

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD, EN LA SECCIÓN DE
PRENSADO DE PASTILLAS, MEDIANTE EL ESTUDIO DE
MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO, DE LA FÁBRICA DE
FRENOS AUTOMOTRICES EGAR S.A.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN
INGENIERIA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

SEGUNDO GUALBERTO GUARACA GUARACA
segundo_guaraca@yahoo.es

DIRECTOR: ING. PEDRO ENRIQUE BUITRON FLORES MSc.
pedro.buitron@epn.edu.ec

Quito, Febrero de 2015

DERECHOS DE AUTOR

© Escuela Politécnica Nacional (2015)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Segundo Gualberto Guaraca Guaraca, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Segundo Gualberto Guaraca Guaraca

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Segundo Gualberto Guaraca Guaraca, bajo mi supervisión.

Ing. Pedro Buitrón MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

AUSPICIO

La presente investigación contó con el auspicio de la empresa EGAR S.A. El proyecto, mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, se ejecutó en la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y las oportunidades que me ha dado.

A mi esposa Rosa Elena por su amor, su paciencia y su apoyo incondicional.

A mis queridos hijos Jonathan Mauricio, Stalin Javier, Bryan Andrés y Dayana Anahí por su apoyo, cariño y comprensión.

A la empresa EGAR S.A. fabricantes de frenos automotrices en las personas:

Lcdo. Edgar Garrido (Presidente)

Dra. Cecilia Garrido Ortega (Gerente General)

Por el apoyo y respaldo brindado.

Al ingeniero Pedro Buitrón, director de tesis de grado, por guiarme en el desarrollo de este trabajo sin egoísmos ni reservas.

A mis queridos padres, Juanita (que en paz descansa) y Segundo Medardo, por su amor, su esfuerzo entregados y por darme su mejor herencia, mi formación profesional.

DEDICATORIA

Con mucho amor, a mi querida y recordada madre Juanita, que Dios la guarde en su gloria, porque sus recuerdos y cariño así como sus enseñanzas de esfuerzo y perseverancia siempre están presentes en la consecución de mis metas.

INDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	xii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Introducción al estudio de trabajo	1
1.1.1 Productividad	1
1.1.1.1 Medición de la productividad	3
1.1.1.2 Como mejorar la productividad	4
1.1.1.3 Productividad en el sector servicios	5
1.1.2 Desarrollos históricos en la administracion cientifica	6
1.1.2.1 Aporte de Frederick Winslow Taylor	6
1.1.2.2 Aportes de Frank Bunker Gilbreth y Lillian Gilbreth	7
1.1.3 Estrategias de proceso	8
1.1.3.1 Enfoque al proceso	9
1.1.3.2 Enfoque repetitivo	9
1.1.3.3 Enfoque de personalización en masa	9
1.1.3.4 Enfoque al producto	10
1.1.4 Mantenimiento y productividad	11
1.1.4.1 Evolución del mantenimiento	12
1.1.4.2 Definición y objetivos	13
1.1.4.3 Tipos de mantenimiento	14
1.1.5 Tiempo total de un trabajo	15
1.1.5.1 Utilidad del estudio del trabajo	16
1.1.5.2 Técnicas del estudio del trabajo	16
1.2 Estudio de métodos	17
1.2.1 Objetivos del estudio de métodos	17
1.2.2 Procedimiento del estudio de métodos (EM)	17

1.2.2.1 Selección	18
1.2.2.2 Registro	18
1.2.2.3 Análisis	20
1.2.2.4 Desarrollo del nuevo método	21
1.2.2.5 Adiestramiento a los operarios	21
1.2.2.6 Aplicación del nuevo método	22
1.3 Medición del trabajo	23
1.3.1 Estudio de tiempos, Estudio de tiempos con cronómetro	24
1.3.1.1 Seleccionar el trabajo	25
1.3.1.2 Seleccionar un operario calificado	25
1.3.1.3 Análisis del trabajo	25
1.3.1.4 Dividir el trabajo en elementos	26
1.3.1.5 Efectuar mediciones de prueba y ejecutar una muestra inicial	26
1.3.1.6 Determinar el tamaño de muestra	26
1.3.1.7 Cronometrar	27
1.3.1.8 Calificar la actuación del operario	27
1.3.1.9 Estimación de tolerancias	29
1.3.1.10 Cálculo del tiempo estándar	31
1.3.2 Muestreo del trabajo	32
1.3.2.1 Metodología del muestreo del trabajo	32
1.3.3 Sistemas de tiempos predeterminados (STP)	33
1.3.4 Maynard Operation Sequence Technique (MOST)	35
2. METODOLOGÍA	37
2.1 Descripción de la empresa y del área de prensado de pastillas	37
2.1.1 Descripción de la empresa	37
2.1.1.1 Situación actual del producto pastillas de freno	38
2.1.1.2 Producción de pastillas de freno con respaldo	40
2.2 Evaluación de tiempos y movimientos del área de prensado	42
2.3 Revisión de la infraestructura del área de prensado	42

2.4	Diseño y construcción de herramientas ergonómicas en el prensado de pastillas	43
2.5	Implementación y seguimiento de nuevo método	44
2.6	Evaluación de la productividad del área de prensado de pastillas	44
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1	Resultados	45
3.1.1	Descripción del area de prensado de pastillas	45
3.1.2	Proceso de Prensado de pastillas	48
3.1.3	Evaluación de tiempos y movimientos del área de prensado	52
3.1.3.1	Seleccionar el trabajo.	52
3.1.3.2	Seleccionar un operario calificado.	52
3.1.3.3	Análisis del trabajo y división del trabajo en elementos	52
3.1.3.4	Mediciones de prueba, ejecución de una muestra inicial y determinación del tamaño de la muestra.	55
3.1.3.5	Determinación del tamaño de muestra.	56
3.1.3.6	Cronometraje	58
3.1.3.7	Calificación actuación del operario	59
3.1.3.8	Estimación de tolerancias	59
3.1.3.9	Cálculo del tiempo estándar	61
3.1.4	Condiciones que limitan la productividad en el prensado de pastillas	65
3.1.5	Correccion de Fallas de los equipos que limitan la productividad en el proceso de prensado de pastillas	66
3.1.6	Diseño y construcción de las herramientas, para implementar el nuevo metodo	69
3.1.7	Definición e implementación del nuevo método, para mejorar la productividad del proceso de prensado de pastillas con la menor inversión	76
3.1.8	Evaluar la productividad del área de prensado de pastillas, con las mejoras implementadas, con la menor inversión	79
3.1.8.1	Evaluación de la productividad en la jornada de 11 horas hombre	82
3.1.8.2	Evaluación de la productividad en la jornada de 8 horas hombre	84

3.2	Discusión	86
3.2.1	Condiciones que limitan la productividad en el prensado de pastillas	86
3.2.2	Correccion de Fallas de los equipos que limitan la productividad en el proceso de prensado de pastillas	87
3.2.3	Definición e implementación de las herramientas y nuevo método, para mejorar la productividad del proceso de prensado de pastillas con la menor inversión	88
3.2.4	Evaluar la productividad del área de prensado de pastillas, con las mejoras implementadas, con la menor inversión	88
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
4.1	Conclusiones	90
4.2	Recomendaciones	92
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
	ANEXOS	96

INDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1.1. Reacción en cadena al mejorar la calidad	2
Tabla 1.2. Protagonistas de la administración científica	6
Tabla 2.1. Productos elaborados en la industria EGAR S.A	37
Tabla 2.2. Ventas y requerimiento mercado nacional	38
Tabla 2.3. Producción total de pastillas 2012 y requerimiento	39
Tabla 3.1. Capacidad instalada premoldeadoras de pastillas	45
Tabla 3.2. Capacidad instalada, prensas de pastillas	46
Tabla 3.3. Uso de infraestructura en área de prensado	47
Tabla 3.4. Diagrama hombre máquina en el prensado de pastillas	49
Tabla 3.5. Diagrama hombre máquina en el prensado de pastillas	54
Tabla 3.6. Tiempo etapa 1y 2 obrero, método actual	56
Tabla 3.7. Mediciones etapa 1 obrero, método actual	58
Tabla 3.8. Mediciones etapa 2 obrero, método actual	58
Tabla 3.9. Estimación de tolerancias para el prensado de pastillas	60
Tabla 3.10. Mediciones etapa 1y 2 obrero, método actual	63
Tabla 3.11. Resumen cálculos tiempo de ciclo, método actual	64
Tabla 3.12. Resumen cálculos tiempo de ciclo, prensados de pastillas sin respaldo Nuevo método	78
Tabla 3.13. Tiempo estándar y tiempo de ciclo total, prensado de pastillas con respaldo nuevo método	78
Tabla 3.14. Productividad real prensa PPP3, pastillas / HH	79
Tabla 3.15. Productividad PPP3, implementación nuevo método, mayo del 2014	81
Tabla 3.16. Productividad en jornada de 11 horas hombre en prensa PPP3	83

