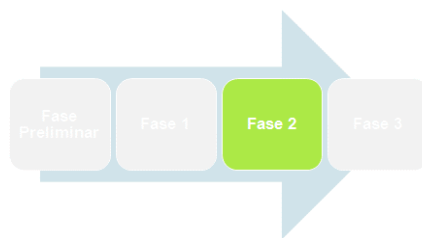
Ilustración 32. Colaboradores del Proceso de PAP.



Fuente: Autora del Proyecto

4.3.3 FASE 2 JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

Figura 31. Segunda Fase Metodología SMED.



Después de mejorar los tiempos externos, en los que se reducen tiempos de mayor proporción, se procede a una de las partes que implica un poco más de inversiones, en las cuales se quiere externalizar actividades

internas.

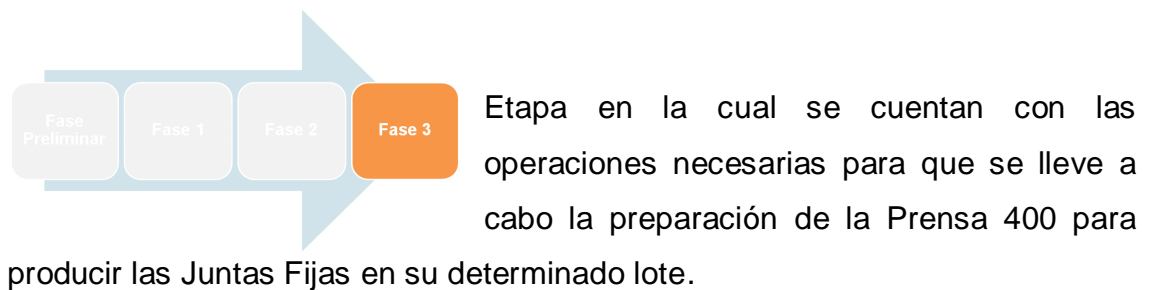
En el caso de las Juntas Fijas se identifica una actividad que puede realizarse de manera externa, lo cual permite mejorar en los procesos de preparación. La actividad está relacionada con el montaje de los tornillos en las diferentes piezas de los herramientas.

Se piensa en la automatización de la Prensa 400 para mejorar en tiempos de ajuste del herramental para Juntas Fijas, lo cual evitaría demoras en tiempos de ajuste, razones que se consideran fuera del proyecto por su alto costo.

Para apaciguar el inconveniente, se crea un dispositivo que permite a los operarios facilitar el ajuste de los diferentes tornillos que se necesitan. El equipo de apoyo, mantenimiento, fue el principal generador de la idea, denominándose “Destornillador Automático”, dispositivo que ataca dos problemas de gran envergadura en la organización, el primero la disminución de tiempos por ajuste y por otro lado la reducción de problemas de salud ocupacional creados por el alto número de actividades manuales.

4.3.4 FASE 3 JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

Figura 32. Tercera Fase Metodología SMED.



Todas las operaciones que se han determinado como internas fueron evaluadas por el equipo de trabajo, y se concluye que la operación de preparación es de alto porcentaje manual, lo cual impide reducir tiempos sin tener que realizar inversiones pequeñas; razones por las que se acondiciona

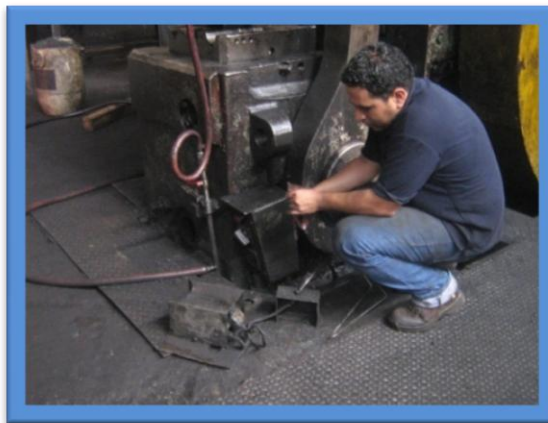
un nuevo método de trabajo para la preparación de la Prensa 400 en la fabricación de Juntas fijas, disminuyendo en gran medida las operaciones de transporte, búsqueda y ajuste.

5 CAMBIOS LOGRADOS

5.1 CAMBIOS LOGRADOS EN LA PRODUCCION DE ESPIGOS EN LA RECALCADORA

La producción de Espigos sufrió un cambio significativo debido a grandes mejoras que se implementaron en la organización. Uno de las que menos se esperaba surgió con los colaboradores del proceso de forja. Se tenía un gran escepticismo al respecto de las mejoras que se podían realizar en la preparación de los Espigos en la Recalcadora, pero al sensibilizar y dar conciencia de la importancia se notó el esfuerzo de cada uno de ellos por reducir los tiempos.

Ilustración 33. Operario en el Proceso de Preparación.



Fuente: Autora del Proyecto

Al implementar jornadas de cinco eses en la organización, se empieza a formar un ambiente de trabajo más organizado y limpio, que permite el normal funcionamiento de las actividades que son necesarias a desarrollar en la organización.

Ilustración 34. Celda de Recalado.



Fuente: Autora del Proyecto

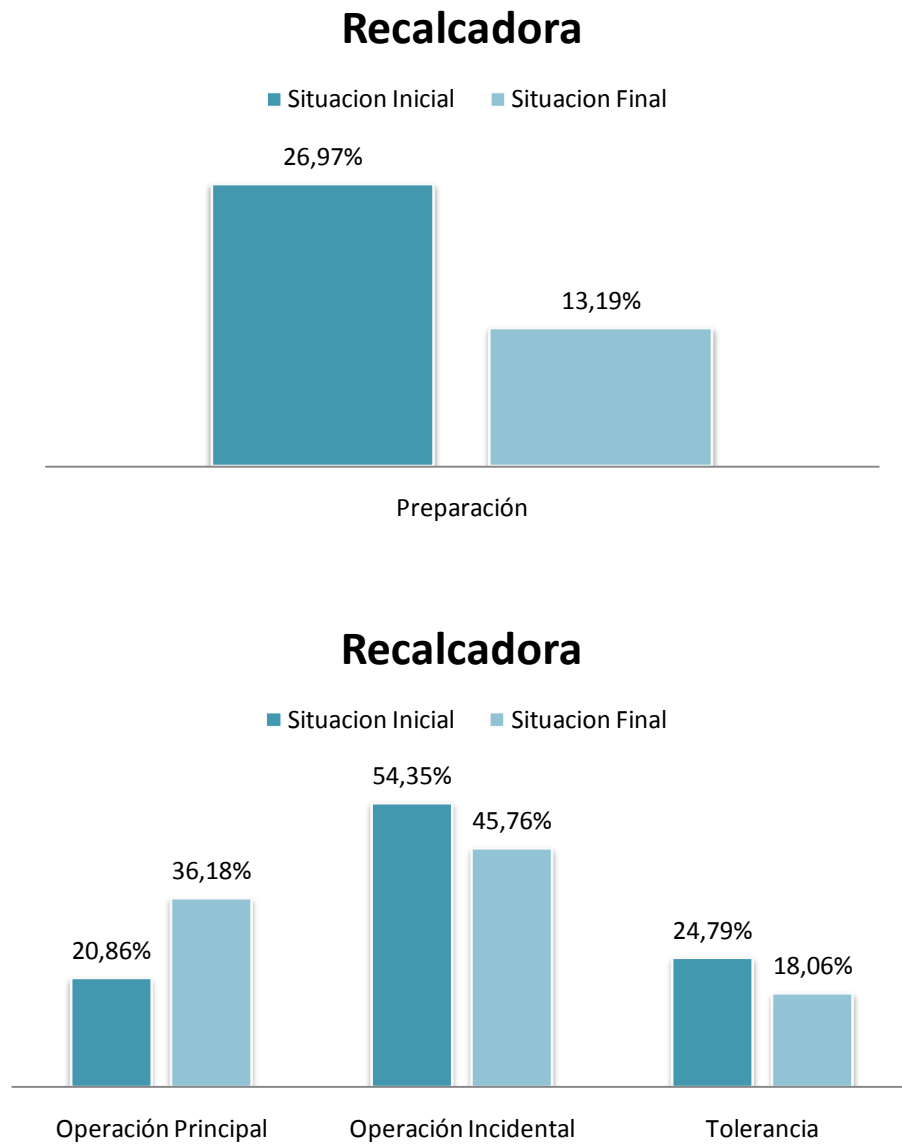
Al implementar una metodología más sencilla que permite desarrollar en flujo continuo las actividades se nota en cifras la reducción de los procesos de preparación.

Figura 33. Comparación Preparaciones del Espigo.



Fuente: Autora del Proyecto

Figura 34. Cambios Logrados en la Preparación de la Recalcadora



Fuente: Autora del Proyecto

En el gráfico anterior se muestra la disminución a nivel porcentual de tiempos de preparación para las situaciones inicial y final, Las actividades de preparación se clasificaron de acuerdo al tipo de operación o función

desempeñada, lo cual muestra una reducción de cada una. En cuanto a tiempos de preparación en la situación inicial se incurría en mil doscientos sesenta y seis minutos (aproximadamente 21 horas de preparación), para pasar a un tiempo de quinientos veinte y un minutos (aproximadamente 9 horas de trabajo), siendo una reducción del 59% del tiempo empleado anteriormente para la preparación.

Analizando el porcentaje de preparación de los espigos en la Recalcadora, se evidencia en gran medida una reducción mayor al 50%, mostrando a su vez el impacto que se logra en el tiempo de realización de los espigos, para que puedan ser despachados al cliente. En la situación inicial se alcanza un porcentaje del 26,97% siendo reducido con la implementación de mejoras al 13,19%.

5.2 CAMBIOS LOGRADOS EN LA PRODUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

El problema que más se puede resaltar en la parte de preparación para el proceso de forjado de las Juntas Fijas en la Prensa 400, es la poca organización que se cuenta, el poco esfuerzo que los colaboradores de producción le imprimen a sus trabajos de preparación y la poca motivación hacia la productividad. Atacando el problema con ejemplo, concientización y sensibilización hacia un compromiso de algo que es por todos y para todos, se logro mejorar el ambiente laboral de una manera sustancial.

Ilustración 35. Operarios en la Prensa 400.



Fuente: Autora del Proyecto

La implementación de cinco eses en la producción redujo en gran medida los tiempos utilizados para las actividades externas de preparación, y a su vez, se mejora el puesto de trabajo, ayudando así con una mejor calidad en los procesos y por supuesto en los productos.

Ilustración 36. Celda 6.300.



Fuente: Autora del Proyecto

Al lograr conciencia en los trabajadores, se simplifica el trabajo de la estandarización de un método que facilite las actividades de preparación, debido al compromiso que se ejerce por cada uno de ellos en esta actividad tan indispensable.

Ilustración 37. Operario del Proceso de Forja con el carro de PAP.



Fuente: Autora del Proyecto

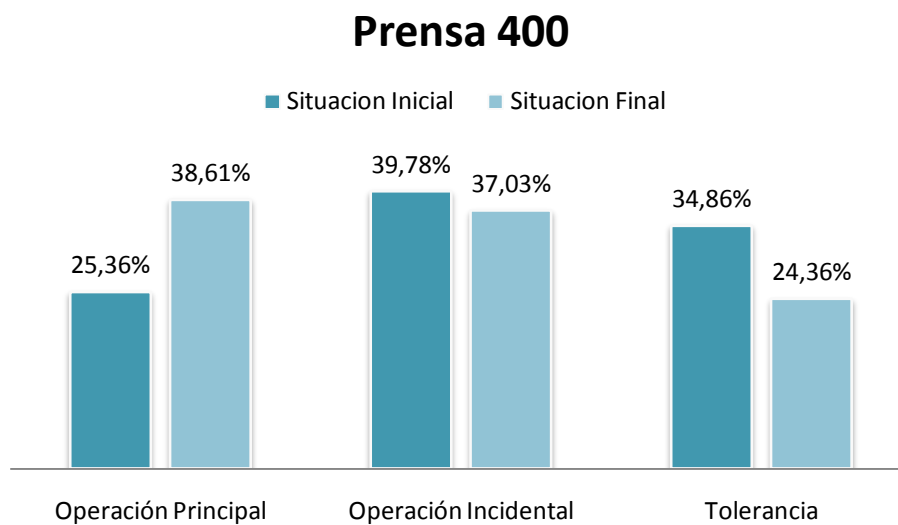
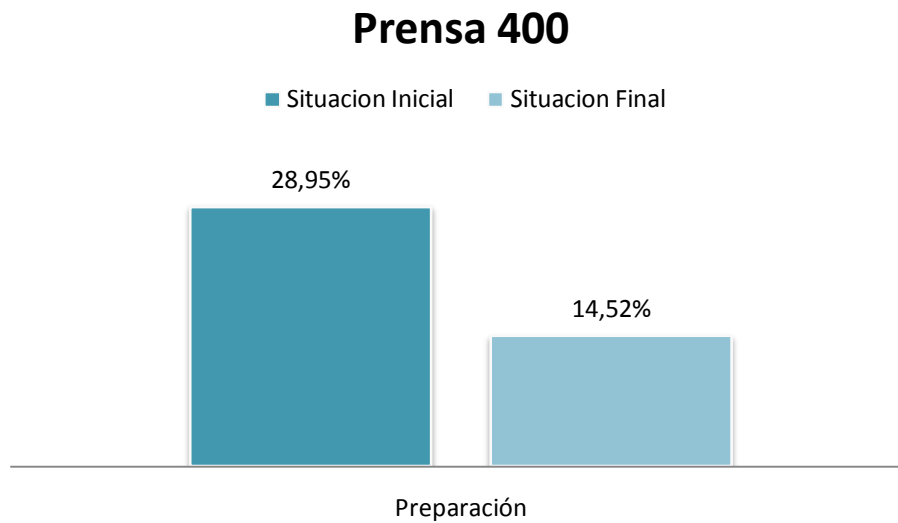
Teniendo una metodología establecida para la realización de operaciones de preparación se evidencia claramente las mejoras encontradas tanto en tiempos, operaciones, transportes y demoras y ajustes.

Figura 35. Comparación Preparaciones de las Juntas Fijas.



Fuente: Autora del Proyecto

Figura 36. Cambios Logrados en la Prensa 400.



Fuente: Autora del Proyecto

En el gráfico anterior podemos observar la disminución de los tiempos observados en la preparación de la Prensa 400 para la producción de Juntas Fijas. Las actividad principales de la preparación son ahora aquellas que poseen porcentaje alto en el tiempo de preparación comparado con la situación inicial, motivando aun mas a la disminución de los mismos.

Remontándose a la parte de cifras se redujo en un porcentaje del 58% los tiempos de preparación, teniendo en una situación inicial una duración de mil diez minutos (aproximadamente 17 horas) y culminando el proceso con un tiempo de cuatrocientos veinte y un minutos (aproximadamente 7 horas de trabajo). Llevando estos tiempos al porcentaje que tiene de importancia dentro de la producción de Juntas Fijas, se alcanza una reducción del 50% en tiempo que no generaba valor al producto a causa de las operaciones de preparación. Se tenía un porcentaje de preparación inicial de 28,95% el cual fue disminuido sustancialmente a 14,52%

6 CONCLUSIONES

Al analizar la situación actual del proceso de forja, se evidenció la falta de un método para llevar a cabo las operaciones de preparación allí realizadas. La falta de método genera una diferencia considerable entre una preparación y otra, lo cual dificulta la programación de la producción debido a la incertidumbre en la cantidad de tiempo necesario para la preparación de las máquinas.

La falta de capacitación en los operarios novicios, genera demoras en el proceso de preparación, ya que por ignorar el procedimiento de “Changeover” solo efectúan aquellas actividades que el Líder del Equipo de Trabajo (LET) les ordena.

La desorganización generaba tiempos muertos considerables, debido a la falta de control en las herramientas e insumos necesarios para la preparación, los cuales tenían que ser buscados alrededor de toda la planta ocasionando desplazamientos inocuos. Inclusive en algunas ocasiones hubo que adquirir nuevos insumos al darlos por perdidos y/o agotados, sobrecargando costos a la producción.

La implementación de la metodología cinco eses, estableciendo unos sitios para el almacenamiento de las herramientas e insumos de manera organizada y controlada, eliminó las búsquedas y desplazamientos.

El método diseñado e implementado permitió la disminución de los tiempos de preparación para las celdas de forja en porcentajes superiores al 50 %.

7 RECOMENDACIONES

Mantener la metodología cinco eses implementada para la forja y extenderla hacia las demás celdas de trabajo de la organización.

Continuar con las iniciativas de mejora, las cuales han demostrado que hacen flexible a la compañía y la hace más rentable al reducir costos de producción

Es de vital importancia realizar una capacitación a aquellos operarios que desconozcan la manera apropiada para llevar a cabo el “Quick Changeover”, adicionalmente a aquellos futuros operarios deben ser capacitados previamente a la iniciación de sus labores.

Para la mejora de los tiempos de preparación, se requiere la automatización de los montajes y ajustes de las máquinas, con lo cual las actividades internas se volverían externas logrando aun más disminuciones del “Changeover”.

BIBLIOGRAFIA

SHINGO, Shingeo. Una Revolución en la Producción: el Sistema SMED. Madrid, 1990.

SEKINE, Kenichi, ARAI Keisuke. Kaizen For Quick Changeover. Going Beyond SMED. Productivity Press. English Edition, 1992.

GRINBERG, Dora María K. Tratamientos térmicos de aceros y sus prácticas de laboratorio. Editorial LIMUSA, Primera edición, 1986, México D.F.

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

CHRYSLER CORPORATION, FORD MOTOR COMPANY, GENERAL MOTORS CORPORATION. Statistical Process Control (SPC). Reference manual. Automotive Industry Action Group (A.I.A.G.). First edition, second printing, March 1995

FRANCÉS, ANTONIO. Estrategia y Planes para la Empresa con el Cuadro de Mando Integral. Pearson. Prentice Hall.2006.

Manual de Calidad. FORCOL LTDA.

Documentación de Producción, Logística, Mantenimiento, Procesos y Aseguramiento de la Calidad. FORCOL LTDA.

Videos Suministrados 5's

Videos Suministrados SMED

REYES USCATEGUI. Mejoramiento de las Operaciones de Preparación, en la Tercera Línea de Extrusión de CEDSA S.A.UIS, 2008.

PEREZ FERNANDEZ, Asmid Yadira. Diseño e Implementación del Sistema SMED en los Procesos Críticos de las Líneas de Intereses y Tulipas en DANA TRANSEJES COLOMBIA.UIS, 2008.

<http://www.transejes.com/>. Página Web de DANA TRANSEJES COLOMBIA.

<http://www.forcol.com.co/> Página Web de FORCOL LTDA.

<http://es.wikipedia.org/wiki/SMED>. Documento Web. SMED.

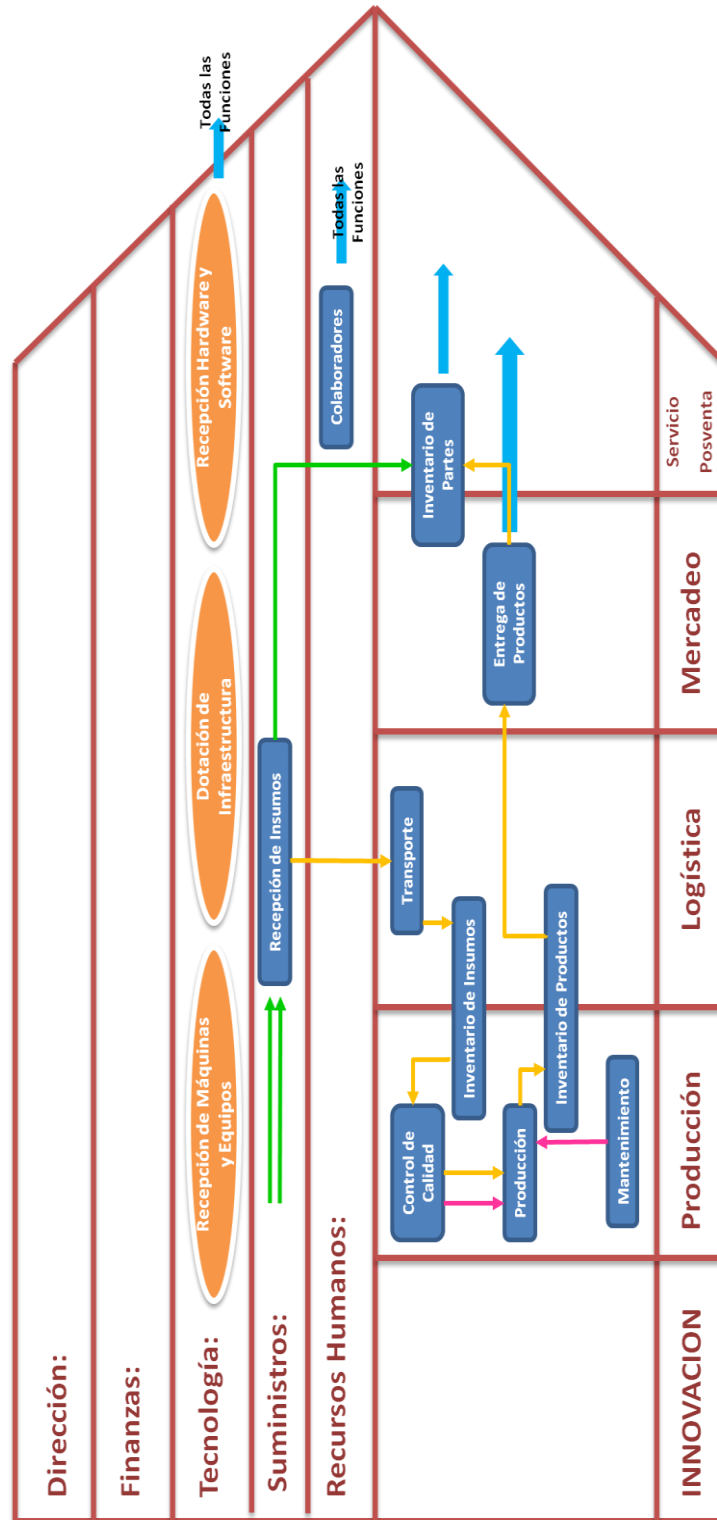
<http://es.wikipedia.org/wiki/5S>. Documento Web. Cinco Eses. Wikipedia: La enciclopedia Libre.

http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_de_valor. Documento Web. Cadena de Valor. Wikipedi: La enciclopedia Libre.

<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/alv/2d.htm>. Documento Web. La Cadena de Valor. Enciclopedia Multimedia Virtual Interactiva.

ANEXOS

ANEXO A. Cadena de Valor FORCOL LTDA.



ANEXO B. Comportamiento Demanda Recaladora.

Familia	No. Parte	Descripción	Peso Pieza	Despachos Realizados											
				Noviembre		Enero		Febrero		Marzo					
				No. Piezas	Kilogramos	No. Piezas	Kilogramos	No. Piezas	Kilogramos	No. Piezas	Kilogramos				
Juntas Fijas	F3638003T	JF Vitara	2,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	F3638003T-1	JF Elantra	2,68	619	1658,92	0	0	0	0	0	0	1900	5092		
Totales				619	1.659	0	0	0	0	0	1.900	5.092	0		
Tulipas	F35080001T	Tul. Vitara Macho	3,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	F35080002T	Tul. Vitara Hembra	2,35	71	167	0	0	550	1.293	0	0	0	0		
	F350242T	Tulipa R9	1,84	78	144	0	0	0	0	0	0	0	0		
Totales				149	310	0	0	0	0	0	0	0	0		
Espigos	F2-54-0001T	Espigo I-190	1,32	2.657	3.507	2.000	2.640	0	0	0	0	2.000	2.640		
	DF3 53 001 T-1	Espigo NPR	2,20	1.920	4.224	0	0	1.500	3.300	0	0	83	183		
	F2-53-001T-1	Espigo Mazda		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	F2-53-001T-2	Espigo Hilux	1,63	0	0	0	0	0	0	0	0	473	771		
	F2-53-001T-3	Espigo Mazda Diesel	1,49	190	282	0	0	0	0	0	0	0	0		
Totales				4.767	8.013	2.000	2.640	1.500	3.300	0	2.556	3.594	0		
Tubos	2012256T-3X	Mazda	3,00	0	0	0	0	0	0	0	0	500	1.500		
	2012259T-1X	Mitsubishi	2,50	0	0	0	0	0	0	0	0	190	475		
	2023225T-1X	NHR	3,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2023225T-2X	Q-Car	3,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Totales				0	0	0	0	0	0	0	690	1.975	0		
TOTALES				8.043	13.180	4.000	5.280	1.500	3.300	0	7.146	13.301	0		

Familia	Peso Pieza	Promedio Despachos		
		No Piezas	Porcentaje	Kilogramos
Espigos	1,80	2.706	76%	4856,82
Juntas Fijas	2,68	630	18%	1687,73
Tubos	2,93	173	5%	504,56
Tulipas	2,43	37	1%	90,52
TOTAL		3.545		7139,63

ANEXO C. Tiempos de Corte y Calentamiento para Productos de la Recalcadora.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO (Segundos)												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				TIEMPO (Segundos)														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
RECALCADORA	Juntas Fijas	E1	Ubicación de Palanquillas en los Rodillos	242,6	350,7	286,3	220,6	189,4	187,6	221,0	256,4	185,3	185,9	185,9	185,9	223,93	19%	266,48
		E2	Corte de Alineación Palanquillas (Cantidad: 2 Unidades)	166,4	165,5	187,3	183,5	183,5								148,42	19%	176,62
		E3	Corte de Sección Tocho (Cantidad: 2 Unidades)	74,9	90,3	94,0	114,4	90,2	86,5	86,6	94,3	87,2	80,5	82,9	83,6	91,78	19%	109,21
		E4	Ubicación de Tocho en Caja Transportadora	34,4	39	35,1	29,4	16	10,4	6,55	5,33	8,49	9,45	8,35	5,76	7,76	19%	9,23
																	118,44	
		E1	Ubicación de Palanquillas en los Rodillos	385,3	288,7	325,1	385,5	295,9	186,3	248,7	285,0	310,0	241,6	288,4	314,9	292,52	19%	348,10
		E2	Corte de Alineación Palanquillas (Cantidad: 2 Unidades)	86,54	87,79	86,32	87,46	85,84								92,34	19%	109,89
	Tulipas	E3	Corte de Sección Tocho (Cantidad: 2 Unidades)	91,0	102,4	85,9	79,7	87,9	92,9	88,9	85,9	91,7	87,6	76,6	83,9	88,67	19%	105,52
		E4	Ubicación de Tocho en Caja Transportadora	42,4	35,5	33,7	29,9	20,9	16,6	12,4	9,36	8,63	10,8	9,41	7,85	9,74	19%	11,59
																		117,11
		E1	Ubicación de Palanquillas en los Rodillos	236,9	288,6	241,6	185,3	235,0	186,6	286,4	285,9	327,0	257,8	185,2	185,4	241,78	19%	287,72
		E2	Corte de Alineación Palanquillas (Cantidad: 2 Unidades)	102,5	147,8	88,8	114,7	125,3								117,82	19%	140,20
	Espigos	E3	Corte de Sección Tocho (Cantidad: 2 Unidades)	82,9	92,0	71,3	79,7	81,9	69,9	70,2	79,7	69,3	74,4	81,7	91,9	78,40	19%	93,29
		E4	Ubicación de Tocho en Caja Transportadora	38,5	36,8	30,5	19	12,6	9,87	8,56	9,85	7,88	6,48	7,85	5,83	7,96	19%	9,47
																		102,77

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO		
				TIEMPO															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio	
RECALCADORA	Juntas Fijas	E1	Calentamiento de Pieza Iniciales (Cantidad: 40 piezas)	29,34	27,84	31,98	28,96	29,34									29,37	25%	2202,90
		E2	Calentamiento de Tocho	4,87	3,98	3,85	4,12	3,76	3,87	4,85	4,32	4,53	3,27	4,39	3,86	4,11	25%	5,13	
		E3	Transporte de Tocho a Barra Transportadora	2,34	1,85	3,22	3,94	2,84	4,01	3,21	3,08	2,65	2,97	1,93	1,87	2,75	25%	3,44	
																		8,57	
		E1	Calentamiento de Pieza Iniciales (Cantidad: 40 piezas)	25,85	24,98	20,32	24,54	25,04									24,11	25%	1807,95
	Tulipas	E2	Calentamiento de Tocho	3,78	4,97	4,21	3,97	3,22	3,54	4,01	3,75	3,68	4,51	3,81	4,29	3,95	25%	4,93	
		E3	Transporte de Tocho a Barra Transportadora	1,87	1,43	1,48	2,18	1,84	1,76	1,89	2,26	2,07	1,72	1,34	1,25	1,77	25%	2,21	
																		7,14	
		E1	Calentamiento de Pieza Iniciales (Cantidad: 35 piezas)	31,64	22,82	26,31	18,43	24,15									24,95	25%	1871,25
	Espigos	E2	Calentamiento de Tocho	4,51	3,22	3,95	3,96	3,71	3,82	4,23	4,38	3,76	3,25	3,91	3,42	3,82	25%	4,77	
		E3	Transporte de Tocho a Barra Transportadora	1,02	0,93	0,88	1,21	1,34	0,82	0,89	1,52	1,17	1,08	0,74	0,96	1,06	25%	1,32	
																		6,09	
		E1	Calentamiento de Tubo	5,32	5,46	6,23	4,97	4,82	5,91	3,54	3,76	3,22	3,47	3,41	3,93	4,50	25%	337,89	
	Tubos	E2	Transporte de Tubo a Recalcadora	1,21	0,83	0,87	0,49	1,25	0,88	0,87	0,94	0,68	0,57	1,07	0,53	0,87	25%	1,08	
																		338,77	