Tabla 3.17. Productividad en jornada de 8 horas hombre en prensa PPP3	85
Tabla 3.18. Capacidad prensa PPP3 con el nuevo método	86
Tabla AI.1. Tiempo básico y suplementario	97
Tabla AI.2. Como reducir el tiempo improductivo mediante las técnicas de dirección	98
Tabla AI.3. Descomposición del tiempo de fabricación	99
Tabla AIII.1. Estándar de prensas 2013 de pastillas	104
Tabla AIV.1. Datos muestra inicial	105
Tabla AV.1. Muestra 1, método antiguo	106
Tabla AV.2. Muestra 2, método antiguo	107
Tabla AV.3. Muestra 3, método antiguo	108
Tabla AVI.1. Muestra 1, método nuevo	109
Tabla AVI.2. Muestra 2, método nuevo	110
Tabla AVII.1. Registros de paros abril y mayo del 2013	111
Tabla AIX.1. Registro de paros, enero 2014	114
Tabla AIX.2. Registro de paros, febrero y marzo 2014	115
Tabla AIX.3. Registro de paros, mayo y abril 2014	116
Tabla AX.1. Productividad noviembre 2013	117
Tabla AX.2. Productividad diciembre 2013	118
Tabla AX.3. Productividad enero 2014	119
Tabla AX.4. Productividad febrero 2014	120
Tabla AX.5. Productividad marzo 2014	121
Tabla AX.6. Productividad abril 2014	122
Tabla AXI.1. Productividad PPP3, nuevo método, junio 2014	123

INDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1. Representación gráfica, de la obtención del tiempo estándar	31
Figura 2.1. Operaciones en la producción de pastillas	41
Figura 3.1. Montaje nueva central hidráulica	67
Figura 3.2. Montaje sistema eléctrico	68
Figura 3.3. Layout actual	71
Figura 3.4. Layout PPP3, con elevador de matrices	72
Figura 3.5. Prensa PPP3, con elevador de matrices	73
Figura 3.6. Dimensiones elevador de matrices para prensa PPP3	74
Figura 3.7. Construcción y montaje elevador de matrices en PPP1	75
Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo	100
Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo	101
Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo	102
Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo	103
Figura AVIII.1 Variables de la prensa PPP3	112
Figura AVIII.2. Gráfica de presión y temperatura de la prensa PPP3	113

INDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Contenido del trabajo	97
ANEXO II	
Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo	100
ANEXO III	
Estándar de prensas 2013, prensas de pastillas	104
ANEXO IV	
Datos muestra inicial	105
ANEXO V	
Datos para estimación tiempo estándar, prensado de pastillas sin respaldo en PPP3, método antiguo	106
ANEXO VI	
Datos para estimación tiempo estándar, prensado de pastillas con respaldo en PPP3, nuevo método.	109
ANEXO VII	
Registro de paros, meses abril y mayo del 2013	111
ANEXO VIII	
Variables, Gráfica de presión y gráfica de temperatura, prensa PPP3	112
ANEXO IX	
Registro de paros meses enero-mayo del 2014	114

ANEXO X

Productividad PPP3, método antiguo

117

ANEXO XI

Productividad PPP3, nuevo método, junio 2014

123

RESUMEN

El objetivo del desarrollo de esta tesis fue mejorar la productividad en la sección de prensado de pastillas de freno, en la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A, con la menor inversión, manteniendo la misma infraestructura, mediante la optimización de los medios de producción.

Para esto se identificó las actividades que limitan la productividad en el proceso de prensado de pastillas, realizando un cursograma hombre máquina. Se pudo ver que el principal limitante es el método actual que permite que más del 50% del ciclo de prensado de pastillas, la prensa esté parada. Esto se da porque el ciclo antiguo necesitaba que termine el ciclo de máquina y con la prensa parada se iba descargando y cargando cada uno de los pisos de la prensa.

Una vez identificadas las actividades que limitan la productividad, fue necesario proponer e implementar un nuevo método, que necesitó del diseño y construcción de un elevador de matrices con 8 niveles, de los cuales 4 sirven para cargar y los otros 4 sirve para descargar la prensa. Complementario a este elevador se adecuó la mesa de los premoldes a dos niveles para tener mayor capacidad de almacenamiento de premoldes y también se construyó una mesa móvil para trasladar y almacenar los respaldos metálicos necesarios para la producción de pastillas con respaldo. El uso de estas herramientas permite al operador descargar la prensa hacia el elevador y cargar del elevador a la prensa en menos de dos minutos, realizada esta operación se activa el ciclo de la prensa y mientras la prensa está trabajando el obrero realiza las actividades necesarias para tener listo la próxima cargada. Con este nuevo método se reduce el tiempo inactivo de la prensa y se mejora la productividad.

También se identificaron las fallas de las prensas a través del índice de disponibilidad de la prensa de pastillas en el año 2013 y a través de la inspección y análisis de los equipos, por parte del personal técnico de la empresa, se encontró que los elementos de la central hidráulica, como, bomba, válvulas ya cumplieron con su vida útil, por lo que, se cambió todos los elementos de la

central hidráulica. Así también, se revisó la parte eléctrica de la prensa y de igual manera se decidió el cambio de todo el tablero eléctrico, con esto se aseguró la disponibilidad del equipo en las condiciones que el proceso lo requiere.

Por último se evaluó la productividad, comparando la productividad de meses anteriores con la productividad obtenida con el nuevo método, lo que arrojó como mejora obtenida un 25% de incremento. Esto implica que la productividad se incrementó de 108 a 136 pastillas/HH en la jornada de 11 horas y de 102 a 128 en la jornada de 8 horas, como se puede ver en la tabla 3.1. Esta productividad permitirá cubrir la necesidad del área mercadeo de subir las ventas del mercado de pastillas con respaldo a 2 500 juegos/mes.

INTRODUCCIÓN

En el 2013 el área comercial de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A, estableció que el mercado anual de pastillas con respaldo corresponde de al menos 304 500 juegos/año y la empresa en el 2012 vendió 1 788 juegos/año, lo que implica que, EGAR S.A. tiene en el mercado ecuatoriano una participación del 0,6% en pastillas integradas. La expectativa es incrementar esta participación a un 10%, lo que implica ofertar 30 400 juegos/año o 2 500 juegos/mes de pastillas integradas. Esta expectativa de incremento de ventas en las pastillas con respaldo implica que en la línea de producción de pastillas, que incluye todas las etapas del proceso, se debe aumentar su capacidad productiva en 16%.

De todas las etapas del proceso de pastillas integradas o con respaldo, el prensado es la sección de mayor inversión en equipos, por lo que, en esta sección se emplearon los procedimientos básicos del estudio de métodos y la medición del trabajo, dado por la organización internacional del trabajo, para aprovechar la infraestructura instalada que está sin funcionar y por ende aumentar la productividad con la menor inversión.

Tanto la tecnología del prensado de pastillas de freno, como la tecnología mecánica y eléctrica de las prensas, es antigua y corresponden a los años 80 en Europa. Actualmente existen prensas con nuevas tecnologías que están enfocadas en disminuir la variabilidad de las características propias de las pastillas de freno, como, coeficiente de fricción, resistencia al desgaste, estabilidad dimensional, etc. y para mantener o aumentar la productividad los equipos son complejos y con grandes inversiones.

Con la ejecución de este proyecto se mantiene la tecnología de fabricación de las pastillas de freno, pero se actualiza la tecnología mecánica y eléctrica de la prensa.

Para la realización de este proyecto se empleó los procedimientos, seleccionar, registrar, examinar, establecer, evaluar, definir, implantar, controlar, existentes para el estudio de métodos y para la medición del trabajo (Kanawaty, 1996, p. 21).

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE TRABAJO

El estudio del trabajo es la revisión sistemática de los métodos empleados para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. El estudio del trabajo es un método que examina en forma minuciosa como se está realizando una actividad. Con los resultados se puede simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, así como, el uso antieconómico de los recursos y fijar el tiempo normal para la realización de la actividad. Si gracias al estudio del trabajo se reduce el tiempo de realización de cierta actividad como resultado de una nueva forma de trabajar reduciendo el método de producción y sin gastos adicionales la organización será más productiva, por lo que, la relación entre productividad y estudio del trabajo es evidente (Kanawaty, 1996, p. 9).

1.1.1 PRODUCTIVIDAD

La productividad es una medición básica del desempeño de las economías, industrias, empresas y procesos. La productividad es el valor de los productos (bienes o servicios), dividido entre los valores de los recursos (salario, costo de equipo y similares) que se han usado como insumos (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008, p.13).

La transformación de los recursos da como resultado los bienes y servicios, mientras más eficiente sea la transformación, más productiva será la organización y mayor será el valor agregado a los productos. La productividad, es la razón entre los productos obtenidos (bienes y servicios) y los insumos utilizados (mano de obra, capital, etc.). La misión de los directivos es dirigir todos los esfuerzos

para mejorar la razón entre salida e insumo y por ende mejorar la productividad, que significa mejorar la eficiencia en el uso de los recursos (Heizer y Render, 2004, p. 13).

Deming (1989), indica que la mejora de la calidad de los productos, genera paralelamente la mejora de la productividad, debido a que hay menos reproceso, menos desperdicios, las horas-máquina, las horas-hombre se emplean en producir productos buenos. Esto se da porque al reducir la variación se obtiene un efecto en cadena, que reducen los costes, eleva la competitividad, como resultado, se obtiene clientes satisfechos lo que permite mantenerse en el negocio, es decir hay más trabajo. Los resultados de la reacción en cadena al mejorar la calidad se resumen en la tabla 1.1 (p. 3):

Tabla 1.1. Reacción en cadena al mejorar la calidad

Mejora de la calidad	Decrece los costes porque hay menos reproceso, menos equivocaciones, menos retrasos, se utiliza mejor el tiempo-máquina y los materiales	Mejora la productividad	Se conquista el mercado con la mejor calidad y el precio más bajo	Se permanece en el negocio	Hay más y más trabajo.
----------------------	--	-------------------------	---	----------------------------	------------------------

(Deming, 1989, p. 3)

Es importante incrementar la productividad, porque, se obtiene una reacción en cadena al interior de las organizaciones que incluye la calidad de los productos, precios competitivos, estabilidad laboral de sus colaboradores, permanencia en el tiempo de las empresas y mayor bienestar colectivo. Con el aumento de la productividad, se puede obtener un crecimiento sobre bases económicas sanas. La mejora también puede dar márgenes de utilidad para mejorar los salarios sin

que afecte a la economía de la organización y finalmente la mejora de la productividad da señales inequívocas para inversionistas nacionales y extranjeros (INEGI, 2003, p.18-21)

1.1.1.1 Medición de la productividad

La productividad no es una medida de la cantidad que se ha producido, si no de la eficiencia con que se han utilizado los recursos.

Para medir la productividad se puede tomar un sólo factor, que se llama productividad de un solo factor o tomar en cuenta todos los factores siendo esta la productividad de múltiples factores (Heizer y Render, 2007, p.18):

Cuando se refiere a un solo factor

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado} \quad [1.1]$$

Cuando se refiere a múltiples factores:

$$Productividad = \frac{Output}{Trabajo+Material+Energía+Capital+Varios} \quad [1.2]$$

La productividad de múltiples factores, se conoce como productividad total de los factores, esta da una visión más amplia que relaciona las salidas o productos con todos los factores que intervienen en los procesos productivos, como, trabajo, material, energía, capital, etc.

Para facilitar el cálculo de esta productividad se puede calcular la productividad con factores individuales y con las mismas unidades, puede ser Usd/unidad y al final sumar todas (Heizer y Render, 2007, p.18).

1.1.1.2 Como mejorar la productividad

El objetivo básico de aumentar la productividad, es mejorar el desempeño de las personas y de los recursos utilizados, para mejorar la calidad de sus productos (Inda, 1999, p. 108).

Según Heizer y Render (2004), se puede mejorar la productividad de dos maneras: una reduciendo la entrada y manteniendo la salida constante, y la otra incrementando la salida mientras la entrada permanece constante. Se entiende como entradas la mano de obra, capital, y administración integrados en un sistema de producción que se encarga de la transformación de las entradas en salidas. Las salidas son productos, resultado de la transformación que pueden ser bienes o servicios (p. 13).

Para mejorar la productividad, se puede tomar acciones sobre los variables de la productividad, como son, la mano de obra que contribuye con un 10% del incremento anual, el capital que aporta con un 38% del incremento anual, la administración que contribuye con alrededor del 52% del incremento anual. Siendo estas tres variables, amplias áreas en las que los directivos tienen su campo de acción (Heizer y Render, 2009, p. 17).

Un incremento de la productividad ocurrirá si existe la decisión de los directivos que implementen planes para eliminar los obstáculos que restringen la productividad, los obstáculos pueden ser generados por la propia empresa o por su personal, otros se salen de control de los directivos de una organización por darse en el exterior.

Dentro de los obstáculos más comunes se tiene, un ambiente laboral inadecuado, problemas legales y reglamentarios, tamaño y obsolescencia de las organizaciones, mala medición y evaluación de la productividad de la fuerza de trabajo y una inadecuada, área de producción, diseño del producto, maquinaria y

equipos, calidad de materias primas, continuidad en el abastecimiento (García, 2012, p. 10).

Una mayor productividad se puede obtener con la aplicación continua de los principios de los métodos estándares y del diseño del trabajo, obteniendo una mayor productividad a partir del uso eficiente de los recursos, humanos, infraestructura, etc. (Niebel y Freivalds, 2009, p.13).

1.1.1.3 Productividad en el sector servicios

La medida de la productividad en el sector servicios es difícil, debido a que el producto final es difícil de definir, esto dificulta mejorar la productividad en el sector servicios porque el trabajo en su mayoría es manual (ej. asesoramiento, enseñanza), con frecuencia centrada en atributos o aspiraciones individuales (ej. asesoría sobre inversiones), muchas veces es una tarea intelectual desarrollada por profesionales (ej. diagnóstico médico), generalmente difícil de mecanizar y automatizar (ej. corte de pelo), habitualmente difícil de evaluar la calidad del servicio (ej. la actuación de un despacho de abogados) (Heizer y Render, 2007, p. 22).

Cuanto más intelectual y personal es una tarea, más difícil es conseguir un aumento de la productividad, a pesar de la dificultad en el sector servicios si se han realizado mejoras. Al lograr que cada elemento de un sistema sea congruente con el servicio brindado. Al dar facilidades para que el usuario localice y obtenga el servicio. Al ofrecer solidez para manejar las exigencias de la demanda con efectividad. Al presentar un servicio estructurado que permita a su personal y sus sistemas de apoyo mantener un servicio consistente. Al Ofrecer vínculos efectivos entre las oficinas interior y la abierta al público. Al evidenciar la calidad del servicio y al ofrecer el servicio a costos efectivos (Chase, Jacobs y Alquilano, 2009, p. 267)

1.1.2 DESARROLLOS HISTÓRICOS EN LA ADMINISTRACION CIENTIFICA

La administración científica fue el eslabón para desarrollar la gran capacidad de producción necesaria para satisfacer la elevada demanda del mercado actual, la tabla 1.2 muestra los personajes y sus principales contribuciones a la administración científica (Gaither y Frazier, 2000, p. 9).

Tabla 1.2. Protagonistas de la administración científica

Contribuidor	Periodo de vida	Contribuciones
Frederick Winslow Taylor	1856 - 1915	Principios de la administración científica, principio de excepción, estudios de tiempos, análisis de métodos, estándares, planeación y control.
Frank B. Gilbreth	1868 – 1934	Estudios de movimientos, métodos, therbligs, contratación de la construcción, consultoría.
Lilian M. Gilbreth	1878 – 1973	Estudios de fatiga, factor humano en el trabajo, selección y capacitación de empleados.
Henry L. Gantt	1861 - 1919	Gráficas de Gantt, sistemas de pagos de incentivos, enfoque humanístico al trabajo, capacitación.
Carl G. Barth	1860 – 1939	Análisis matemático, regla de cálculo, estudios de tasas de alimentación y de velocidad, consultoría de la industria automotriz.
Harrington Emerson	1885 – 1931	Principios de eficiencia, ahorros de millones de dólares diarios en ferrocarriles, métodos de control.
Morris L. Cooke	1872 - 1960	Aplicación de la administración científica a la educación y al gobierno.

(Gaither y Frazier, 2000, pag.9)

1.1.2.1 Aporte de Frederick Winslow Taylor

Llamado el padre de la administración científica, nació en Germantown (Pennsylvania) en 1856 y falleció de neumonía en Filadelfia en 1915. Abandonó sus estudios por problemas visuales. A los 22 años empezó a trabajar en los talleres de Midvale Steel Works, iniciando como jornalero, para pasar a encargado de reparaciones y mantenimiento. Luego pasó a jefe de delineantes y por último

ingeniero jefe, título que lo obtuvo al estudiar mientras trabajaba en el Instituto Stevens en 1885 (Palacios, 2009, p. 30).

W. Taylor en 1881, realizó contribuciones importantes, inició los estudios para cortar metales. También diseñó métodos de trabajo en el que hombre y máquina eran una unidad, en la cual se considera al hombre bien motivado por el salario hacía un uso eficiente de la máquina de acuerdo a instrucciones dadas. Taylor en junio de 1903, en la reunión de American Society of Mechanical Engineers presentó su artículo "Shop Management" (Administración de Taller) en el cual expuso los conceptos de: estudio de métodos, estudio de tiempos, conveniencia de contar con un departamento de planeación, estandarización de herramientas, el principio de la excepción en la administración industrial, tarjeta de enseñanza para los trabajadores, uso de reglas de cálculo para ahorrar tiempo, sistemas nemotécnicos para clasificar productos fabricados, sistema de rutas o trayectorias, métodos de determinación de costos, selección de empleados por tareas, incentivos en el trabajo (Abraham, 2008, p. 2).

Otra de las aportaciones de Taylor, fue su convencimiento de que la dirección de la organización debía asumir mayores responsabilidades en: Conceder el puesto adecuado a los trabajadores, proporcionar la formación adecuada, facilitar métodos adecuados de trabajo y herramientas, instituir incentivos justos por el trabajo que iba a realizar (Heizer y Render, 2007, p. 9).

1.1.2.2 Aportes de Frank Bunker Gilbreth y Lillian Gilbreth

El estudio de movimientos es un aporte realizado por los esposos Gilbreth, combinaba la psicología e ingeniería, fundaron la técnica moderna de estudio de movimientos corporales en la realización de una actividad, para mejorar dicha actividad mediante la eliminación de movimientos innecesarios, simplificación de movimientos necesarios y posteriormente la determinación de la secuencia de

movimientos más favorable para obtener una máxima eficiencia (Niebel y Freivalds, 2009, p. 9).