ANEXO D. Tiempos de Forja para los Productos de la Recalcadora.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
Juntas Filas		E1	Transporte de Tocho a Preforma	2,05	2,76	2,45	2,12	3,65	3,04	2,85	3,2	2,87	2,34	2,56	2,48	2,68	24%	3,32
		E2	Realizar Preforma	4,05	3,76	4,87	2,85	3,12	3,85	3,05	2,98	2,43	2,63	2,98	2,76	3,24	24%	4,02
		E3	Realizar Extrusion Primer Paso	1,88	0,97	2,02	1,45	2,23	1,78	1,56	2,43	2,17	1,87	1,65	2,32	1,86	24%	2,30
		E4	Realizar Extrusion Segundo Paso	4,01	3,23	2,87	2,87	2,56	3,98	3,54	2,54	3,03	3,76	2,32	2,56	3,09	24%	3,63
		E5	Realizar Extrusion Paso Final	3,23	3,45	2,91	3,02	2,87	3,42	2,95	3,03	2,95	3,15	2,25	2,56	2,98	24%	3,70
		E6	Realizar Desbarbado Primer Paso	4,02	3,98	4,87	4,35	5,87	4,76	4,87	4,65	4,32	4,15	4,45	4,32	4,55	24%	5,64
		E7	Realizar Desbarbado Final	5,98	3,56	3,54	3,76	4,01	4,27	3,82	3,65	4,34	4,67	4,65	3,94	4,19	24%	5,20
		E8	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	1,76	0,98	0,78	1,56	1,43	1,87	1,88	1,54	1,32	1,45	1,87	2,02	1,55	24%	1,92
RECALCADORA	Tulipas	E1	Transporte de Tocho a Preforma	2,65	3,54	3,67	2,76	3,13	2,88	3,65	3,23	2,82	3,01	4,02	3,76	3,27	24%	4,05
		E2	Realizar Extrusion Primer Paso	3,76	4,56	5,05	4,87	4,34	5,15	3,97	4,09	4,34	4,52	5,23	4,98	4,57	24%	5,67
		E3	Calentamiento Pieza Primer Paso	7,87	10,56	8,23	9,43	8,56	11,7	7,92	8,43	9,67	11,64	10,5	12,4	9,75	24%	12,09
		E4	Realizar Extrusion Segundo Paso	3,05	4,17	3,86	4,22	5,76	4,65	6,13	8,09	9,54	7,54	7,83	8,49	6,11	24%	7,58
		E5	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	1,97	2,34	1,86	2,65	2,32	2,75	3,08	1,92	3,76	3,34	5,76	2,79	2,88	24%	3,57
		Tiempo de Forja													29,93			
		Tiempo de Forja													3,27	24%	4,05	
		Tiempo de Forja													4,57	24%	5,67	
	Tiempo de Forja													9,75	24%	12,09		
	Tiempo de Forja													6,11	24%	7,58		
	Tiempo de Forja													2,88	24%	3,57		
	Tiempo de Forja													32,96				
Espigos		E1	Transporte de Tocho a Preforma	1,87	2,32	1,93	2,05	2,65	1,98	2,86	3,13	1,97	2,49	2,45	1,35	2,23	24%	2,76
		E2	Realizar Preforma	2,43	3,03	2,77	2,85	2,89	2,88	3,13	3,12	3,24	1,85	2,23	2,76	2,76	24%	3,42
		E3	Realizar Extrusion Primer Paso	1,76	2,22	2,01	2,15	1,93	1,87	2,04	2,09	2,34	1,88	2,17	2,25	2,06	24%	2,55
		E4	Realizar Extrusion Segundo Paso	2,23	3,05	3,23	2,88	2,79	2,77	2,54	2,33	3,94	3,13	3,24	2,94	2,92	24%	3,62
		E5	Realizar Extrusion Paso Final	3,13	3,54	3,15	2,87	4,05	3,88	3,79	3,69	4,05	4,13	3,66	3,54	3,62	24%	4,49
		E6	Realizar Desbarbado Primer Paso	3,87	4,16	4,76	5,05	4,32	4,95	4,95	5,12	5,03	4,95	3,97	4,05	4,56	24%	5,66
		E7	Realizar Desbarbado Final	4,87	5,12	4,96	3,91	4,76	4,95	5,17	4,27	5,32	4,75	4,57	4,72	4,70	24%	5,82
		E8	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	1,66	0,93	2,31	1,54	1,62	2,06	2,12	2,34	1,94	1,78	2,43	1,56	1,85	24%	2,29
Tiempo de Forja													30,63					
Tiempo de Forja													3,97	24%	4,92			
Tiempo de Forja													3,15	24%	3,91			
Tiempo de Forja													2,19	24%	2,71			
Tiempo de Forja													11,55					
Tubos		E1	Realizar Extrusion Primer Paso	3,45	4,02	4,31	4,05	3,91	3,98	3,87	4,15	4,23	4,37	3,65	3,65	3,97	24%	4,92
		E2	Realizar Extrusion Segundo Paso	2,05	2,56	3,03	3,15	2,34	3,13	2,86	3,56	4,98	3,65	2,91	3,52	3,15	24%	3,91
		E3	Transporte de Tubo Forjado a Caja Transportadora	1,89	2,32	2,12	1,86	2,17	2,95	3,01	2,36	1,88	1,94	2,04	2,23	2,19	24%	2,71
Tiempo de Forja													11,55					

ANEXO E. Tiempos de Magnatest y Tratamientos Térmicos para los productos de la Recalcadora.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio	
				Tiempo de T.I.															
RECALCADORA	Juntas Fijas	E1	Cargue de Piezas Forjadas a Bandejas (Cantidad: 40 piezas)	320,8	290,6	255,9	267,1	284,5	298,6	274,8	295,3	301,9	320,4	241,8	262,7	284,83	27%	361,35	
		E2	Bandeja en el Horno	350,5	349,2	351,3	340,6	351,8	353,5	354,6	355,7	345,8	348,6	348,4	347,3	349,86	27%	444,32	
		E3	Enfriamiento de Piezas	120,8	93,56	105,8	110,4	112,6	95,64	126,4	95,87	104,6	89,83	95,26	104,2	104,96	27%	133,30	
		E4	Descargue de Piezas Forjadas a Caja Transportadora	60,29	65,45	65,63	72,51	120,6	69,54	72,95	95,63	78,54	62,89	80,21	74,96	80,76	27%	102,57	
					Tiempo de T.I.												1,041,54		
	Tulipas	E1	Cargue de Piezas Forjadas a Bandejas (Cantidad: 30 piezas)	280,8	234,8	257,9	241,6	265,8	276,3	284,9	263,1	259,2	251,7	261,8	251,6	260,77	27%	331,17	
		E2	Bandeja en el Horno	325,4	331,7	328,4	326,9	334,1	328,5	326,4	330,2	325,6	319,7	327,6	317,4	326,83	27%	415,07	
		E3	Enfriamiento de Piezas	124,7	93,64	114,8	116,7	113,8	114,2	125,7	115,6	124,3	122,8	127,4	117,94	27%	149,78		
		E4	Descargue de Piezas Forjadas a Caja Transportadora	200,4	165,4	164,7	165,2	147,2	158,7	164,9	162,3	167,4	168,7	146,5	163,1	165,88	27%	210,66	
					Tiempo de T.I.												1,106,68		
	Espigos	E1	Cargue de Piezas Forjadas a Bandejas (Cantidad: 40 piezas)	300,8	274,5	287,5	249,6	277,7	254,3	266,4	278,1	258,9	271,7	264,8	261,9	270,33	27%	343,31	
		E2	Bandeja en el Horno	324,8	335,8	322,4	331,1	328,4	316,4	326,8	318,5	325,9	333,2	325,7	314,6	325,12	27%	412,90	
		E3	Enfriamiento de Piezas	123,8	85,60	92,47	104,6	87,54	94,70	87,50	88,60	93,80	95,60	93,40	87,56	92,91	27%	118,00	
		E4	Descargue de Piezas Forjadas a Caja Transportadora	85,38	92,40	93,67	97,80	75,6	88,94	82,56	94,38	97,51	86,35	88,85	86,91	90,01	27%	114,31	
					Tiempo de T.I.												986,52		

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio	
				Tiempo de Magnatest															
RECALCADORA	Juntas Fijas	E1	Transporte de Pieza Forjada a Maquina	1,74	1,89	2,02	1,85	2,06	1,56	2,15	1,87	1,93	2,23	1,78	2,45	1,96	15%	2,25	
		E2	Inspeccion por Magnatest	1,30	0,68	0,88	0,77	1,32	1,06	1,45	1,56	1,53	1,33	1,84	1,93	1,31	15%	1,51	
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	0,56	0,43	0,85	0,76	0,98	0,43	0,93	0,34	0,55	0,85	0,66	0,72	0,64	15%	0,73	
					Tiempo de Magnatest												4,50		
	Espigos	E1	Transporte de Pieza Forjada a Maquina	1,56	1,23	0,98	0,99	1,34	1,56	1,65	0,53	0,82	0,87	1,04	1,05	1,09	15%	1,26	
		E2	Inspeccion por Magnatest	1,34	1,62	1,45	1,54	0,98	1,32	1,22	0,99	1,17	1,02	0,79	1,33	1,23	15%	1,42	
E3		Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	0,34	0,54	1,2	0,98	1,01	1,22	0,82	0,66	0,59	1,03	0,88	0,75	0,84	15%	0,96		
				Tiempo de Magnatest												3,63			

ANEXO F. Tiempos Limpieza y Magnaflux para los productos de la Recalcadora.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Juntas Fijas		E1	Cargue de Piezas a Máquina Limpiadora (Cantidad: 100 piezas)	381	298	311	313	331	380	287	315	288	304	313	347	318,09	22%	386,07
		E2	Limpieza de Piezas	42,24	42,3	48,3	38,5	45,7	43,5	42,9	46,8	45,9	48,7	41,2	42,7	44,28	22%	324,17
		E3	Descargue de Piezas	75,5	80,2	80,5	76,8	88,5	88,3	85,4	72,6	74,9	83,3	85	85,3	75,30	22%	91,87
RECALCADORA	Tulipas	E1	Cargue de Piezas a Máquina Limpiadora (Cantidad: 80 piezas)	461	391	387	342	343	298	303	316	365	376	323	377	353,49	22%	431,25
		E2	Limpieza de Piezas	481	45,3	42,4	44	418	40,6	46	45,7	41,2	42,3	43,5	44,2	43,83	22%	3208,86
		E3	Descargue de Piezas	128	121	133	143	102	114	136	144	97,9	99,6	124	118	121,31	22%	148,00
Espigos		E1	Cargue de Piezas a Máquina Limpiadora (Cantidad: 80 piezas)	401	401	395	298	351	335	325	345	325	300	303	362	345,00	22%	420,90
		E2	Limpieza de Piezas	45	40,23	42,7	45,4	48,7	44,8	43,6	46,3	45	44,7	35,4	43,72	22%	3200,04	
		E3	Descargue de Piezas	80,7	81,2	76,5	95,3	81,8	79,7	82,5	85,5	88,9	75,9	80,1	77,7	82,15	22%	100,23
																	3.721,16	

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Juntas Fijas		E1	Transporte de Pieza Forjada a Máquina de Magnaflux (Cantidad: 1 pieza)	2,66	2,45	3,42	2,54	1,96	2,33	2,14	2,65	2,76	2,34	2,87	2,56	2,55	23%	3,13
		E2	Inspección por Magnaflux	1,68	2,12	1,68	1,43	1,69	2,84	2,54	1,54	1,89	2,04	2,28	2,11	2,00	23%	2,45
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	1,02	1,32	1,88	0,76	0,85	1,32	1,25	1,77	0,97	0,95	0,89	1,08	1,18	23%	1,45
RECALCADORA	Tulipas	E1	Transporte de Pieza Forjada a Máquina de Magnaflux (Cantidad: 1 pieza)	1,82	2,32	1,87	1,85	2,03	2,45	2,54	2,88	2,22	2,13	1,95	1,83	2,17	23%	2,67
		E2	Inspección por Magnaflux	4,56	3,86	4,11	3,56	4,32	4,25	3,69	3,87	3,89	4,35	4,38	3,67	4,05	23%	4,98
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	1,23	0,95	1,25	1,54	0,89	1,32	1,22	1,17	1,45	1,35	0,88	1,46	1,23	23%	1,51
Espigos		E1	Transporte de Pieza Forjada a Máquina de Magnaflux (Cantidad: 1 pieza)	2,02	1,83	2,23	2,14	2,01	2,56	2,34	1,95	1,88	1,67	2,55	2,69	2,16	23%	2,66
		E2	Inspección por Magnaflux	3,24	3,45	4,09	3,67	4,52	3,84	5,03	4,32	3,76	2,33	3,36	3,12	3,85	23%	4,74
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	1,54	0,97	1,37	1,55	1,38	1,29	0,94	0,85	0,78	1,02	1,13	1,47	1,19	23%	1,47
																	8,87	

ANEXO G. Tabla de Suplementos para las Celdas de Producción FORCOL LTDA.

CELDA	PUESTOS DE TRABAJO	FAMILIA	SUPLEMENTOS			
			Necesidades Personales	Fatiga	Contingencia	TOTAL
CORTE	CORTE DE FORJA	Juntas Fijas	5%	12%	2%	19%
		Tripode				
		Brida				
		Tulipas				
		Espigos				
CALENTAMIENTO	HORNO	Juntas Fijas	5%	18%	2%	25%
		Tripode				
		Brida				
		Tulipas				
		Espigos				
		Tubos				
FORJA	PRENSA 400	Juntas Fijas	5%	15%	2%	22%
		Tripode				
		Brida				
	RECALCADORA	Juntas Fijas	5%	17%	2%	24%
		Tulipas				
MAGNATEST	MAGNATEST	Espigos	5%	8%	2%	15%
		Juntas Fijas				
TRATAMIENTO TERMICO	HORNO DE NORMALIZADO	Juntas Fijas	5%	20%	2%	27%
		Tripode				
		Tulipas				
		Espigos				
LIMPIEZA	LIMPIADORA	Juntas Fijas	5%	15%	2%	22%
		Tripode				
		Tulipas				
		Espigos				
MAGNAFLUX	MAGNAFLUX	Juntas Fijas	5%	16%	2%	23%
		Tripode				
		Tulipas				
		Espigos				

ANEXO H. Comportamiento Demanda Prensa 400.

Familia	No. Parte	Descripcion	Peso Pieza	Despachos Realizados											
				Noviembre		Enero		Febrero		Marzo					
				No. Piezas	Kilogramos	No. Piezas	Kilogramos	No. Piezas	Kilogramos	No. Piezas	Kilogramos				
Juntas Fijas	F3638001T	JF R9	2,05	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1.640		
	F3638007T-1	JF Logan	2,00	10.100	20.200	5.600	11.200	8.200	16.400	10.099	20.198				
	F3638012T	JF Aveo	2,16	7.177	15.502	8.000	17.280	4.920	10.627	31	67				
Totales				17.277	35.702	13.600	28.480	13.120	27.027	10.930	21.905				
Tricetas o Tripodes	F350202T	Trip. GI 69	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	F350818T	Trip. GI 2600i	0,26	0	0	4.000	1.040	0	0	847	220				
	F350823T	Trip. GI 2000i	0,30	0	0	4.000	1.200	0	0	0	0				
	F350918T	Trip. 1700i	0,22	6.382	1.404	0	0	2.000	440	0	0				
Totales				6.382	1.404	8.000	2.240	2.000	440	847	220				
Bridas		Brida Mazda	1,52	0	0	0	0	0	0	500	760				
		Brida Q-Car	1,36	0	0	0	0	0	0	190	258				
Totales				0	0	0	0	0	0	690	1.018				
TOTALES				0	37.106	21.600	30.720	15.120	27.467	12.467	23.144				

Familia	Peso Pieza	Promedio Despachos		
		No Piezas	Porcentaje	Porcentaje
Juntas Fijas	2,07	13.732	75%	95%
Tripodes	0,26	4.307	24%	4%
Bridas	1,44	173	1%	2%
TOTAL		18.212		29985,37

ANEXO I. Tiempos de Corte y Calentamiento para los Productos de la Prensa 400.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO (Segundos)												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio							
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Calentamiento de Pieza Iniciales (Cantidad : 40 piezas)	34,76	33,85	40,32	36,41	32,94											35,62	25%	2671,2				
		E2	Calentamiento de Tocho	5,76	6,14	3,98	4,61	4,32	5,98	5,48	4,82	4,75	6,23	7,12	3,65								5,24	25%	6,55
		E3	Transporte de Tocho a Barra Transportadora	5,45	4,69	3,98	4,27	5,32	3,75	4,29	3,85	4,62	6,01	5,79	5,43								4,76	25%	5,95
			Transporte de Tocho a Barra Transportadora																	12,50					
	Tripodés	E1	Calentamiento de Pieza Iniciales (Cantidad : 20 piezas)	18,64	19,87	15,36	17,39	16,28											17,49	25%	1311,6				
E2		Calentamiento de Tocho	4,56	5,67	4,98	3,87	4,26	5,53	4,82	4,37	4,51	5,20	4,67	4,32								4,78	25%	5,98	
E3		Transporte de Tocho a Barra Transportadora	2,88	3,17	3,21	2,87	3,19	3,56	3,64	2,43	2,78	3,67	3,75	3,15								3,20	25%	4,00	
			Transporte de Tocho a Barra Transportadora																	9,98					
	Bridas	E1	Calentamiento de Flanche	180,1	192,3	195,9	204	167,3	193,8	198,8	193,7	165,9	201,7	188,7	176,3								180,83	25%	226,04
E2		Transporte de Flanche a Prensa 400	4,35	3,87	5,12	5,76	4,39	4,53	4,64	4,86	4,56	3,62	4,27	3,76									4,49	25%	5,61
			Transporte de Flanche a Prensa 400																	231,64					