Inicialmente Frank Gilbreth introdujo sus teorías en una empresa ladrillera en la que trabajaba. Con sus innovaciones un trabajador pudo incrementar el número promedio de ladrillos de 120 a 350 por hora. Con la ayuda de su esposa los Gilbreth fueron responsables de que la industria reconociera la importancia de un estudio detallado de los movimientos del cuerpo para incrementar la producción, reducir la fatiga y capacitar a los trabajadores acerca del mejor método para realizar una actividad (Abraham, 2007, p. 4).

Desarrollaron la técnica de filmar los movimientos para estudiarlos mediante una técnica llamada estudio de los micromovimientos. Que consistía en el estudio de movimientos corporales a través de la ayuda de la cinematografía de baja velocidad.

También desarrollaron las técnicas de análisis ciclográficas y cronociclográficas que se utilizan para estudiar las trayectorias de los movimientos que realiza un operador. Frank Gilbreth fallece a la edad de 55 años y su esposa continúa sus propias investigaciones y avanzó en el concepto de simplificación del trabajo especialmente el de las personas discapacitadas físicamente, falleció en 1972 a la edad de 93 años (Niebel y Freivalds, 2009, p. 10).

1.1.3 ESTRATEGIAS DE PROCESO

Los bienes y servicios se obtienen utilizando alguna variante de una de las siguientes estrategias de procesos: enfoque al proceso, enfoque repetitivo, enfoque a producto y personalización en masa (Heizer y Render, 2007, p. 323)

1.1.3.1 Enfoque al proceso

El 75% de la producción global está asignada a producir un bajo volumen de una alta variedad de productos. Estas disposiciones se establecen en torno a actividades o procesos específicos que permite la personalización. En una industria, estos procesos podrían ser departamentos o secciones. En una dependencia, los procesos podrían ser pagos, ventas, y nóminas. Estas infraestructuras están enfocadas a procesos en cuanto a equipamiento, layout y control. Suministra un alto grado de flexibilidad de productos, pues los bienes o servicios se mueven en forma discontinua entre los procesos. Estos procesos se diseñan para desarrollar una amplia variedad de actividades y hacer frente a frecuentes cambios. A este enfoque también se denomina procesos intermitentes (Heizer y Render, 2007, p. 324).

1.1.3.2 Enfoque repetitivo

Este enfoque es utilizado para producciones de gran volumen de un rango pequeño de productos. El equipo tiende a ser especializado y por ende oneroso, requiere de poca mano de obra, se obtiene productos con costos unitarios competitivos. Este proceso utiliza la clásica línea de montaje que ha sido ampliamente utilizada en el montaje de automóviles y electrodomésticos su estructura es más grande y por tanto tiene menos flexibilidad que una instalación enfocada a proceso (Chapman, 2006, p. 5).

1.1.3.3 Enfoque de personalización en masa

Las exigencias del mundo actual demanda bienes y servicios individualizados. La personalización en masa supone una producción rápida y de bajo coste que satisfacen cada vez los deseos del cliente concreto. La personalización en masa provee la variedad de productos que normalmente se obtenían de la fabricación

de bajos volúmenes (enfoque al proceso) al coste de la producción estandarizada de altos volúmenes (enfoque al producto). En síntesis es la combinación de los enfoques al proceso y al producto, lo cual requiere tener capacidades operativas excepcionales, esto indica que debe existir una estrecha relación entre ventas, producción y logística lo que conlleva a diseñar procesos ágiles que produzcan de forma rápida y económica productos personalizados, un ejemplo de este es Dell computer (Heizer y Render, 2007, p. 329).

1.1.3.4 Enfoque al producto

Son procesos diseñados para producir grandes volúmenes de una poca variedad de productos. Las instalaciones se organizan en torno al producto, se llaman también procesos continuos ya que tienen series de producciones ininterrumpidas y muy largas. Se usan en la refinación del petróleo, en procesos químicos, en la producción de acero, en productos como, vidrio, papel, hojalata, bombillas, bebidas, etc. Este tipo de enfoque, representa una producción estandarizada de alto volumen y flujos en línea rígidos. Normalmente trabajan las 24 horas para evitar los paros y puestas en marcha que son costosas. En este proceso los materiales fluyen hasta que se termina todo el lote (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008, p. 130).

Filosofía de producción, Henry Ford

Nace en Dearborn (Michigan, EEUU) en 1863 y fallece en Dearborn en 1947. Con la fundación de su compañía la Ford Motor Company en 1903, se da el apogeo de la administración científica. Diseñó el automóvil modelo T, y su producción incorporaba los principales elementos de la administración científica, como, diseño de producto estándar, producción en serie, bajos costos de manufactura, líneas de ensamble mecanizadas, especialización de la mano de obra y piezas intercambiables (Gaither y Frazier, 2000, p. 10).

Cuando fundó la Ford Motor Company, ya existía una serie de conocimientos importantes para la producción en serie que utilizó, sin embargo el popularizó la innovación conocida como, *línea de ensamble móvil*, para producir volúmenes grandes de productos a costos bajos. Básicamente consistía en evitar que el trabajador vaya al automóvil para armarlo por partes, en este caso el automóvil por medio de bandas transportadoras se mueva hacia el obrero, es decir la producción de autos fue continua sin pérdida de tiempo del trabajador al desplazarse (Baca, et al., 2011, p. 6).

Ford no sólo se preocupaba, por la producción en serie. También se preocupó por sus trabajadores a quienes llegó a pagar más que el salario normal de aquella época, de tal forma que tuvieran la posibilidad de adquirir los autos , estableció departamentos sociológicos, que en la actualidad son los departamentos de recursos humanos (Gaither y Frazier, 2000, p. 10).

1.1.4 MANTENIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

En la actualidad muchas empresas en el mundo están perdiendo dinero por no aprovechar al máximo la capacidad de sus equipos, por no contar con un programa de mantenimiento adecuado con el respaldo de los directivos y con los recursos necesarios que garanticen la conservación y la disponibilidad de los equipos. La disponibilidad de los equipos implica garantizar la productividad, seguridad al obrero, asegurar la calidad de los productos y la disminución de los paros improductivos debido a fallas imprevistas que afectan a la productividad de las industrias. Esto se debe a que el mantenimiento no es bien entendida por ciertas directivas que da poca atención y lo considera como una actividad para cubrir emergencias, muchas veces se ha llegado a considerar como una carga para producción e inclusive definirlo como el mal necesario de la planta que debe ser tolerado. A esta errada actitud, se suma la impasividad de los responsables del mantenimiento que limitan sus funciones y permiten la degradación de esta

actividad que es vital para la subsistencia, desarrollo y crecimiento de una empresa (García, 2012, p. 20).

El mantenimiento, por su importancia en la producción y la productividad de las empresas, crea uno de los elementos idóneos para lograr y mantener mejoras relacionadas con eficiencia, calidad y reducción de costos en la industria manufacturera, mejorando así la competitividad de las empresas que lo implementan. Para implementar el mantenimiento, la empresa debe contar con una gerencia en mantenimiento integral que busque el mejoramiento continuo de la plataforma industrial, a través de programas o técnicas adecuadas para cada sistema o equipo, teniendo en cuenta que cada uno de ellos tiene un nivel diferente de desarrollo y tiene un impacto distinto en el servicio que presta (Castro, 2012, p. 29).

La actualización o modernización tecnológica en producción es una táctica empresarial que radica en la innovación o la adopción de nuevas tecnologías en el proceso productivo para mejorar la productividad, calidad y competitividad. La empresa incorpora cambios tecnológicos basados en autómatas programables, para responder más eficientemente a las necesidades de un mercado globalizado (Gamboa, Arellano y Nava, 2003, p. 597)

1.1.4.1 Evolución del mantenimiento

La primera generación del mantenimiento, se da a inicios del siglo XX y se extiende hasta mediados de siglo. Entre sus principales características están, equipos robustos con volúmenes de producción bajos, se da poca importancia a los tiempos de paro consecuentemente la prevención de fallas no era la prioridad, por lo que el mantenimiento aplicado en esa generación era reactivo o de reparación. La segunda generación del mantenimiento, se da en la segunda guerra mundial hasta mediados de los años 70, con el fin de prevenir las fallas de los equipos en combate y a la vez reducir los costos de reparación; En esta

generación toma relevancia la disponibilidad y la duración de la vida útil de las máquinas. La tercera generación del mantenimiento, se da en los años 70 hasta finales de siglo, en que se presenta nuevas tecnologías, nuevas técnicas para prevenir las fallas en los equipos con base a los postulados de máxima calidad, seguridad y protección al medio ambiente; toma importancia los costos de mantenimiento, se aprovecha al máximo la vida útil de los equipos, existe un desarrollo acelerado de las tecnologías de información, se desarrolla el mantenimiento basado en condición, se aplican las filosofías del mantenimiento productivo total (TPM) y el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). La cuarta generación del mantenimiento, se da desde inicios del siglo XXI hasta la actualidad, marcada por una nueva revolución industrial y tecnológica en que toma notoriedad la competitividad como factor de sobrevivencia de las industrias; En esta generación se destacan como principales características, Aplicación de la gestión de activos (AM) y la PAS 55, requiere alto nivel de competencias del personal de mantenimiento, se mide a través de indicadores de disponibilidad y mantenibilidad, requiere de confiabilidad y excelencia operacional, alta implementación del mantenimiento preventivo, se aplica análisis de incertidumbre, se desarrolla la optimización del mantenimiento planeado (PMO), Se implementa modelos mixtos de confiabilidad (RMM). Se ha desarrollado diversas metodologías de mantenimiento con la ayuda de tecnologías sistematizadas para diagnóstico proactivo lo que ha reducido el costo total de la manufactura (García, 2012, p. 21, 22).

1.1.4.2 Definición y objetivos

El mantenimiento industrial es un conjunto de técnicas y operaciones implementadas por una compañía para prevenir daños o averías en los activos, con el fin de alargar su vida útil de forma rentable (Castro, 2012, p. 29).

El objetivo del mantenimiento es asegurar la disponibilidad de la infraestructura al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad (Prando, 1996, p. 28).

Desde el punto de vista de la administración moderna del mantenimiento industrial. Su principal fin es la conservación del servicio, esto significa que el equipo recibe mantenimiento para garantizar la función que desempeña dentro del sistema productivo. En términos económicos un mantenimiento eficiente significa, la protección y conservación de los activos, la garantía de la productividad y la seguridad de un servicio (García, 2012, p. 23).

1.1.4.3 Tipos de mantenimiento

Las múltiples formas de realizar el mantenimiento industrial, recaen en dos tipos fundamentales de hacer mantenimiento, el mantenimiento reactivo y el mantenimiento proactivo (García, 2012, p. 51).

El mantenimiento reactivo o correctivo, son todas las actividades que se realizan para corregir una falla. Entre las formas más comunes de efectuar el mantenimiento reactivo, tenemos el no planificado y el planificado. El no planificado se realiza de urgencia ya sea por una avería o por una condición anormal que genera inseguridad, contaminación, mala calidad del producto, etc. El Planificado se sabe cuándo se realizará el mantenimiento y dependerá de la disponibilidad del equipo, disponibilidad del recurso humano y de los repuestos necesarios (Prando, 1996, p. 19).

El mantenimiento proactivo, realiza las acciones del mantenimiento antes de presentarse la falla del equipo. La prevención de las fallas se las realiza a través de inspecciones y de acciones preventivas y predictivas, por lo tanto, el objetivo del mantenimiento proactivo es anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de las fallas. Entre las más comunes formas de realizar el mantenimiento proactivo,

tenemos, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo (García, 2012, p. 52).

1.1.5 TIEMPO TOTAL DE UN TRABAJO

El tiempo total de un trabajo, puede considerarse, como, el tiempo que tarda un trabajador o una máquina en realizar una actividad o en producir una cantidad determinada de un producto. El tiempo total de operación en las condiciones existentes, está constituido de la siguiente manera (Kanawaty, 1996, p. 15).

- Contenido básico del trabajo
- Contenido de trabajo suplementario, debido a un mal diseño del producto o de una mala utilización de los materiales
- Contenido de trabajo suplementario, debido a métodos ineficaces de producción u operativos ineficientes.
- Tiempo improductivo, imputable al recurso humano

El contenido básico de trabajo, es el tiempo mínimo y necesario que se necesita para fabricar un producto o llevar a cabo una operación, este sería igual al tiempo total si no hubieran los tiempos improductivos, claro está, que esta situación no es real, pero el objetivo de la gerencia debe ser aproximarse lo más que sea posible al tiempo básico del trabajo. Los tiempos suplementarios improductivos debido a, un mal diseño, mala utilización de los materiales, uso de métodos ineficaces y los imputables al recurso humano son factores que disminuyen la productividad o hacen que se estanque (García, 2005, p.16).

En el anexo I, se resume en tablas, el contenido del trabajo básico y suplementario, Como reducir el tiempo improductivo mediante las técnicas de dirección, descomposición del tiempo de fabricación, de los autores Kanawaty G. y García Criollo.

1.1.5.1 Utilidad del estudio del trabajo

El estudio del trabajo por ser sistemático, da resultados tanto en la investigación de problemas, como, en la búsqueda de soluciones a esos problemas. También se puede decir, que es útil para (Kanawaty, 1996, p. 17).

- Aumentar la productividad en una organización, mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poca inversión de capital.
- No dejar pasar por alto, ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes, ni al crear otras nuevas y que se acopian todos los datos relacionados con la operación.
- Establecer normas de rendimiento, de las que puede depender la planificación y el control eficaz de la producción.
- Contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo, al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuar dichas operaciones.

1.1.5.2 Técnicas del estudio del trabajo

El estudio del trabajo está combinado de dos técnicas básicas que son el estudio de métodos y la medición del trabajo. La institución Británica de Estándares (BSI, 1991) los define de la siguiente manera: Estudio de métodos de trabajo, es el registro y examen crítico sistemático de las formas de ejecutar actividades con el fin de realizar mejoras en los procesos de trabajo. Medición de los procesos de trabajo, consiste en la aplicación de técnicas al para establecer con precisión cuanto tiempo debería invertir un trabajador cualificado en llevar a cabo un proceso concreto de trabajo. Estas dos técnicas están relacionadas entre sí y ambas conducen a la obtención de mayores niveles de productividad (Rodríguez, 2007, p.139).

1.2 ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos (EM), se centra en determinar cómo se realiza un trabajo, teniendo en cuenta que las actividades pueden ser realizadas por un solo operario o un grupo de ellos ya sea con herramientas, equipos o maquinaria. El EM Se define como el registro y el examen crítico sistemático que se efectúa a la forma de realizar las actividades, con el fin de proponer mejoras que incrementen el rendimiento de los empleados y la calidad de los productos (Baca, et al., 2011, p. 213).

1.2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Los objetivos del estudio de métodos son varios, siendo los más importantes (García, 2005, p. 15):

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición y el diseño del centro productivo.
- Economizar el esfuerzo humano y minimizar la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra.
- Aumentar la seguridad.
- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Hacer fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.

1.2.2 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS (EM)

El estudio de métodos, consiste en el seguimiento de las siguientes ocho etapas: Seleccionar, registrar, analizar, examinar, establecer, evaluar, definir, implantar y controlar. El seguimiento de este procedimiento, permitirá el registro y evaluación

crítica sistemática de la forma de cómo se están realizando las actividades, para posteriormente mejorarlos (Kanawaty, 1996, p. 77).

1.2.2.1 Selección

Seleccionar el trabajo a ser analizado dentro de una serie de actividades, significa, asignar prioridades para resolver las más urgentes y que tendrán más impacto en la organización, para lo cual, se requiere que se consideren factores de costos, técnicos y humanos. Esto indica que se deberán analizar y resolver, primero aquellos trabajos que representen un costo mayor para la empresa, en términos de dinero, distancias, tiempos, etc. Así como los que involucren cambios de tecnología o aquellos que le ocasionen problemas importantes al empleado. La prioridad puede determinarse usando el análisis de Pareto (Baca, et al., 2011, p. 213).

1.2.2.2 Registro

Luego de seleccionar el trabajo a ser analizado, se registra los detalles del trabajo del método actual, para, identificar a profundidad los detalles de cómo se realiza el proceso, por medio de la observación directa se registrará todas las actividades en forma clara y concisa. Para registrar la información puede usar cursogramas de procesos que usan simbología estándar de la asociación de ingenieros mecánicos de Estados Unidos de América (García, 2005, p. 37).

Diagramas para análisis de procesos

Los diagramas para análisis de procesos más comunes se clasifican en: Diagramas que indican secuencias de operaciones, gráficos que poseen escalas de tiempo y diagramas para representar flujo, movimiento y desplazamiento.

Dentro de los diagramas que indican secuencias de operaciones, tenemos (Baca, et al., 2011, p. 216):

- *Cursograma sinóptico del proceso*, que básicamente es una representación general de las operaciones e inspecciones principales.
- *Cursograma analítico*, muestra con mayores detalles la secuencia de un proceso, este cursograma hace uso de todos los símbolos descritos anteriormente, estos a su vez pueden ser cursogramas de operario, de materiales y del equipo, su uso dependerá de cual sea el objeto central de análisis.
- *Diagrama bimanual*, es un diagrama que muestra en detalle las actividades realizadas por ambas manos de un operario siempre y cuando se realicen en una mesa de trabajo

Dentro de los diagramas que poseen escalas de tiempo tenemos:

- *Diagrama de actividades múltiples*, o también conocido como diagrama hombre-máquina, muestra de manera gráfica la ejecución de actividades simultáneas, el gráfico tiene escala de tiempo, que permite observar la duración aproximada de las actividades tanto del obrero como de la máquina. La principal utilidad de este esquema es la detección y cuantificación de tiempos muertos, este tipo de gráficos utiliza barras asociadas a una escala de tiempo (Hodson, 1996, p. 3.17).

Dentro de los diagramas que representan flujo, movimiento y/o desplazamiento, tenemos:

- *Diagrama de recorrido*, que es un complemento del cursograma analítico, que permite observar en dos dimensiones la distribución real del área en que se ejecuta el proceso, este diagrama ayuda a visualizar posibles

cambios en la distribución de las áreas (layout), maquinarias, etc., para evitar recorridos innecesarios.

- *Diagrama de hilos*, permite observar la interrelación entre las distintas áreas de una empresa, y por medio de ella se puede ver cuál es el área que tiene una mayor relación con otra tomando en cuenta el flujo de materiales, la energía y la información entre ellas (Baca, et al., 2011, p. 220).