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO (Segundos)												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio								
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Ubicación de Palanquillas en los Rodillos	242,6	390,7	286,2	220,6	189,4	197,6	221,0	256,4	185,2	195,8	185,3	185,9								223,93	19%	266,48	
		E2	Corte de Alineación Palanquillas (Cantidad: 2 Palanquillas)	166,4	195,5	187,2	196,5	166,5																148,42	19%	176,62
		E3	Corte de Seccion Tocho (Cantidad: 2 Unidades)	74,9	90,3	94,0	111,4	90,2	86,5	95,6	94,3	87,2	80,5	82,3	93,8									91,78	19%	109,21
		E4	Ubicación de Tocho en Caja Transportadora	34,4	39	35,1	29,4	16	10,4	6,95	5,33	8,49	9,45	8,35	5,76									7,76	19%	9,23
			Ubicación de Palanquillas en los Rodillos	50,1	49	65	165	140	165	89,8	65,9	65,6	108	67	95,4								107,71	19%	128,17	
	Tripodés	E2	Corte de Alineación Palanquillas (Cantidad: 2 Unidades)	90,1	87,5	96,2	58,4	93,2															84,86	19%	100,38	
E3		Corte de Seccion Tocho (Cantidad: 2 Unidades)	46,8	51,1	46,7	55,4	40,4	60,4	65,4	53,7	35,9	39,7	40,8	39,3									47,81	19%	56,90	
			Ubicación de Tocho en Caja Transportadora	50,8	46,8	46,3	39,8	37,0	25,7	23,8	16,5	14,3	11,8	13,8	11,5								15,25	19%	18,15	
			Ubicación de Flanches en los Rodillos	27,99	17,52	27,59	23,49	22,86	16,68	16,42	17,59	20,40	22,09	20,74	20,80								21,01	19%	25,00	
	Brida	E2	Corte de Seccion de Flanche	58,86	55,76	55,34	54,78	52,60	54,49	53,97	53,18	53,49	54,97	54,31	54,00								54,60	19%	64,88	
E3		Ubicación de Flanche en Caja Transportadora	34,4	32,2	33,3	47,5	33,7	37,4	31,6	26,46	30,4	40,5	37,4	35,0									34,98	19%	41,63	
			Ubicación de Flanche en Caja Transportadora																	131,60						

ANEXO J. Tiempos de Forja y Magnates para los Productos de la Prensa 400.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
				Tiempo de Forja														
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Transporte de Tocho a Preforma	192	3,43	3,27	3,87	1,33	1,27	2,87	1,61	1,95	2,37	2,98	1,24	2,34	22%	2,86
		E2	Realizar Preforma	3,00	3,89	4,35	3,95	3,98	4,01	3,95	3,76	4,84	3,94	4,76	4,02	4,01	22%	4,89
		E3	Realizar Extrusion de Primer Paso	5,35	3,89	5,65	8,52	4,68	4,52	9,63	4,52	9,61	7,43	6,54	8,52	6,55	22%	7,99
		E4	Realizar Extrusion de Paso Final	6,23	8,86	5,95	5,47	6,65	6,57	9,63	6,54	4,89	6,32	5,25	5,45	6,46	22%	7,88
		E5	Realizar Desbarbado	3,48	6,75	3,36	5,84	3,50	4,36	4,98	4,75	5,36	5,28	5,84	4,31	4,79	22%	5,85
		E6	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	2,54	3,85	2,98	3,54	4,23	3,87	3,87	2,21	3,45	2,98	4,26	3,56	3,43	22%	4,19
					Tiempo de Forja													33,65
	Tripodes	E1	Transporte de Tocho a Preforma	165	1,38	2,21	1,52	1,33	1,72	1,69	0,96	0,95	1,02	1,36	0,86	1,39	22%	1,69
		E2	Realizar Preforma	2,53	1,92	2,45	2,63	2,27	1,99	2,02	2,63	3,24	2,43	2,89	2,72	2,48	22%	3,02
		E3	Realizar Extrusion de Paso Final	2,28	3,23	2,97	2,03	2,83	3,54	3,21	3,98	2,56	2,57	2,98	3,04	2,94	22%	3,58
		E4	Realizar Desbarbado	198	2,22	2,09	2,85	1,93	2,38	1,95	3,01	2,32	2,45	2,74	2,76	2,34	22%	2,86
		E5	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	0,56	1,02	1,68	0,93	0,76	0,87	1,26	0,97	0,94	1,03	1,14	0,68	0,99	22%	1,20
				Tiempo de Forja													12,35	
Bridas	E1	Transporte de Flanche a Preforma	2,43	2,87	2,97	3,42	3,25	2,65	3,54	3,21	2,89	2,76	2,45	3,17	2,97	22%	3,62	
	E2	Realizar Troquelado	5,05	6,32	5,87	5,23	5,79	6,34	4,98	5,38	5,45	4,87	5,64	5,79	5,56	22%	6,78	
	E3	Realizar Punzonado	3,76	4,01	3,34	4,87	3,56	3,26	3,87	3,76	3,97	3,45	3,26	4,56	3,81	22%	4,64	
	E4	Transporte de Pieza a Caja Transportadora	1,56	2,21	1,87	2,85	1,95	2,65	1,87	2,34	2,17	2,31	1,68	1,88	2,10	22%	2,56	
				Tiempo de Forja													17,60	

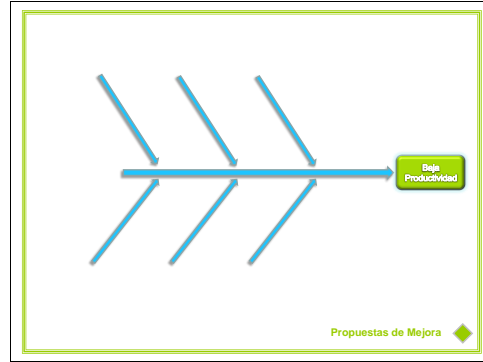
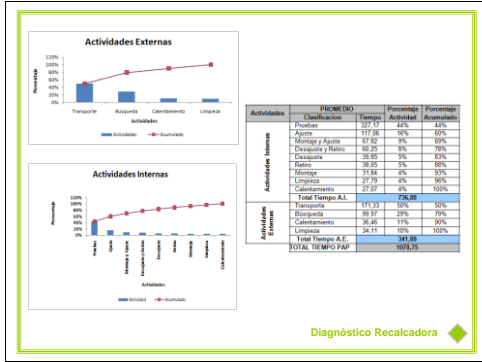
CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
				Tiempo de Magnatest														
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Transporte de Pieza Forjada a Maquina	1,74	1,89	2,02	1,85	2,06	1,56	2,15	1,87	1,93	2,23	1,78	2,45	1,96	15%	2,25
		E2	Inspeccion por Magnatest	1,30	0,68	0,98	0,77	1,32	1,06	1,45	1,56	1,53	1,33	1,84	1,93	1,31	15%	1,51
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	0,56	0,43	0,65	0,76	0,98	0,43	0,93	0,34	0,55	0,65	0,66	0,72	0,64	15%	0,73
				Tiempo de Magnatest													4,50	

ANEXO K. Tiempos de Tratamientos Térmicos, Limpieza y Magnaflux para los productos de la Prensa 400.

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Cargue de Piezas Forjadas a Bandejas (Cantidad:40 piezas)	320,8	280,6	255,9	267,1	284,5	298,6	274,9	295,3	301,9	320,4	241,8	262,7	284,53	27%	361,35
		E2	Bandeja en el Horno	360,5	349,2	361,3	340,6	351,8	363,5	364,6	365,7	346,8	346,6	348,4	347,3	349,86	27%	444,32
		E3	Enfriamiento de Piezas	120,6	98,56	105,8	110,4	112,6	95,64	126,4	95,87	104,6	89,63	95,26	104,2	104,96	27%	133,30
		E4	Descargue de Piezas Forjadas a Caja Transportadora	60,25	65,45	65,63	72,51	120,6	63,54	72,95	65,63	76,54	62,98	60,21	74,96	80,76	27%	102,57
				Tiempo de T.T.														1.041,54
PRENSA	Tripodés	E1	Cargue de Piezas Forjadas a Bandejas (Cantidad: 80 piezas)	650,4	600,5	652,6	653,36	112,4	120,6	65,63	110,2	115,6	68,74	106,9	115,5	123,63	27%	157,09
		E2	Bandeja en el Horno	320,5	330,4	344,5	300,6	321,8	325,7	317,4	305,7	344,5	316,6	316,6	316,7	319,32	27%	405,54
		E3	Enfriamiento de Piezas	41,96	62,35	74,96	65,28	95,68	88,47	75,84	68,94	74,59	62,56	64,95	71,62	72,20	27%	91,69
		E4	Descargue de Piezas Forjadas a Caja Transportadora	184,5	175,2	197,5	174,6	146,3	167,8	123,7	146,7	164,5	146,2	161,7	152,4	161,98	27%	205,72
				Tiempo de T.T.														860,04

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Cargue de Piezas a Máquina Limpiadora (Cantidad: 100 piezas)	351	299	311	313	331	360	287	316	288	304	313	347	318,69	22%	388,07
		E2	Limpieza de Piezas	42,24	42,9	49,3	39,5	45,7	43,5	42,9	46,9	46,9	46,7	41,2	42,7	44,28	22%	3241,7
		E3	Descargue de Piezas	75,5	60,3	80,5	76,8	68,5	88,3	85,4	72,6	74,9	63,3	85	85,3	75,30	22%	91,87
				Tiempo de Limpieza														3.721,11
PRENSA	Tripodés	E1	Cargue de Piezas a Máquina Limpiadora (Cantidad: 400 piezas)	251	263	293	301	295	302	299	305	313	324	285	277	290,56	22%	354,51
		E2	Limpieza de Piezas	39,5	41,3	46,4	38,6	46,7	49,3	44,6	47,3	40,6	38,4	39	42,7	42,86	22%	3137,05
		E3	Descargue de Piezas	80,9	85,3	60,8	72,5	75,5	89,7	62,7	85,4	60,1	45,1	61,3	65,5	61,13	22%	74,88
				Tiempo de Limpieza														3.566,14

CELDA	FAMILIA	ELEMENTO	OPERACIÓN	TIEMPO												SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Promedio
PRENSA	Juntas Fijas	E1	Transporte de Pieza Forjada a Máquina de Magnaflux (Cantidad: 1 pieza)	2,56	2,45	3,42	2,54	1,86	2,33	2,14	2,85	2,76	2,34	2,87	2,56	2,55	23%	3,13
		E2	Inspeccion por Magnaflux	1,98	2,12	1,88	1,43	1,69	2,34	2,54	1,54	1,99	2,04	2,28	2,11	2,00	23%	2,45
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	10,2	13,2	1,98	0,76	0,85	1,32	1,25	1,77	0,97	0,96	0,89	1,06	1,18	23%	1,45
				Tiempo de Magnaflux														7,04
PRENSA	Tripodés	E1	Transporte de Pieza Forjada a Máquina de Magnaflux (Cantidad: 5 piezas)	1,56	1,76	1,34	1,32	1,45	1,32	1,54	2,03	0,93	1,35	1,23	1,21	1,41	23%	1,74
		E2	Inspeccion por Magnaflux	1,43	1,45	2,38	1,56	2,32	2,56	1,97	2,22	2,34	1,35	2,76	2,89	2,10	23%	2,59
		E3	Transporte de Pieza Forjada a Caja Transportadora	2,12	0,95	1,28	1,35	0,87	1,65	1,43	1,38	1,56	1,35	0,98	2,56	1,51	23%	1,85
				Tiempo de Magnaflux														6,18



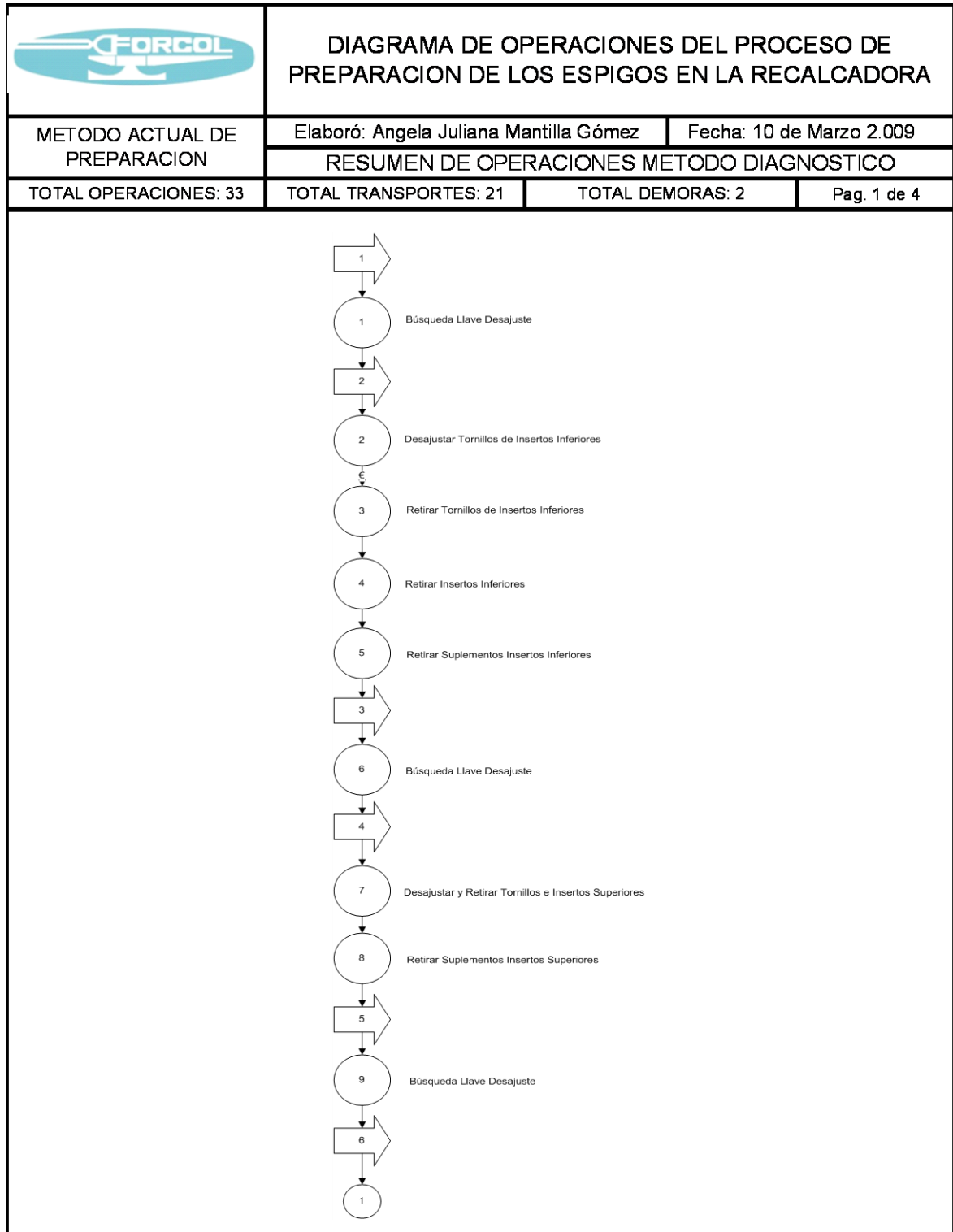
ANEXO M. Clasificación de las Diferentes actividades de la Preparación de los Espigos en la Recalcadora.