1.2.2.3 Análisis

Posteriormente se analiza los detalles del trabajo del método actual, a través de un interrogatorio que se aplica a cada actividad del proceso, a fin de tener claro: El motivo y utilidad de la actividad, el lugar en que se realiza, la secuencia para realizarla, las personas que la efectúan, la forma en que es ejecutada. Este interrogatorio, consiste en las siguientes preguntas:

¿Para qué existe cada detalle?

¿Cuándo debe ejecutarse el detalle? Si hay respuestas razonables se realiza las siguientes preguntas

¿Dónde debe hacerse el detalle?

¿Cuándo debe ejecutarse el detalle?

¿Quién debe hacer el detalle? luego se plantea la pregunta

¿Cómo se ejecuta el detalle?

Con estas interrogantes se reduce la subjetividad del que realiza el estudio, y se investiguen las causas y no los efectos, se registren los hechos y no las opiniones, y tomen en cuenta las razones, no las excusas (García, 2005, p.37).

1.2.2.4 Desarrollo del nuevo método

Para desarrollar el nuevo método de trabajo es necesario tener en cuenta las respuestas obtenidas, las que nos permitirá tomar las siguientes acciones (García, 2005, p.38):

- *Eliminar*, si las primeras preguntas, por qué y para que, no pudieron contestarse.
- *Cambiar*, está en función de las respuestas a las preguntas, cuando, en donde y quien, lo cual permitirá buscar un lugar más adecuado, un orden conveniente o una persona más capacitada.
- *Cambiar y reorganizar*, si se cambia algo en la forma de realizar el trabajo, será necesario modificar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.
- *Simplificar*, los detalles que no se eliminaron, posiblemente pueden ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la pregunta ¿Cómo se ejecuta la actividad? llevará a simplificar la forma de ejecución.

1.2.2.5 Adiestramiento a los operarios

Previo a la implementación de una mejora, se debe tener la seguridad de que la solución ha sido revisada y aprobado por todos los actores, para que, sea realizable y compatible con las condiciones de trabajo.

El cambio propuesto debe incluir los aspectos económicos y de seguridad, así como los factores calidad y cantidad del producto. Si se considera que la solución es buena es necesario determinar si afectará a otros departamentos o personas. Al implementar un nuevo método, todos los individuos son afectados favorable o desfavorablemente, por lo que es conveniente (García, 2005, p.39):

- Mantener informado al personal involucrado antes de implantar los cambios.
- Tratar al personal con la deferencia y dignidad que merece un ser humano.
- Motivar a que todos aporten sugerencias.
- Reconocer la participación de quien lo merezca.
- No apropiarse de las sugerencias ajenas
- Explicar, porque, se rechaza una sugerencia.
- Hacer sentir al personal que son parte de la solución para mejorar las condiciones de la fábrica.

El nuevo método revisado y aprobado, es comunicado formalmente a todos los interesados, especialmente a los trabajadores que lo ejecutarán; la Organización Internacional del Trabajo (OIT) recomienda la elaboración de documentos, que indiquen el detalle del procedimiento que puedan servir para la capacitación de los operarios y ser una referencia en el futuro. Luego el operario será entrenado y capacitado en el nuevo método de trabajo (Baca, et al., 2011, p. 222).

1.2.2.6 Aplicación del nuevo método

Después de tener en cuenta los pasos anteriores, se implementa el nuevo método de trabajo, con la vigilancia de todo el personal involucrado (García, 2005, p.39). Al implantar el nuevo método, Hay que estar conscientes, que la productividad y el desempeño desciende, pero, mientras más se repita la nueva forma de trabajar, el operario adquirirá más destreza y habilidad con el tiempo mejorará su productividad (Baca, et al., 2011, p. 223).

En resumen el estudio de métodos, permite determinar, las actividades que no aportan al proceso y limitan la productividad, luego de un análisis crítico implementa métodos mejorados que permitirán aumentar la productividad sin descuidar la seguridad y la calidad del producto.

1.3 MEDICIÓN DEL TRABAJO

Según la OIT, La medición del trabajo (MT) se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado” en efectuar sus actividades comparándolas con estándares preestablecidos.

La medición del trabajo tiene dos objetivos principales.

- *Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo.* Entendiéndose como el tiempo ocioso o de inactividad que no añade valor a los productos o servicios, que a veces los empleados malgastan consciente o inconscientemente.
- *Crear normas o estándares de tiempo,* que es un tiempo que considera las tolerancias y retrasos inevitables a fin de que funcionen como referencia del tiempo de ejecución de una tarea y se detecte cuando el obrero se toma más tiempo del estipulado para ejecutar el trabajo.

Los estándares de tiempo no sólo son control y supervisión del desempeño de los empleados, si no que estos datos pueden ayudar a la planificación de la producción, creación de presupuestos, normas de utilización de la maquinaria, fijación de políticas de salarios e incentivos, etc. (Baca, et al., 2011, p. 224).

Para la medición del trabajo se cuenta con un procedimiento que consta de los siguientes pasos:

- Seleccionar el trabajo a medir
- Registrar la información pertinente
- Examinar los métodos de trabajo
- Medir cada elemento del trabajo
- Evaluar el desempeño del operario
- Completar las mediciones con las holguras necesarias

- Definir el estándar de tiempo

Este procedimiento permite la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Todas las etapas son necesarias cuando se requiere fijar tiempos tipo, si se va a determinar los tiempos improductivos de una actividad o proceso que está en marcha, será suficiente usar los cuatro primeros pasos (Kanawaty, 1996, p. 255).

La medición de cada uno de las actividades de un proceso se puede efectuar con distintas técnicas, las más comunes utilizadas por la medición del trabajo son (Baca, et al., 2011, p. 224):

- Medición directa, estudio de tiempos con cronómetro
- Muestreo del trabajo
- Sistemas de tiempos predeterminados
- Datos tipo.

1.3.1 ESTUDIO DE TIEMPOS, ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO

El estudio de tiempos puede definirse como el procedimiento utilizado para medir el tiempo que necesita un trabajador calificado para realizar una tarea de acuerdo a un método establecido. En la práctica, el estudio de tiempos abarca el estudio de métodos ya que mientras se hace el estudio de tiempos se tiene que observar los métodos de trabajo y a la vez permite ver oportunidades para la mejora de los métodos actuales (Hodson, 1996, p. 4.13).

El estudio de tiempos es la técnica básica y principal de la medición del trabajo su objetivo es registrar los tiempos de realización de las tareas y determinar el tiempo requerido para el proceso, para lo cual se requiere un cronómetro, en la actualidad también se utiliza el video y el cronógrafo, se requiere también de formularios de estudios de tiempo y un tablero. Los pasos para el estudio de

tiempos son similares a los pasos del estudio de medición del trabajo, con ligeras variantes (Baca, et al., 2011, p. 224).

1.3.1.1 Seleccionar el trabajo

El estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando, se tiene las siguientes situaciones (García, 2005, p.185):

- Ejecución de una nueva operación, actividad o tarea.
- Ante quejas de los trabajadores, sobre el tiempo de una operación.
- Retrasos por operaciones lentas.
- Fijar tiempos estándar para un sistema de incentivos.
- Bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

1.3.1.2 Seleccionar un operario calificado

El operario debe ser un trabajador promedio que use el método aprobado y que trabaje a un nivel de desempeño aceptable, es decir elegir un operador con las aptitudes físicas necesarias y con las destrezas y conocimientos suficientes para que realice su trabajo en forma consistente y a un ritmo normal (Hodson, 1996, p. 4.23)

1.3.1.3 Análisis del trabajo

Hay que describir detalladamente el método de trabajo a estudiar incluyendo el área, materiales, insumos, herramientas y equipos utilizados. El objetivo principal es conocer a profundidad las actividades que componen la operación (Baca, et al., 2011, p. 225).

1.3.1.4 Dividir el trabajo en elementos

Los elementos para el estudio de tiempos deben ser lo más pequeños y descriptibles posible, Además, deben estar en secuencia. Algunas recomendaciones principales a tener en cuenta en la división (Meyers, 2000, p. 149):

- Verificar que todas las actividades y elementos usados son absolutamente necesarios.
- Separar los tiempos de ejecución, de las máquinas y de los obreros.
- Identificar si la actividad es repetitiva o es el resultado de alguna circunstancia repentina.
- Seleccionar elementos de tal manera que sea posible identificar su inicio y su fin con algún tipo de señal visual, acústica, etc. Esto permitirá cronometrar las actividades con facilidad y exactitud

1.3.1.5 Efectuar mediciones de prueba y ejecutar una muestra inicial

La muestra inicial sirve de práctica y a la vez permite determinar algunos parámetros que servirán para establecer el número real de observaciones con la ayuda de principios de estadísticos (tamaño de la muestra). Se recomienda que al inicio el tamaño de la muestra sea de 20 observaciones (Baca, et al., 2011, p. 225).

1.3.1.6 Determinar el tamaño de muestra

Con los parámetros de la muestra inicial y con el nivel de confianza y exactitud requerida se procede a determinar el tamaño de la muestra. Estas observaciones se efectuarán aleatoriamente para garantizar la confiabilidad del estudio.

Existen distintas formas para calcular el tamaño de la muestra, la más recomendable es la estadística, que también presenta variantes dependiendo del autor.