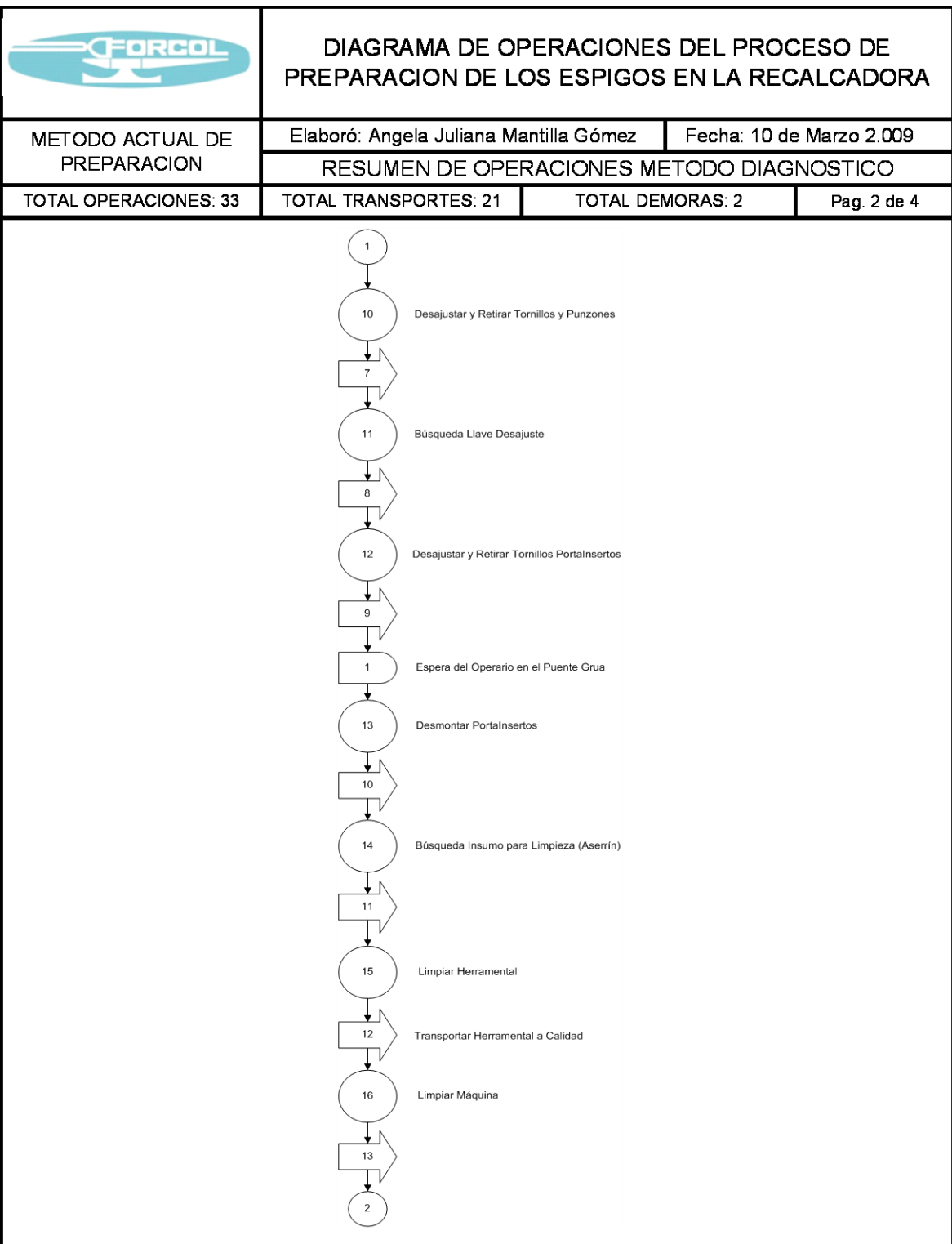
Elementos de Preparación				
Tipo	Elemento	Descripción	Inicia	Termina
Desmontaje	Elemento 1	Busqueda Herramientas para Desajuste de Tornillos de Insertos	Orden de realizar PAP por parte del LEI	Disposición de Herramientas para Desajuste
	Elemento 2	Desajuste de Tornillos de Insertos Inferiores	Disposición de Herramientas para Desajuste	Soltura del ultimo Tornillo Inserto Inferior
	Elemento 3	Desmontaje de Insertos Inferiores	Soltura Ultimo Tornillo	Desmontaje del ultimo Inserto Inferior
	Elemento 4	Retiro de Suplementos Utilizados en los Insertos Inferiores	Desmontaje del ultimo inserto inferior	Retirada del ultimo Suplemento utilizado
	Elemento 5	Desajuste de Tornillos de Insertos Superiores	Retirada del ultimo Suplemento utilizado	Soltura del ultimo Tornillo Inserto Superior
	Elemento 6	Desmontaje de Insertos Superiores	Soltura del ultimo Tornillo Superior	Desmontaje del ultimo Inserto Superior
	Elemento 7	Retiro de Suplementos Utilizados en los Insertos Superiores	Desmontaje del ultimo Inserto Superior	Retirada del ultimo Suplemento utilizado
	Elemento 8	Desajuste de Tornillos de Punzones	Retirada del ultimo Suplemento utilizado	Soltura Ultimo Tornillo Punzones
	Elemento 9	Desmontaje de Punzones	Soltura Ultimo Tornillo Punzones	Desmontaje del ultimo Punzón
	Elemento 10	Retiro de Suplementos Utilizados en los Punzones	Desmontaje del ultimo Punzón	Retirada del ultimo Suplemento utilizado
	Elemento 11	Busqueda Herramientas para Desajuste de Tornillos del Porta inserto	Retirada del ultimo Suplemento utilizado	Disposición de Herramientas para Desajuste
	Elemento 12	Desajuste de Tornillos del Porta insertos	Disposición de Herramientas para Desajuste	Soltura del Ultimo Tornillo del Porta insertos
	Elemento 13	Desmontaje del Porta insertos	Soltura del Ultimo Tornillo del Porta insertos	Ubicación del Porta insertos en el Transportador
	Elemento 14	Busqueda Aserín para Limpieza	Ubicación del Porta insertos en el Transportador	Llegada del operario con el aserín
	Elemento 15	Limpieza del Porta insertos y Herramental	Limpieza del Porta insertos y Herramental	Limpieza de la ultima pieza del Herramental
	Elemento 16	Transporte Herramental al Laboratorio de Calidad	Limpieza de la ultima pieza del Herramental	Llegada del operario a la celda de Recalcado
	Elemento 17	Limpieza de Maquinaria	Limpieza de la Maquinaria	Limpieza de la Maquina
Montaje	Elemento 18	Busqueda Porta insertos y Herramental	Limpieza de la Maquina	Llegada del operario a la celda de Recalcado
	Elemento 19	Montaje de Porta insertos	Llegada del operario a la celda de Recalcado	Ubicación del Porta insertos en la Recalcadora
	Elemento 20	Busqueda de Tornillos indicados para el Porta insertos	Ubicación del Porta insertos en la Recalcadora	Disposición de Tornillos por parte del Operario
	Elemento 21	Ajuste de Tornillos indicados Porta insertos	Disposición de Tornillos por parte del Operario	Ajuste de ultimo Tornillo del Porta insertos
	Elemento 22	Busqueda de Tornillos indicados para el Montaje de la U	Ajuste de ultimo Tornillo del Porta insertos	Disposición de Tornillos por parte del Operario
	Elemento 23	Busqueda de Suplementos arandelas necesarias para los Tornillos	Disposición de Tornillos por parte del Operario	Disposición de Suplementos por parte del Operario
	Elemento 24	Montaje de U	Disposición de Suplementos por parte del Operario	Ubicación de Montaje U en el Porta Inserto
	Elemento 25	Ajuste de Tornillos Montaje U	Ubicación de Montaje U en el Porta Inserto	Ajuste de ultimo Tornillo de la U
	Elemento 26	Busqueda de Suplementos para los Insertos Inferiores	Ajuste de ultimo Tornillo de la U	Disposición de Suplementos por parte del Operario
	Elemento 27	Montaje de Insertos Inferiores	Disposición de Suplementos por parte del Operario	Ubicación del ultimo Inserto Inferior
	Elemento 28	Ajuste de Insertos Inferiores	Ubicación del ultimo Inserto Inferior	Ajuste del ultimo Tornillo del Inserto Inferior
	Elemento 29	Busqueda de Suplementos para los Punzones	Ajuste del ultimo Tornillo del Inserto Inferior	Disposición de Suplementos por parte del Operario
	Elemento 30	Montaje de Punzones	Disposición de Suplementos por parte del Operario	Ubicación de Punzones
	Elemento 31	Ajuste de Punzones	Ubicación de Punzones	Ajuste del ultimo Tornillo de los Punzones
	Elemento 32	Alineación de Insertos Inferiores con Punzones	Ajuste del ultimo Tornillo de los Punzones	Alineación de Insertos Inferiores y Punzones
	Elemento 33	Busqueda de Suplementos para los Insertos Superiores	Alineación de Insertos Inferiores y Punzones	Disposición de Suplementos por parte del Operario
	Elemento 34	Montaje y Ajuste de los Insertos Superiores	Disposición de Suplementos por parte del Operario	Ajuste del ultimo tornillo de los Insertos Superiores
	Elemento 35	Alineación de Insertos Inferiores con Superiores	Ajuste del ultimo tornillo de los Insertos Superiores	Alineación de Insertos Inferiores y Superiores
	Elemento 36	Alineación del Porta insertos y los Punzones	Alineación de Insertos Inferiores y Superiores	Alineación del Porta insertos y los Punzones
	Elemento 37	Encendido del Horno	Alineación de Porta insertos y los Punzones	Encendido de Horno
	Elemento 38	Calentamiento del Herramental	Encendido de Horno	Temperatura optima del Horno y del Herramental
	Elemento 39	Pruebas	Temperatura optima del Horno y del Herramental	Llegada del Operario del Laboratorio de Calidad
	Elemento 40	Ajustes a las Especificaciones	Llegada del Operario del Laboratorio de Calidad	Inicio de Primera Pieza Buena

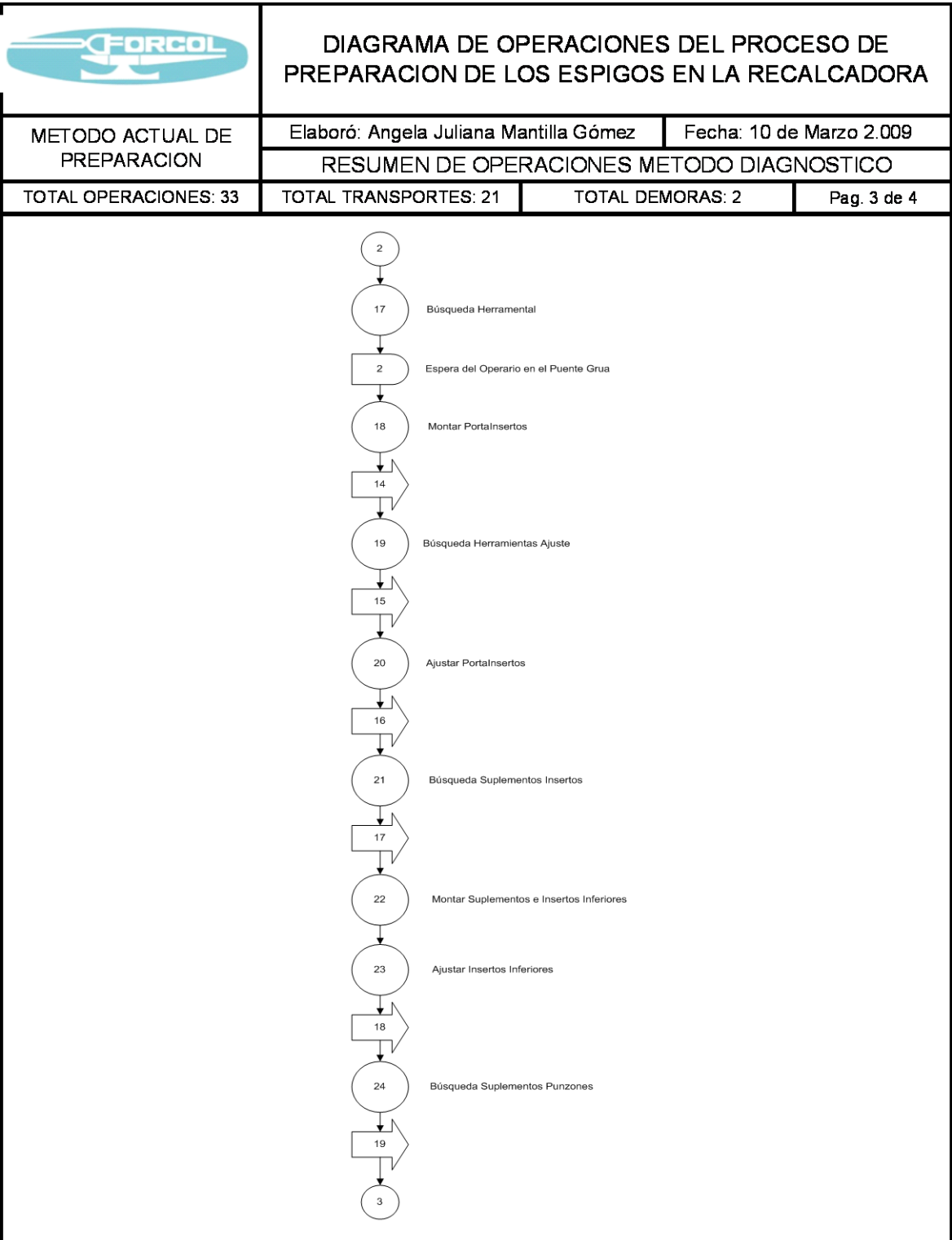
ANEXO N. Clasificación de las Diferentes actividades de la Preparación de las Juntas Fijas en la Prensa 400.