La OIT recomienda utilizar la siguiente fórmula

$$\# \text{ Observaciones} = \left[\frac{40 * \sqrt{\text{tamaño muestra inicial} * \sum(\text{obs}^2) - (\sum \text{obs})^2}}{\sum \text{de las observaciones}} \right]^2 \quad [1.3]$$

Que da un nivel de confianza del 95,45%, es decir, de las mediciones cuando mucho se tendrá un error del 5% del dato real (Baca, et al., 2011, p. 225).

1.3.1.7 Cronometrar

Es la medición del tiempo de ejecución de las tareas, con pleno conocimiento del operario, sin ocultar el cronómetro ni tratar de engañar a los empleados y así evitar reacciones negativas que pueden llevar al fracaso el proyecto (Baca, et al., 2011, p. 226).

1.3.1.8 Calificar la actuación del operario

Es la valoración del ritmo de trabajo del empleado, es decir, es la determinación del tiempo básico necesario para la ejecución de una actividad. Existen distintas metodologías para la evaluación o calificación del operario: norma británica, Westinghouse, evaluación sintética, calificación objetiva y por velocidad. Sin embargo la calificación del operario es el paso más importante en un estudio de tiempos por contribuir a definir con justicia el tiempo para que un operario realice sus actividades en condiciones normales. La norma británica conocida también como escala 0 – 100, evalúa al empleado utilizando los criterios de evaluación como lo muestran los datos presentados en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Criterios de evaluación, según norma británica

Escala	Descripción del desempeño del individuo
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, operador somnoliento, sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien supervisado. Parece lento pero no pierde tiempo voluntariamente
100 (ritmo estándar)	Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, superior al ritmo estándar
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos sin probabilidad de durar así por periodos largos de tiempo

(Kanawaty, 1996, p. 318)

Usando la tabla 1.3, si el ritmo de trabajo observado en el obrero es inferior al ritmo estándar, se asignará un factor menor de 100. Caso contrario si el ritmo de trabajo es superior al ritmo tipo, deberá emplearse un factor mayor de 100. Esta evaluación se usa para determinar el tiempo básico, que es aquel que el operario necesita para ejecutar una actividad al ritmo estándar (Baca, et al., 2011, p. 227).

El tiempo básico se obtiene de la siguiente manera

$$Tiempo\ básico = Tiempo\ observado \times \frac{Calificación}{Ritmo\ estándar} \quad [1.4]$$

Otra forma de evaluar al operario es por medio del método Westinghouse, el mismo que considera cuatro factores para ser calificados:

- *Habilidad*, se determina por su experiencia y aptitudes netas para ejecutar un método predeterminado. Por lo general se califican en seis grados de habilidad: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema.

- *Esfuerzo*, es la demostración de la voluntad del operario para trabajar con eficiencia. Se distinguen seis niveles de esfuerzo: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo.
- *Condiciones de trabajo*, son las condiciones físicas que pueden afectar al operario, como, los niveles de iluminación, ruido, temperatura y ventilación. Las clases de condiciones de trabajo son: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.
- *Consistencia*, es ver si los resultados obtenidos por el operador se repiten constantemente. Las clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable, y deficiente.

Cada factor es evaluado de acuerdo con los criterios mencionados y cada calificación corresponde a una valoración numérica que se utilizará para la determinación del tiempo básico (Baca, et al., 2011, p. 227).

1.3.1.9 Estimación de tolerancias

La tolerancia por descanso es el que se añade al tiempo básico para permitir al operador recuperarse por la realización de determinado trabajo en determinadas condiciones y pueda atender sus necesidades personales, su valor depende del tipo de trabajo. Las otras tolerancias se dan por contingencias y por políticas de la empresa, y son valores pequeños que se agrega al tiempo básico para prever demoras que no compensa medir exactamente porque no aparecen con frecuencia (Kanawaty, 1996, p. 338-340).

Del tiempo disponible en un día de trabajo se debe deducir los tiempos concedidos para los paros debido a las necesidades personales y a la recuperación de la fatiga, que dependerá mucho del tipo de trabajo o del esfuerzo físico que realiza el obrero y de las condiciones en que se realiza el trabajo (Vaughn, 1988, p. 410).

Tabla 1.4. Tolerancias recomendadas por la organización internacional de trabajo

TOLERANCIAS	Añadir %
A. Tolerancias constantes	
Tolerancias por necesidades personales	5
Tolerancias por fatiga	4
B. Tolerancias variables	
1) Tolerancias por ejecutar el trabajo de pie	2
2) Tolerancias por posiciones anormales en el trabajo	
a) Ligeramente molesta	0
b) Molesta (cuerpo encorvado)	2
c) Muy molesta (acostado extendido)	7
3) Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras respectivamente):	
a) 2.3 kg / 5 lb	0
b) 4.5/10	1
c) 6.8/15	2
d) 9.1/20	3
e) 11.4/25	4
f) 13.6/30	5
g) 15.9/35	7
h) 18.2/40	9
i) 20.5/45	11
j) 22.7/50	13
k) 27.3/60	17
l) 31.8/70	22
4) Alumbrado deficiente:	
a) Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b) Muy inferior	2
c) Sumamente inadecuado	5
5) Condiciones atmosféricas variables (calor y humedad)	0-10
6) Atención estricta:	
a) Trabajo moderadamente fino	0
b) Trabajo fino o de gran cuidado	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7) Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente – fuerte	2
c) Intermitente – muy fuerte	5
d) De alto volumen – fuerte	5
8) Esfuerzo mental:	
a) Proceso moderadamente complicado	1
b) Complicado o que requiere amplia atención	4
c) Muy complicado	8
9) Monotonía:	
a) Escasa	0
b) Moderada	1
c) Excesiva	4

(Baca, et al., 2011, P. 228)

La tabla 1.4 muestra un resumen de las recomendaciones dadas por la Organización Internacional de trabajo, con respecto a las tolerancias.

Una vez estimado el tiempo básico, se necesita agregar tolerancias para determinar el tiempo estándar. Las tolerancias son fracciones de tiempo constantes o variables que deben añadirse al tiempo básico como compensación por fatiga y mental (se definen en función de: las condiciones de trabajo, iluminación, temperatura, humedad, ruido, ventilación y colores, Además, de la repetitividad del trabajo, concentración requerida, monotonía de movimientos corporales, posición corporal y cansancio muscular), necesidades personales y otros retrasos inevitables.

Se recomienda que las tolerancias sean de al menos 10% del tiempo básico. Las tolerancias se requieren para comodidad y bienestar del empleado. Diversos autores recomiendan asignar 5 y 4% del tiempo básico para este propósito (Baca, et al., 2011, p. 227).

1.3.1.10 Cálculo del tiempo estándar

Con el tiempo básico y determinado los tiempos suplementarios constantes y variables, se determina el tiempo estándar o también llamado tiempo tipo.

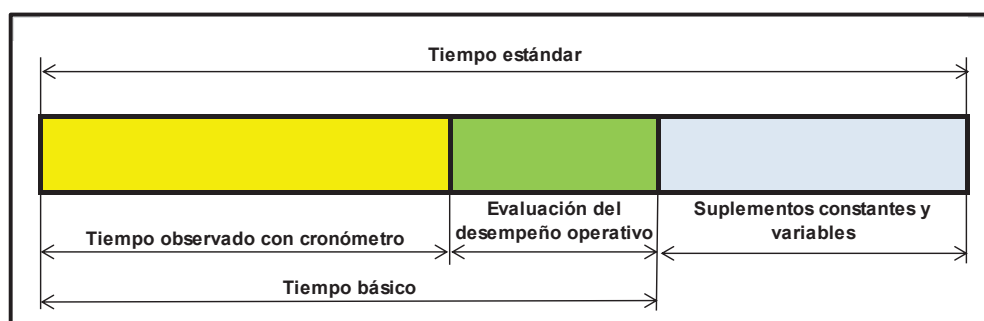


Figura 1.1. Representación gráfica, de la obtención del tiempo estándar

(Baca, et al., 2011, p. 229)

El tiempo básico visto en fórmula se puede representar de la siguiente manera:

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ básico \left(1 + \frac{tolerancia}{100}\right) \quad [1.5]$$

Según los autores, Fernández, Gonzáles y Puente (1996) Al tiempo básico, de la actividad debe agregársele un porcentaje por distintos conceptos de suplementos: para necesidades personales como aseo, tomar café, tomar agua, etc., retrasos inevitables en el trabajo como falta de materiales, y fatiga del trabajador física o mental (p. 23)

1.3.2 MUESTREO DEL TRABAJO

El objetivo del muestreo, es estimar la proporción del tiempo ocioso de una máquina o un trabajador en función del tiempo total de trabajo. Para lo cual se hará observaciones al azar sin intervalos de tiempos predeterminados y se anotará si está activo o inactivo el objeto de estudio, mientras más observaciones se realicen es más probable estimar acertadamente la proporción del tiempo que la maquinaria/individuo se encuentra en actividad/inactividad. Para que este análisis tenga un cierto nivel de confianza se debe hacer uso de principios matemáticos de probabilidad y estadística, para determinar el número mínimo de observaciones aleatorias que se tiene que realizar (Baca, et al., 2011, p. 229).

1.3.2.1 Metodología del muestreo del trabajo

García (2005) cita cuatro pasos como metodología del muestreo del trabajo (p. 251).