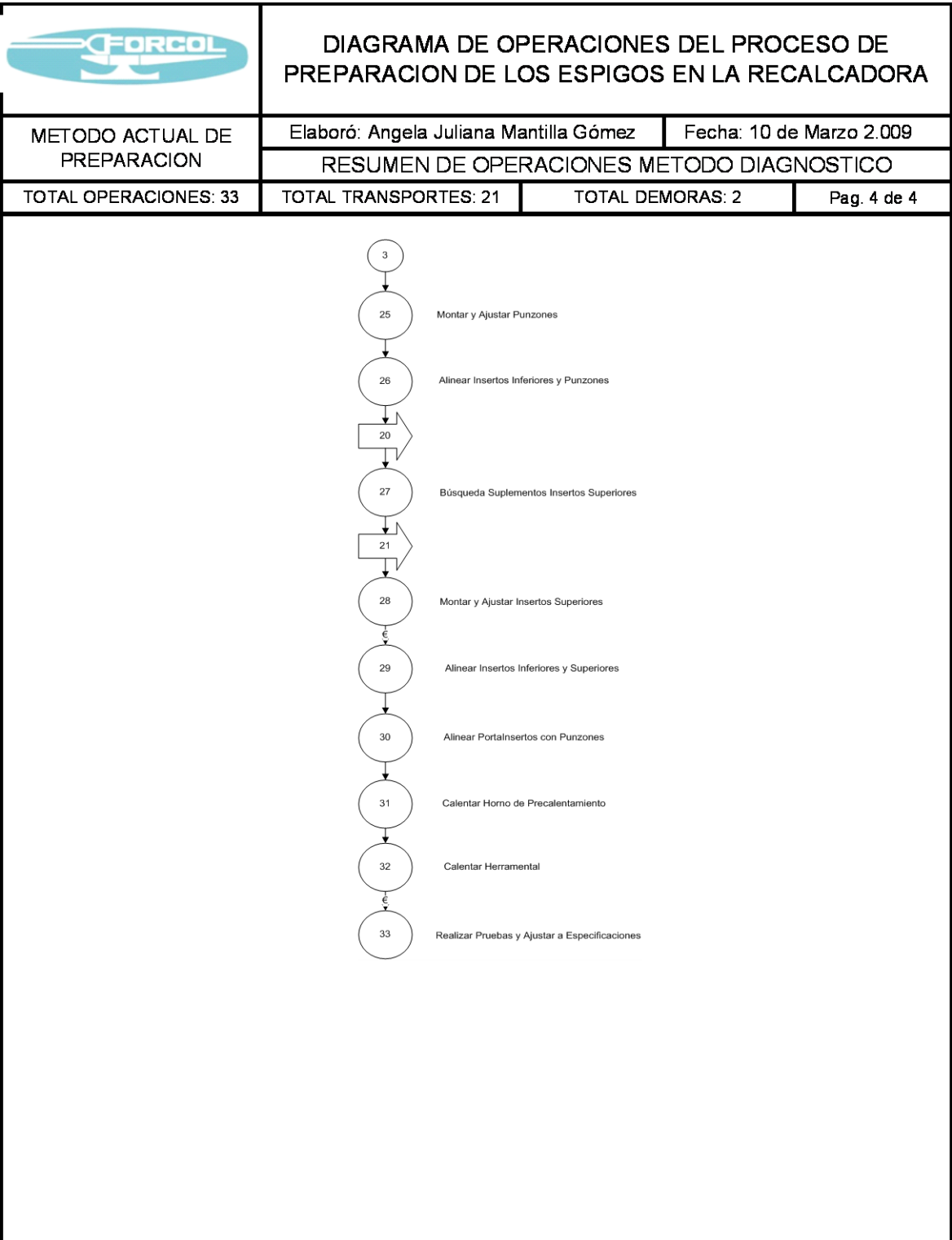
Elementos de Preparación				
Tipo	Elemento	Descripción	Inicia	Termina
Desmontaje	Elemento 1	Búsqueda Herramientas para Desajuste de Tornillos de los Anillos	Orden de Realizar PAP por parte de LET	Disposición de Herramientas por Parte del Operario
	Elemento 2	Desajuste de Tornillos de los Anillos	Disposición de Herramientas por Parte del Operario	Desajuste del Último Tornillo de Anillos
	Elemento 3	Desmontaje de Anillos	Desajuste del Último Tornillo de Anillos	Retiro del Último Anillo
	Elemento 4	Retiro de Suplementos Utilizados en los Anillos	Retiro del Último Anillo	Retiro del Último Suplemento
	Elemento 5	Desajuste de Tornillos de los Punzones	Retiro del Último Suplemento	Retiro del Último Tornillo de los Punzones
	Elemento 6	Desmontaje de Punzones	Retiro del Último Tornillo de los Punzones	Retiro del Punzon de Desbarbado
	Elemento 7	Retiro de Suplementos Utilizados en los Punzones	Retiro del Punzon de Desbarbado	Retiro del Último Suplemento utilizado
	Elemento 8	Búsqueda Herramientas para Desajuste de Tornillos del PortaHerramental	Retiro de Suplementos Utilizados en los Punzones	Llegada a la Máquina con la Herramienta
	Elemento 9	Desajuste de Tornillos del PortaHerramental	Retiro de Tornillos del PortaHerramental	Desajuste del Último Tornillo de PortaHerramental
	Elemento 10	Desmontaje del Porta Herramental	Llegada a la Máquina con la Herramienta	Retirada del Herramental de la Máquina
	Elemento 11	Búsqueda Aserín para Limpieza	Desajuste del Último Tornillo de la Máquina	Llegada a la Máquina con el Aserín
	Elemento 12	Limpieza del PortaHerramental, Anillos y Punzones	Retirada del Herramental de la Máquina	Limpieza del Último de los Herramentales
	Elemento 13	Transporte Herramental al Laboratorio de Calidad	Limpieza del Último de los Herramentales	Entrega de Herramentales en el Laboratorio
	Elemento 14	Limpieza de Maquinaria	Entrega de Herramentales en el Laboratorio	Limpieza de Máquina
Montaje	Elemento 15	Búsqueda PortaHerramental y Herramental	Limpieza de Máquina	Llegada a la Máquina con el Herramental a montar
	Elemento 16	Montaje de PortaHerramental	Llegada a la Máquina con el Herramental a montar	Herramental Montado en la Máquina
	Elemento 17	Búsqueda de Tornillos Indicados para el PortaHerramental	Herramental Montado en la Máquina	Llegada a la Máquina con Tornillos Indicados
	Elemento 18	Ajuste de Tornillos del PortaHerramental	Llegada a la Máquina con Tornillos Indicados	Ajuste del Último Tornillo del PortaHerramental
	Elemento 19	Búsqueda de Suplementos para los Anillos	Ajuste del Último Tornillo del PortaHerramental	Llegada a la Máquina con Suplementos Indicados
	Elemento 20	Búsqueda de Tornillos para los Anillos	Llegada a la Máquina con Suplementos Indicados	Llegada a la Máquina con Tornillos Indicados
	Elemento 21	Montaje de Anillos	Llegada a la Máquina con Tornillos Indicados	Montaje del Último de los Anillos
	Elemento 22	Ajuste de los Anillos	Montaje del Último de los Anillos	Ajuste del Último de los Tornillos de los Anillos
	Elemento 23	Búsqueda de Suplementos para los Punzones	Ajuste del Último de los Tornillos de los Anillos	Llegada a la Máquina con Suplementos Indicados
	Elemento 24	Búsqueda de Tornillos para los Punzones	Llegada a la Máquina con Suplementos Indicados	Llegada a la Máquina con Tornillos Indicados
	Elemento 25	Montaje de Punzones	Llegada a la Máquina con Tornillos Indicados	Montaje del Último de los Punzones
	Elemento 26	Ajuste de Punzones	Montaje del Último de los Punzones	Ajuste del Último Tornillo de los Punzones
	Elemento 27	Alineación de Anillos con Punzones	Ajuste del Último Tornillo de los Punzones	Alineación de la Parte Superior con la Inferior
	Elemento 28	Calentamiento del Horno	Alineación de la Parte Superior con la Inferior	Horno Listo para Ingresar los Tochos de Prueba
	Elemento 29	Calentamiento del Herramental	Horno Listo para Ingresar los Tochos de Prueba	Herramental Listo para empezar a Forjar
	Elemento 30	Puebas	Herramental Listo para empezar a Forjar	Toma de Especificaciones
	Elemento 31	Ajustes a las Especificaciones	Toma de Especificaciones	Inicio de Primera Pieza Buena

ANEXO O. Diagrama de Operaciones para el Diagnostico del Espigo en la Recalcadora.









ANEXO P. Método de Trabajo y Tiempos para los Espigos en la Recalcadora.

	Actividad	Tiempo (Minutos)	Clasificación	
			A. Externa	A. Interna
DESMONTAJE	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	4,32	Transporte	
	Búsqueda de Herramientas para Desajustar Tornillos	10,54	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	1,93	Transporte	
	Desajuste de Tornillos de Insertos Inferiores	25,43		Desajuste
	Retiro de Tornillos de Insertos Inferiores	6,45		Retiro
	Desmontaje de Insertos Inferiores	8,38		Retiro
	Retiro de Suplementos Utilizados en los Insertos Inferiores	15,82		Retiro
	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	4,56	Transporte	
	Búsqueda de Herramientas para Desajustar Tornillos	5,56	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	6,87	Transporte	
	Desajuste y Retiro de 2 Tornillos y del Inserto de Primer Paso	12,34		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Inserto de Segundo Paso	17,85		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Inserto de Paso Final	14,93		Desajuste y Retiro
	Retiro de Suplementos Utilizados en los Insertos Superiores	8,34		Retiro
	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	5,57	Transporte	
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Punzon del Primero Paso	15,65		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Punzon del Segundo Paso	17,81		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Punzon del Paso Final	11,95		Desajuste y Retiro
	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	2,37	Transporte	
	Búsqueda de Herramientas para Desajustar Tornillos	5,04	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	4,23	Transporte	
	Desajuste de Tornillos del Portalinsertos	24,59		Desajuste
	Transporte de Colaborador al Puente Grúa	10,43	Transporte	
	Desplazamiento del Puente Grúa a la Celda de Recalcado	5,43	Transporte	
	Desmontaje del Portalinsertos	7,34		Retiro
	Transporte de Búsqueda de Insumo para la Limpieza	7,64	Transporte	
	Búsqueda de Aserin para la Limpieza	3,56	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	10,43	Transporte	
	Limpieza del Portalinsertos y del Herramental	34,68	Limpieza	
	Transporte de Herramental al Laboratorio de Calidad	15,45	Transporte	
	Limpieza de la Maquina	29,86		Limpieza
	MONTAJE	Transporte de Búsqueda del Herramental a Montar	24,61	Transporte
Búsqueda de Herramental		12,35	Búsqueda	
Transporte de Herramental a la Celda de Recalcado		18,79	Transporte	
Transporte de Colaborador al Puente Grúa		15,67	Transporte	
Desplazamiento del Puente Grúa a la Celda de Recalcado		4,89	Transporte	
Montaje del Porta Insertos		16,74		Montaje
Búsqueda de Tornillos Indicados para el Portalinsertos		8,75	Búsqueda	
Ajuste de Tornillos para el Portalinsertos		24,51		Ajuste
Transporte de Búsqueda de Suplementos para Insertos Inferiores		15,87	Transporte	
Búsqueda de Suplementos para Insertos Inferiores		3,55	Búsqueda	
Regreso a la Máquina		12,65	Transporte	
Montaje de Suplementos e Insertos Inferiores		22,33		Montaje
Ajuste de Tornillos para los Insertos Inferiores		16,78		Ajuste
Transporte de Búsqueda de Suplementos para Punzones		6,82	Transporte	
Búsqueda de Suplementos para Punzones		4,02	Búsqueda	
Regreso a la Máquina		5,45	Transporte	
Montaje del Punzon del Primer Paso		8,71		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon del Segundo Paso		15,67		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon del Paso Final		16,83		Montaje y Ajuste
Alineacion de Insertos Inferiores con los Punzones		20,48		Ajuste
Transporte de Búsqueda de Suplementos para Insertos Superiores		6,05	Transporte	
Búsqueda de Suplementos para Insertos Superiores		4,34	Búsqueda	
Regreso a la Máquina		3,92	Transporte	
Montaje y Ajuste de Suplementos, Inserto de Primero Paso y de 2		12,36		Montaje y Ajuste
Montaje y Ajuste de Suplementos, Inserto de Segundo Paso y de 1		15,86		Montaje y Ajuste
Montaje y Ajuste de Suplementos, Inserto de Paso Final y de 1 To		18,94		Montaje y Ajuste
Alineacion de Insertos Inferiores con Insertos Superiores		24,75		Ajuste
Alineacion de Portalinsertos y Punzones		19,56		Ajuste
Calentamiento del Horno		36,48	Calentamiento	
Calentamiento del Herramental		25,87		Calentamiento
Pruebas y Ajustes a las Especificaciones		467,93		Pruebas

ANEXO Q. Clasificación Actividades Internas y Externas para los Espigos en la Recaladora.

Actividades	Clasificación	Tiempo	Porcentaje Actividad	Porcentaje Acumulado
Actividades Internas	Pruebas	467,93	50%	50%
	Ajuste	106,08	11%	61%
	Desajuste y Retiro	90,53	10%	70%
	Montaje y Ajuste	88,37	9%	80%
	Desajuste	50,02	5%	85%
	Retiro	46,33	5%	90%
	Montaje	39,07	4%	94%
	Limpieza	29,86	3%	97%
	Calentamiento	25,87	3%	100%
	Total Tiempo A.I.		944,06	
Actividades Externas	Transporte	193,95	60%	60%
	Búsqueda	57,71	18%	78%
	Calentamiento	36,48	11%	89%
	Limpieza	34,68	11%	100%
	Total Tiempo A.E.		322,82	
TOTAL TIEMPO PAP		1266,88		

Clasificación	Tiempo	Actividad	Porcentaje PAP	Porcentaje Acumulado
Pruebas	467,93	Interna	37%	37%
Transporte	193,95	Externa	15%	52%
Ajuste	106,08	Interna	8%	61%
Desajuste y Retiro	90,53	Interna	7%	68%
Montaje y Ajuste	88,37	Interna	7%	75%
Búsqueda	57,71	Externa	5%	79%
Desajuste	50,02	Interna	4%	83%
Retiro	46,33	Interna	4%	87%
Montaje	39,07	Interna	3%	90%
Calentamiento	36,48	Externa	3%	93%
Limpieza	34,68	Externa	3%	96%
Limpieza	29,86	Interna	2%	98%
Calentamiento	25,87	Interna	2%	100%
TOTAL TIEMPO PAP			1266,88	

ANEXO R. Diagrama de Operaciones para el Diagnostico de las Juntas Fijas en la Prensa 400.

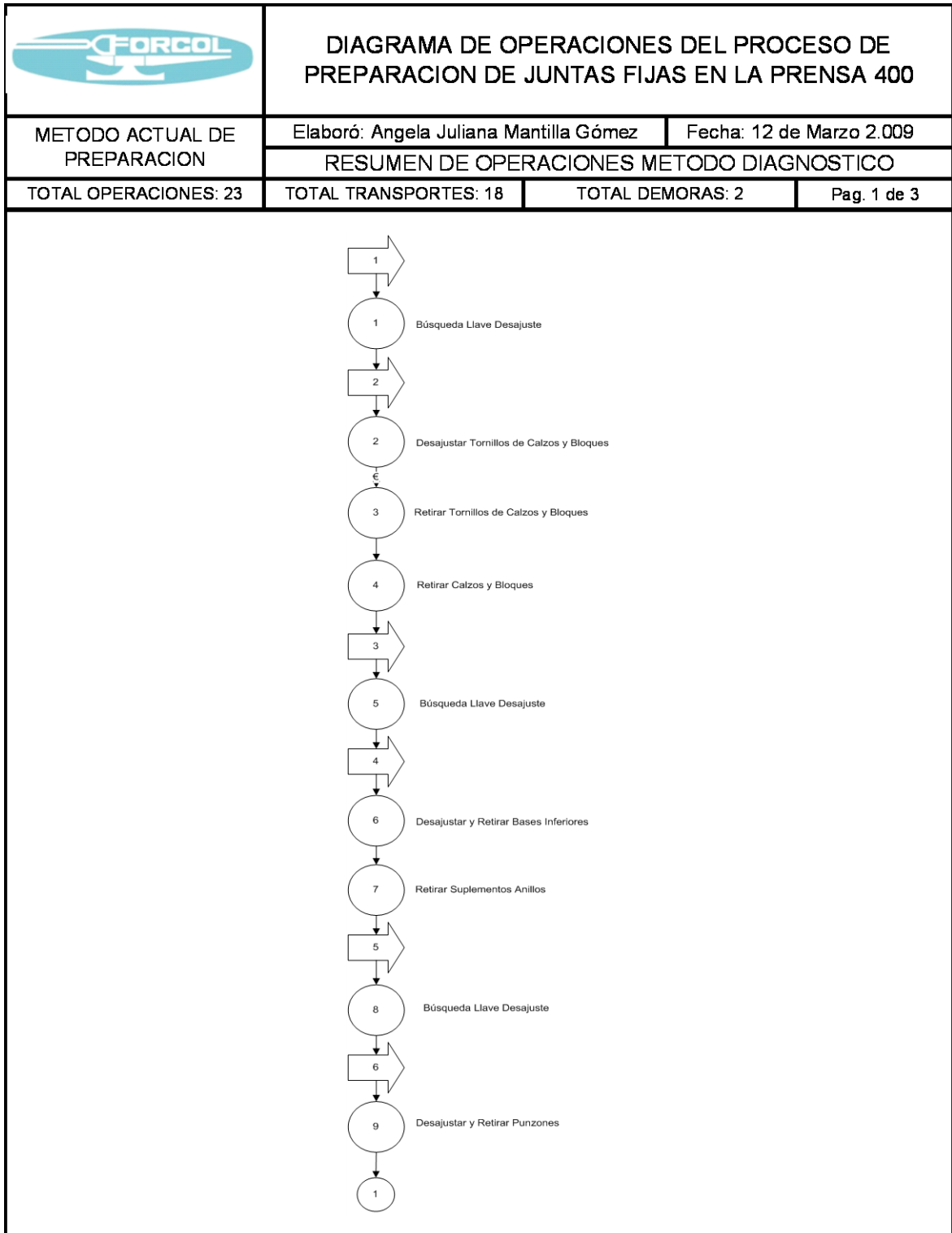




DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PREPARACION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

METODO ACTUAL DE PREPARACION

Elaboró: Angela Juliana Mantilla Gómez

Fecha: 12 de Marzo 2.009

RESUMEN DE OPERACIONES METODO DIAGNOSTICO

TOTAL OPERACIONES: 23

TOTAL TRANSPORTES: 18

TOTAL DEMORAS: 2

Pag. 2 de 3

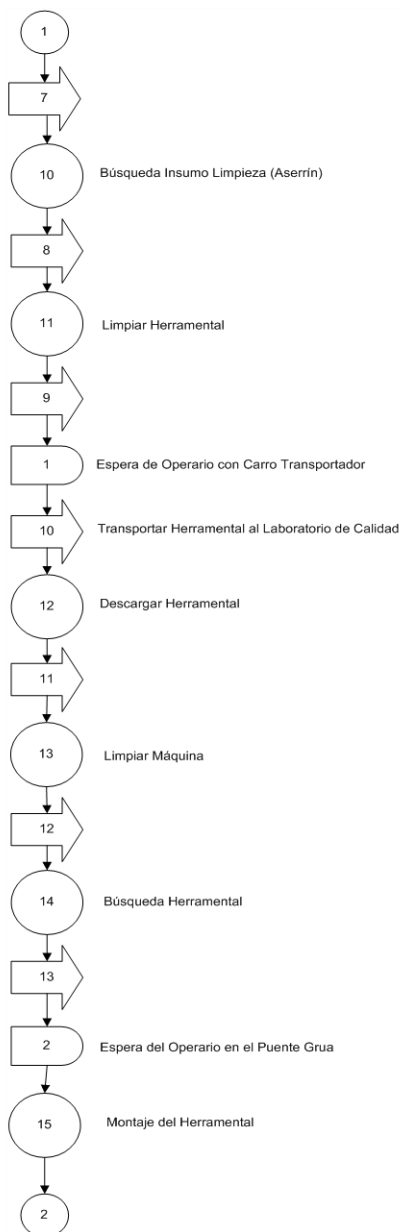




DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PREPARACION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

METODO ACTUAL DE PREPARACION

Elaboró: Angela Juliana Mantilla Gómez

Fecha: 12 de Marzo 2.009

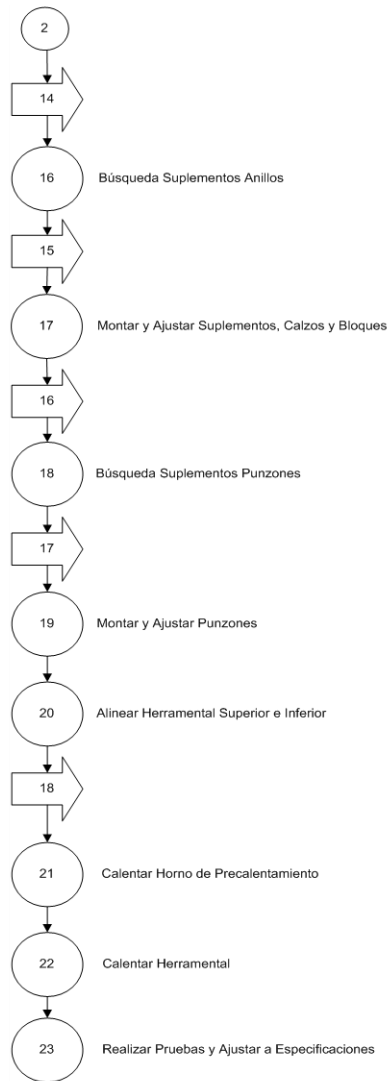
RESUMEN DE OPERACIONES METODO DIAGNOSTICO

TOTAL OPERACIONES: 23

TOTAL TRANSPORTES: 18

TOTAL DEMORAS: 2

Pag. 3 de 3



ANEXO S. Método de Trabajo y Tiempos para las Juntas Fijas en la Prensa

400.

	Actividad	Tiempo	Clasificación	
		(Minutos)	A. Externa	A. Interna
DESMONTAJE	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	1,55	Transporte	
	Búsqueda de Herramientas para Desajustar Tornillos	6,87	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	4,51	Transporte	
	Desajuste de Tornillos de Calzos y Bloques	22,69		Desajuste
	Retiro de Tornillos de Calzos y Bloques	14,56		Retiro
	Desmontaje de Calzos y Bloques	26,39		Retiro
	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	2,98	Transporte	
	Búsqueda de Herramientas para Desajustar Tornillos	8,95	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	5,46	Transporte	
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Bloque de Preforma	2,65		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 2 Tornillos y de la Tapa del Primer Paso	4,72		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 2 Tornillos y de la Tapa del Paso Final	6,35		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y de la Cuchilla de Desbarbado	5,74		Desajuste y Retiro
	Retiro de Suplementos Utilizados en los Anillos de Primer y Paso Final	2,58		Retiro
	Transporte de Búsqueda Herramientas en la Celda	1,68	Transporte	
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y de la Preforma Superior	12,65		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Punzon del Primer Paso	25,68		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Punzon del Paso Final	19,45		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Punzon de Desbarbado	19,86		Desajuste y Retiro
	MONTAJE	Transporte de Búsqueda del Herramental a Montar	20,41	Transporte
Búsqueda de Herramental		17,86	Búsqueda	
Transporte de Herramental a la Celda de Prensa 400		16,49	Transporte	
Transporte de Colaborador al Puente Grúa		21,64	Transporte	
Desplazamiento del Puente Grúa a la Celda de Prensa 400		6,87	Transporte	
Montaje del Herramental		9,67		Montaje
Búsqueda de Tornillos Indicados para la Placa Superior		22,38	Búsqueda	
Ajuste de Tornillos para de la Placa Superior		38,95		Ajuste
Transporte de Búsqueda de Suplementos para Anillos		13,89	Transporte	
Búsqueda de Suplementos para Anillos		25,68	Búsqueda	
Regreso a la Máquina		8,92	Transporte	
Montaje de Suplementos, Calzos y Bloques		32,48		Montaje
Ajuste de Tornillos para los Calzos y Bloques		29,41		Ajuste
Transporte de Búsqueda de Suplementos para Punzones		6,42	Transporte	
Búsqueda de Suplementos para Punzones		14,25	Búsqueda	
Regreso a la Máquina		8,94	Transporte	
Montaje del Bloque de Preforma		16,74		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon del Primer Paso		22,81		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon del Paso Final		18,64		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon de Besbarbado		15,37		Montaje y Ajuste
Alineación de Herramental Inferior con Superior	11,92		Ajuste	
Calentamiento del Horno	37,85	Calentamiento		
Calentamiento del Herramental	40,62		Calentamiento	
Pruebas y Ajustes a las Especificaciones	234,83		Pruebas	

ANEXO T. Clasificación Actividades Internas y Externas para las Juntas Fijas en la Prensa 400.

Actividades	Clasificación	Tiempo	Porcentaje Actividad	Porcentaje Acumulado	
Actividades Internas	Pruebas	234,83	35%	35%	
	Desajuste y Retiro	97,10	15%	50%	
	Ajuste	80,28	12%	62%	
	Montaje y Ajuste	73,56	11%	73%	
	Retiro	43,53	7%	80%	
	Montaje	42,15	6%	86%	
	Calentamiento	40,62	6%	92%	
	Limpieza	28,53	4%	97%	
	Desajuste	22,69	3%	100%	
	Total Tiempo A.I.	663,29			
Actividades Externas	Transporte	172,39	50%	50%	
	Búsqueda	101,46	29%	79%	
	Calentamiento	37,85	11%	90%	
	Limpieza	35,68	10%	100%	
	Total Tiempo A.E.	347,38			
	TOTAL TIEMPO PAP	1010,67			

Clasificación	Tiempo	Actividad	Porcentaje PAP	Porcentaje Acumulado
Pruebas	234,83	Interna	23%	23%
Transporte	172,39	Externa	17%	40%
Búsqueda	101,46	Externa	10%	50%
Desajuste y Retiro	97,1	Interna	10%	60%
Ajuste	80,28	Interna	8%	68%
Montaje y Ajuste	73,56	Interna	7%	75%
Retiro	43,53	Interna	4%	79%
Montaje	42,15	Interna	4%	84%
Calentamiento	40,62	Interna	4%	88%
Calentamiento	37,85	Externa	4%	91%
Limpieza	35,68	Externa	4%	95%
Limpieza	28,53	Interna	3%	98%
Desajuste	22,69	Interna	2%	100%
TOTAL TIEMPO PAP	1010,67			

ANEXO U. Propuesta Método de Trabajo y Tiempos para los Espigos en la Recalcadora.

	Actividad	Tiempo (Minutos)	Clasificacion	
			A. Externa	A. Interna
DESMONTAJE	Transporte de Búsqueda Lista de Chequeo y Carro de PAP	4,91	Transporte	
	Búsqueda de Lista de Chequeo y Carro PAP	6,72	Búsqueda	
	Transporte Laboratorio de Calidad	2,67	Transporte	
	Búsqueda Herramental a Montar	8,79	Búsqueda	
	Transporte Almacen de Herramientas y Tornillos	6,45	Transporte	
	Búsqueda de Llaves y Tornillos PAP	12,37	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	6,59		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 2 Tornillos y del Inserto de Primer Paso	11,87		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Inserto de Segundo Paso	9,45		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Inserto de Paso Final	13,92		Desajuste y Retiro
	Retiro de Suplementos Utilizados en los Insertos Superiores	7,43		Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Punzon del Primero Paso	14,36		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Punzon del Segundo Paso	16,72		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 1 Tornillo y del Punzon del Paso Final	13,67		Desajuste y Retiro
	Desajuste de Tornillos del Portalinsertos	18,95		Desajuste
	Transporte de Colaborador al Puente Grúa	3,87	Transporte	
	Desplazamiento del Puente Grúa a la Celda de Recalcado	7,61	Transporte	
	MONTAJE	Desmontaje del Portalinsertos	8,36	
Limpieza del Portalinsertos y del Herramental		28,34	Limpieza	
Limpieza de la Máquina		25,76		Limpieza
Montaje del Porta Insertos		14,48		Montaje
Ajuste de Tornillos para el Portalinsertos		22,37		Ajuste
Montaje de Suplementos e Insertos Inferiores		17,84		Montaje
Ajuste de Tornillos para los Insertos Inferiores		14,33		Ajuste
Montaje del Punzon del Primer Paso		9,63		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon del Segundo Paso		11,34		Montaje y Ajuste
Montaje del Punzon del Paso Final		12,86		Montaje y Ajuste
Alineacion de Insertos Inferiores con los Punzones		21,05		Ajuste
Montaje y Ajuste de Suplementos, Inserto de Primero Paso y de 2 Tornillos		12,73		Montaje y Ajuste
Montaje y Ajuste deSuplementos, Inserto de Segundo Paso y de 1 Tornillo		19,87		Montaje y Ajuste
Montaje y Ajuste de Suplementos, Inserto de Paso Final y de 1 Tornillo		14,65		Montaje y Ajuste
Calentamiento del Horno	26,49	Calentamiento		
Alineacion de Insertos Inferiores con Insertos Superiores	23,83		Ajuste	
Alineacion de Portalinsertos y Punzones	15,88		Ajuste	
Calentamiento del Herramental	27,81		Calentamiento	
Pruebas y Ajustes a las Especificaciones	102,34		Pruebas	

ANEXO V. Diagrama de Operaciones para la Validación del Espigo en la Recalcadora.

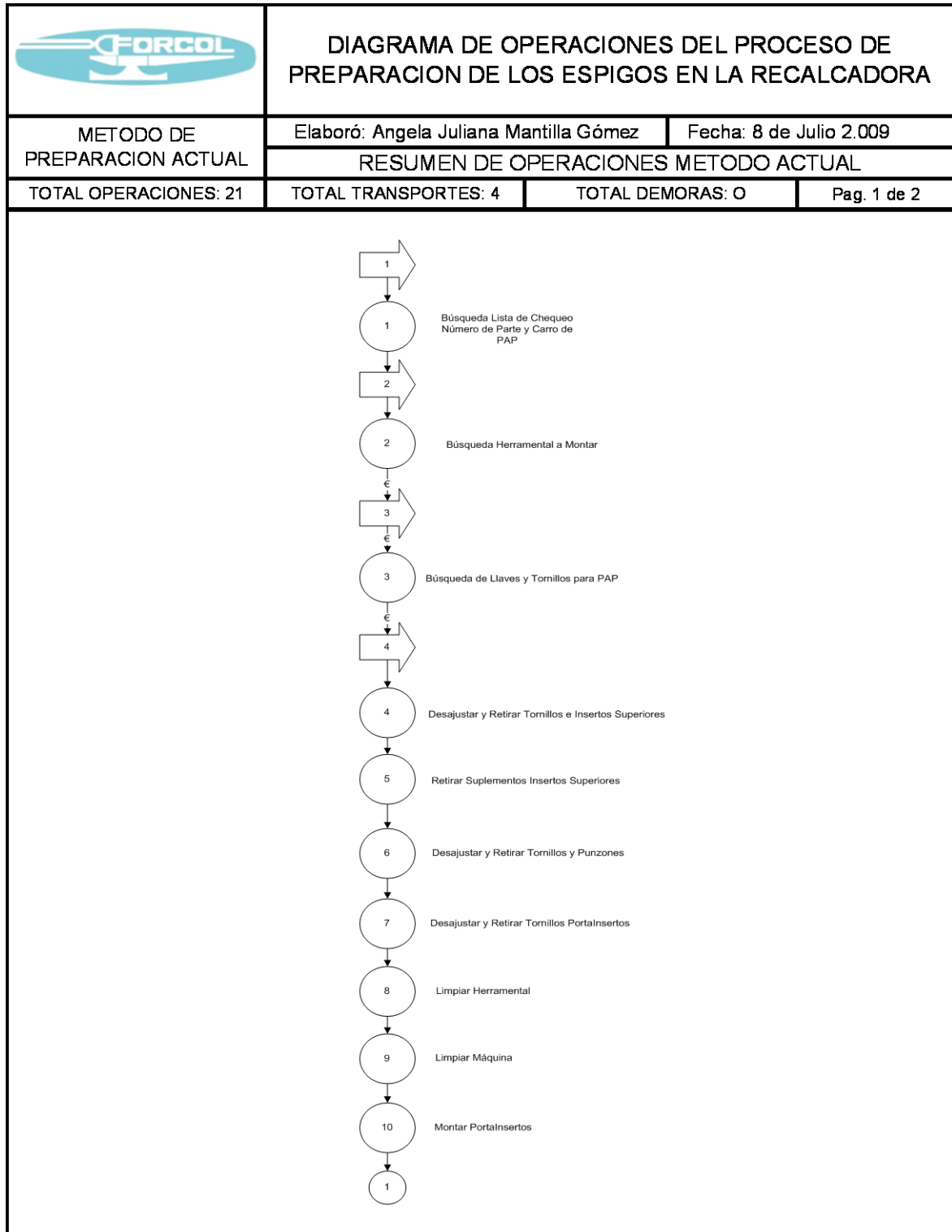




DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PREPARACION DE LOS ESPIGOS EN LA RECALCADORA

METODO DE PREPARACION ACTUAL

Elaboró: Angela Juliana Mantilla Gómez

Fecha: 8 de Julio 2.009

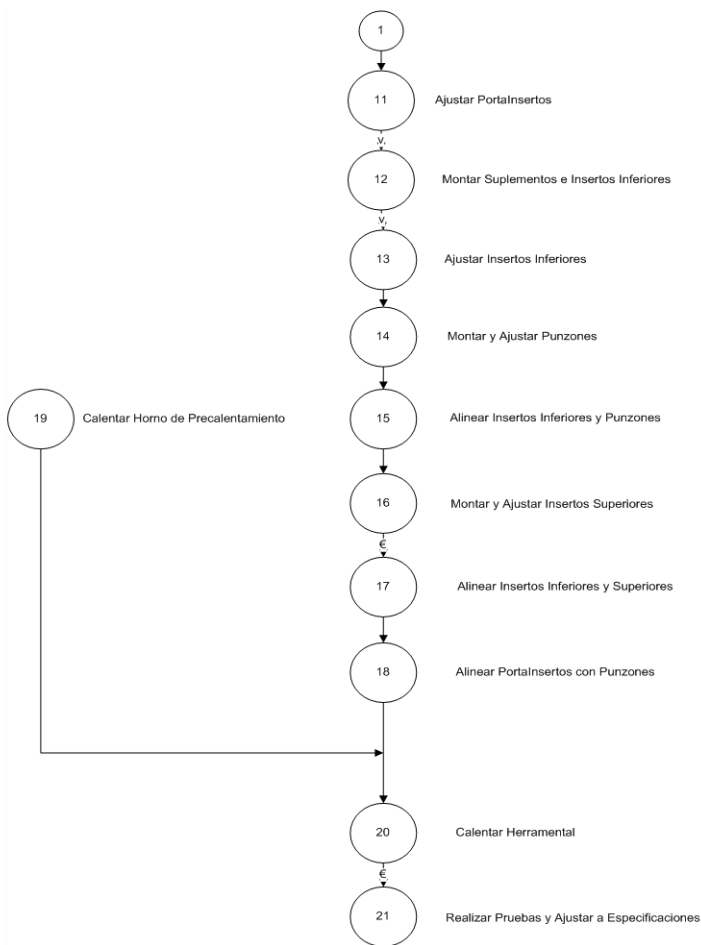
RESUMEN DE OPERACIONES METODO ACTUAL

TOTAL OPERACIONES: 21

TOTAL TRANSPORTES: 4

TOTAL DEMORAS: 0

Pag. 2 de 2



ANEXO W. Reducción de Tiempos para las Actividades establecidas en los Espigos de la Recalcadora.

Actividades	Clasificacion	Tiempo	Porcentaje Actividad	Porcentaje Acumulado
Actividades Internas	Pruebas	102,34	21%	21%
	Ajuste	97,46	20%	41%
	Desajuste y Retiro	86,58	18%	59%
	Montaje y Ajuste	81,08	17%	75%
	Montaje	32,32	7%	82%
	Calentamiento	27,81	6%	88%
	Limpieza	25,76	5%	93%
	Desajuste	18,95	4%	97%
	Retiro	15,79	3%	100%
	Total Tiempo A.I.	488,09		
Actividades Externas	Limpieza	28,34	26%	26%
	Búsqueda	27,88	26%	52%
	Calentamiento	26,49	24%	76%
	Transporte	25,51	24%	100%
	Total Tiempo A.E.	108,22		
TOTAL TIEMPO PAP	596,31			

Clasificacion	Tiempo	Actividad	Porcentaje PAP	Porcentaje Acumulado
Pruebas	102,34	Interna	17%	17%
Ajuste	97,46	Interna	16%	34%
Desajuste y Retiro	86,58	Interna	15%	48%
Montaje y Ajuste	81,08	Interna	14%	62%
Montaje	32,32	Interna	5%	67%
Limpieza	28,34	Externa	5%	72%
Búsqueda	27,88	Externa	5%	76%
Calentamiento	27,81	Interna	5%	81%
Calentamiento	26,49	Externa	4%	86%
Limpieza	25,76	Interna	4%	90%
Transporte	25,51	Externa	4%	94%
Desajuste	18,95	Interna	3%	97%
Retiro	15,79	Interna	3%	100%
TOTAL TIEMPO PAP	596,31			

Actividades	Clasificacion	Tiempo Diagnostico	Tiempo Validacion	Reduccion	Porcentaje
Actividades Internas	Pruebas	467,93	102,34	-365,59	-78%
	Ajuste	106,08	97,46	-8,62	-8%
	Desajuste y Retiro	90,53	86,58	-3,95	-4%
	Montaje y Ajuste	88,37	81,08	-7,29	-8%
	Montaje	39,07	32,32	-6,75	-17%
	Calentamiento	25,87	27,81	1,94	7%
	Limpieza	29,85	25,76	-4,09	-14%
	Desajuste	50,02	18,95	-31,07	-62%
	Retiro	46,33	15,79	-30,54	-66%
	Total Tiempo A.I.	944,05	488,09	-455,96	-48%
Actividades Externas	Limpieza	34,68	28,34	-6,34	-18%
	Búsqueda	57,71	27,88	-29,83	-52%
	Calentamiento	36,48	26,49	-9,99	-27%
	Transporte	193,95	25,51	-168,44	-87%
	Total Tiempo A.E.	322,82	108,22	-214,6	-66,48%
TOTAL TIEMPO PAP	1266,87	596,31	-670,56	-52,93%	

ANEXO X. Propuesta Método de Trabajo y Tiempos para las Juntas Fijas de la Prensa 400.

	Actividad	Tiempo	Clasificación	
		(Minutos)	A. Externa	A. Interna
DESMONTAJE	Transporte de Búsqueda Lista de Chequeo y Carro de PAP	5,21		
	Búsqueda de Lista de Chequeo y Carro PAP	4,37		
	Transporte Laboratorio de Calidad	6,43		
	Búsqueda Herramental a Montar	5,95		
	Transporte Almacén de Herramientas y Tornillos	7,83	Transporte	
	Búsqueda de Llaves y Tornillos PAP	15,62	Búsqueda	
	Regreso a la Máquina	3,86	Transporte	
	Desajuste de Tornillos de Calzos y Bloques	15,67		Desajuste
	Retiro de Tornillos de Calzos y Bloques	12,87		Retiro
	Desmontaje de Calzos y Bloques	19,69		Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Bloque de Preforma	2,45		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 2 Tornillos y de la Tapa del Primer Paso	3,48		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 2 Tornillos y de la Tapa del Paso Final	6,05		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y de la Cuchilla de Desbarbado	3,97		Desajuste y Retiro
	Retiro de Suplementos Utilizados en los Anillos de Primer y Paso Final	1,52		Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y de la Preforma Superior	10,71		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Punzón del Primer Paso	18,45		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Punzón del Paso Final	15,63		Desajuste y Retiro
	Desajuste y Retiro de 4 Tornillos y del Punzón de Desbarbado	16,72		Desajuste y Retiro
Limpieza del Calzos, Porta Punzones, Punzones, Anillos y Tapas	33,54	Limpieza		
Limpieza de la Máquina	23,45		Limpieza	
MONTAJE	Montaje del Herramental	5,45		Montaje
	Ajuste de Tornillos para de la Placa Superior	28,76		Ajuste
	Montaje de Suplementos, Calzos y Bloques	22,34		Montaje
	Ajuste de Tornillos para los Calzos y Bloques	17,58		Ajuste
	Montaje del Bloque de Preforma	14,87		Montaje y Ajuste
	Montaje del Punzón del Primer Paso	16,45		Montaje y Ajuste
	Montaje del Punzón del Paso Final	11,88		Montaje y Ajuste
	Montaje del Punzón de Besbarbado	13,62		Montaje y Ajuste
	Alineación de Herramental Inferior con Superior	8,76		Ajuste
	Calentamiento del Horno	37,56	Calentamiento	
	Calentamiento del Herramental	36,92		Calentamiento
	Pruebas y Ajustes a las Especificaciones	60,36		Pruebas

ANEXO Y. Diagrama de Operaciones para la Validación de las Juntas Fijas en la Prensa 400.

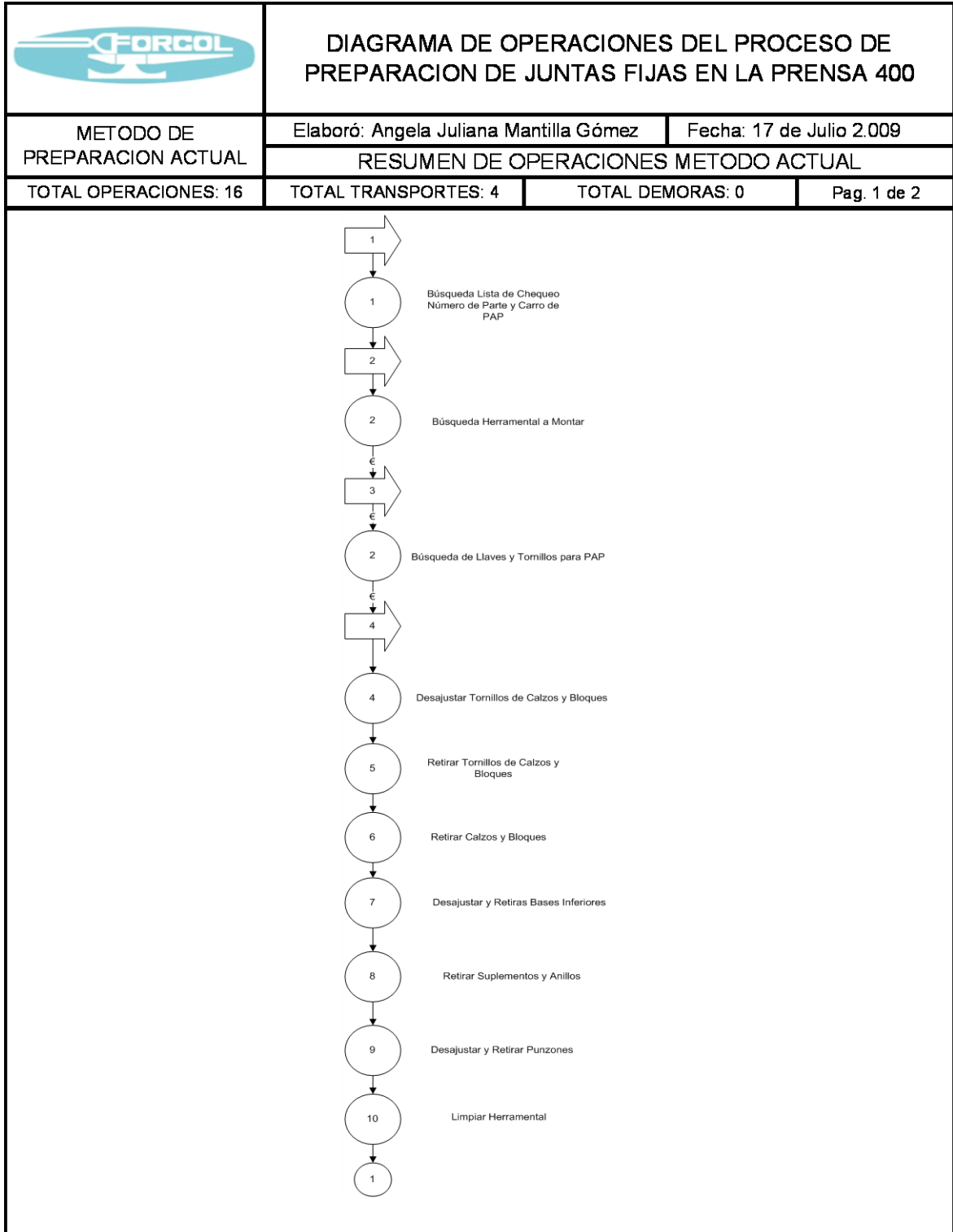




DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PREPARACION DE JUNTAS FIJAS EN LA PRENSA 400

METODO DE PREPARACION ACTUAL

Elaboró: Angela Juliana Mantilla Gómez

Fecha: 17 de Julio 2.009

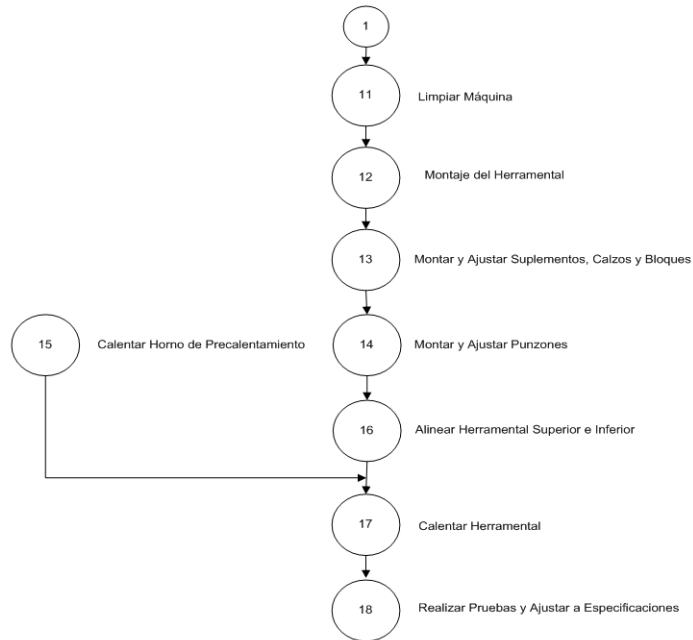
RESUMEN DE OPERACIONES METODO ACTUAL

TOTAL OPERACIONES: 16

TOTAL TRANSPORTES: 4

TOTAL DEMORAS: 0

Pag. 2 de 2



ANEXO Z. Reducción de Tiempos para las Actividades establecidas en las Juntas Fijas de la Prensa 400.

Actividades	Clasificacion	Tiempo	Porcentaje Actividad	Porcentaje Acumulado
Actividades Internas	Desajuste y Retiro	77,46	20%	20%
	Pruebas	60,36	16%	36%
	Montaje y Ajuste	56,82	15%	50%
	Ajuste	55,10	14%	64%
	Calentamiento	36,92	10%	74%
	Retiro	34,08	9%	83%
	Montaje	27,79	7%	90%
	Limpieza	23,45	6%	96%
	Desajuste	15,67	4%	100%
	Total Tiempo A.I.	387,65		
Actividades Externas	Calentamiento	37,56	31%	31%
	Limpieza	33,54	28%	59%
	Búsqueda	25,94	22%	81%
	Transporte	23,33	19%	100%
	Total Tiempo A.E.	120,37		
TOTAL TIEMPO PAP		508,02		

Clasificacion	Tiempo	Actividad	Porcentaje PAP	Porcentaje Acumulado
Desajuste y Retiro	77,46	Interna	15%	15%
Pruebas	60,36	Interna	12%	27%
Montaje y Ajuste	56,82	Interna	11%	38%
Ajuste	55,10	Interna	11%	49%
Calentamiento	37,56	Externa	7%	57%
Calentamiento	36,92	Interna	7%	64%
Retiro	34,08	Interna	7%	71%
Limpieza	33,54	Externa	7%	77%
Montaje	27,79	Interna	5%	83%
Búsqueda	25,94	Externa	5%	88%
Limpieza	23,45	Interna	5%	92%
Transporte	23,33	Externa	5%	97%
Desajuste	15,67	Interna	3%	100%
TOTAL TIEMPO PAP	508,02			

Actividades	Clasificacion	Tiempo Diagnostico	Tiempo Validacion	Reduccion	Porcentaje
Actividades Internas	Pruebas	234,83	60,36	-174,47	-74%
	Desajuste y Retiro	97,10	77,46	-19,64	-20%
	Ajuste	80,28	55,10	-25,18	-31%
	Montaje y Ajuste	73,56	56,82	-16,74	-23%
	Retiro	43,53	34,08	-9,45	-22%
	Montaje	42,15	27,79	-14,36	-34%
	Calentamiento	40,62	36,92	-3,70	-9%
	Limpieza	28,53	23,45	-5,08	-18%
	Desajuste	22,69	15,67	-7,02	-31%
	Total Tiempo A.I.	663,29	387,65	-275,64	-42%
Actividades Externas	Transporte	172,39	23,33	-149,06	-86%
	Búsqueda	101,46	25,94	-75,52	-74%
	Calentamiento	37,85	37,56	-0,29	-1%
	Limpieza	35,68	33,54	-2,14	-6%
	Total Tiempo A.E.	347,38	120,37	-227,01	-65,35%
	TOTAL TIEMPO PAP	1010,67	508,02	-502,65	-49,73%

ANEXO AA. Indicadores de las dos Situaciones de Estudio (Inicial y Actual) del proceso de Preparación.

Máquina	Aplicación	Cantidad	Corte	PAP	Calentamiento	Forja	Magnatest	Tratamientos Térmicos	Limpieza	Magnaflux	Tiempo Producción (Minutos)	Porcentaje PAP
Recaladora	Espigos	1.200	1027,7	1266,88	149,4	612,6	36,3	497,27	930,3	177,4	4697,9	26,97%
Prensa 400	Juntas Fijas	900	888,3	1010,67	223,7	280,4	33,8	390,58	558,2	105,6	3491,2	28,95%

Máquina	Aplicación	Cantidad	Corte	PAP	Calentamiento	Forja	Magnatest	Tratamientos Térmicos	Limpieza	Magnaflux	Tiempo Producción (Minutos)	Porcentaje PAP
Recaladora	Espigos	1.200	1027,7	521,32	149,4	612,6	36,3	497,27	930,3	177,4	3952,3	13,19%
Prensa 400	Juntas Fijas	900	888,3	421,19	223,7	280,4	33,8	390,58	558,2	105,6	2901,7	14,52%

Máquina	Aplicación	Según Tiempos			Según Indicador		
		PAP Diagnostico	PAP Mejoras	Porcentaje Disminucion	% PAP Diagnostico	% PAP Validacion	Porcentaje Disminucion
Recaladora	Espigos	1266,88	521,32	-59%	26,97%	13,19%	-51%
Prensa 400	Juntas Fijas	1010,67	421,19	-58%	28,95%	14,52%	-50%