1. Pasos preliminares
 - a) Definición de los objetivos
 - b) Diseño del procedimiento de muestreo, lo que implica:

- Estimación del número de observaciones que deben hacerse
 - Selección de la longitud del trabajo.
 - Determinación de los detalles del procedimiento de muestreo
2. Recopilación de datos mediante la ejecución de un plan de muestreo previamente diseñado.
 3. Procesamiento de cálculos.
 4. Presentación de resultados.

Técnicas del muestreo por atributos

La desviación típica en el muestreo por atributos se calcula de la siguiente manera (García, 2005, p. 252):

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} \quad [1.5]$$

Dónde:

σ : desviación estándar

p = número total de actividades indeseables (m) / Número total de actividades controladas (n)

N : Número de observaciones totales del muestreo

1.3.3 SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS (STP)

Estas técnicas, se dice que son métodos indirectos porque se pueden obtener tiempos estándar sin la necesidad de hacer mediciones con cronómetro. Por el contrario utiliza bases de datos que contienen información de movimientos básicos, como, mover un brazo, dar un paso, doblar el cuerpo, colocar un objeto, etc. y su duración; estas bases de datos se han ido registrando y actualizando a través del tiempo y son resultados de estudios de tiempos aplicados en distintas empresas en todo el mundo. La idea principal de los STP es armar la operación

que nos interese a partir de los movimientos básicos citados y sumar sus tiempos para determinar el estándar; estos sistemas se reconocen como los estudios de medición del trabajo más confiables y exactos, pues el error estimado es menor comparado con otras técnicas, como se puede ver en los siguientes datos (Baca, et al., 2011, p. 232):

- | | |
|---------------------------|-----|
| • Registros históricos | 30% |
| • Estimaciones | 20% |
| • Estudios con cronómetro | 10% |
| • Tiempos predeterminados | 5% |

Desventajas (Baca, et al., 2011, p. 232):

- Requieren de especialistas con amplia experiencia para poder determinar estándares adecuados.
- Requieren entrenamiento especializado y certificación por parte de un organismo privado.
- Algunos de los STP sólo se pueden aplicar si se contrata a la firma consultora especializada que ha inventado el sistema.
- La gran mayoría de los sistemas se han inventado en Estados Unidos de América, por lo que su aplicación en otros países debe evaluarse detenidamente.
- La mayoría de los STP son marcas registradas propiedad de empresas privadas.

Tipos de sistemas de tiempos predeterminados (Baca, et al., 2011, p. 232)

Existen dos tipos generales:

- a) Sistemas detallados. proporcionan subdivisiones precisas de los miembros del cuerpo.

- b) Sistemas con tablas condensadas. Contienen tablas de tiempos de duración de movimientos combinados, lo que requiere un análisis menos detallado de los métodos de trabajo.

Hay más de 250 STP conocidos. Los más comunes se citan a continuación (Baca, et al., 2011, p. 232):

- Motion Time Analysis (MTA)
- Work Factor (WF)
- Basic Motion Time Study (BMT)
- Methods Time Measurement (MTM)
- Universal Analyzing System (UAS)
- Micro Motion Analysis (MICRO)
- Modular Arrangement of PTS (MODAPST)
- Macro Motion Analysis (MACRO)
- Maynard Operation Sequence Technique (MOST)

1.3.4 MAYNARD OPERATION SEQUENCE TECHNIQUE (MOST)

La técnica MOST es la más reciente, novedosa y precisa, según lo detalla uno de sus creadores, Kjell B. Zandin, del instituto Maynard en Suecia. Su primera aplicación industrial fue en 1974 en estados unidos de América y fue resultado de una revisión de los datos del sistema MTM, también creado por H.B Maynard y cuya principal ventaja es la realización de estudios de medición del trabajo en la mitad del tiempo. Algunas ventajas adicionales del sistema MOST son (Baca, et al., 2011, p. 233):

- Los tiempos reflejan 100% del nivel de desempeño del operario, con ello se evita el sesgo que puede ocasionar la evaluación del trabajador.

- MOST es rápido de aplicar sólo requiere 10 horas de tiempo del analista por cada hora de trabajo medido.
- Puede ser aplicado de memoria si el ingeniero industrial es suficientemente entrenado.
- Tiene acceso universal, esto es el modelo puede ser “interpretado” por cualquier persona entrenada en el sistema.
- Tiene una precisión adecuada.
- Es fácil de aprender y de entender.
- Requiere de un mínimo de trabajo escrito ya que se ha creado un software que auxilia en el cálculo de los estándares.
- Tiene un sistema múltiple de niveles.
- Ofrece resultados consistentes.
- Fomenta el desarrollo de métodos.
- Permite el uso de suplementos y de valores extendidos
- Su implementación es relativamente económica.

MOST define que los movimientos alcanzar, mover, sujetar, y colocar los objetos, tiende a seguir ciertos patrones repetitivos. Estos movimientos básicos se identificaron y ordenaron como modelos de secuencia que son las guías básicas para el análisis de medición del trabajo en MOST. Esto significa que, por consecuencia, la trayectoria básica del movimiento de un objeto se describe por un modelo de secuencia universal en lugar de un conjunto de movimientos básicos detallados al azar. Existen Además, algunas variantes y niveles de la familia MOST, como son, Básico (Basic-MOST), Mínimo (Mini-MOST), Máximo (Maxi-MOST) (Baca, et al., 2011, p. 233).

2. METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ÁREA DE PRENSADO DE PASTILLAS

2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La fábrica de frenos automotrices Egar S.A está ubicada en Pifo, Quito-Ecuador en el km 24 ½ de la vía Interoceánica. EGAR S.A. produce desde 1978 materiales de fricción para frenos automotrices. La calidad de sus productos ha generado confianza en los mercados del Pacto Andino, los países del Cono Sur, Centro América y el Caribe, por lo que, más del 45% de la producción actual se destina a esos territorios, como se puede ver en la página web de Egar S.A.

La empresa cuenta con líneas de producción que le permite obtener 5 familias de productos, como lo muestran los datos presentados en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Productos elaborados en la industria EGAR S.A

FAMILIA DE PRODUCTOS	APLICACIÓN
Bloques y zapatas	Para frenos de tambor equipados con sistema hidráulico, neumático o mixto. En vehículos de transporte de pasajeros y de carga
Pastillas de freno	En vehículos equipados con frenos de disco
Segmentos	Para frenos de tambor de vehículos livianos
Rollos de freno	Para todo tipo de vehículo equipado con frenos de tambor, motocicletas, frenos industriales y otras aplicaciones.
Pegamento para freno	Para todo tipo de materiales de fricción: segmentos, rollos y pastillas

(Egar S.A, 2014, <http://www.frenosautomotrices.com>).

Para la operación de la organización, Egar S.A, cuenta con un recurso humano de 83 trabajadores que colaboran directamente con la empresa (Egar S.A, 2014, Organigrama).

La producción de la empresa es por lotes, con una gran variedad de productos dentro de cada familia, lo que recae en una producción con un enfoque por procesos.

2.1.1.1 Situación actual del producto pastillas de freno

En el 2013 el área comercial de la empresa EGAR S.A, ha establecido un tamaño de mercado anual de pastillas integradas de al menos 304 500 juegos/año y según los registros de ventas nacionales del año 2012, la empresa vendió 1 788 juegos/año, lo que implica que, nuestra empresa tiene una participación del 0,6% del mercado ecuatoriano, en el producto pastillas integradas. La expectativa es incrementar esta participación a un 10%, lo que implica ofertar 30 400 juegos/año o 2 500 juegos/mes de pastillas integradas (Egar S.A, 2013, Objetivos).

Tabla 2.2. Ventas y requerimiento mercado nacional

Ventas pastillas mercado nacional, promedio mensual				
	Pastilla Asb Café S/R (juegos)	Pastilla Mét. S/R (juegos)	Pastillas Metálicas C/R (juegos)	Producción total pastillas (juegos)
Promedio mensual 2010	1 740	7 332	249	9 321
Promedio mensual 2011	1 604	6 951	200	8 755
Promedio mensual 2012	1 223	6 622	149	7 995
Promedio nacionales	1 522	6 968	199	8 690
Requerimiento mensual con incremento de ventas	1 522	6 968	2 500	10 991

(Egar S.A, 2013, Objetivos).

Con la información de ventas del mercado nacional y con el incremento requerido de 2 500 juegos/mes de pastillas con respaldo, esto implica un crecimiento en las ventas locales del 26,5%, en la línea de pastillas, manteniendo las ventas de pastillas sin respaldo en las dos familias metálica y café, tal como lo muestra la tabla 2.2.

Se revisa la producción de la planta en la línea de pastillas en el año 2012, logrando como resultado, una producción promedio 14 798 juegos/mes, de los cuales 177 juegos corresponden a pastillas con respaldo, 11 186 juegos corresponden a pastillas metálicas sin respaldo y 3 435 juegos pertenecen a pastilla café sin respaldo, como lo muestran los datos presentados en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Producción total de pastillas 2012 y requerimiento

	Pastilla Asb Café S/R (juegos)	Pastilla Mét. S/R (juegos)	Pastillas Metálicas C/R (juegos)	Producción total pastillas (juegos)
Total año 2012:	41 224	134 231	2 122	177 577
Promedio mensual 2012:	3 435	11 186	177	14 798
Producción mensual requerida:	3 435	11 186	2 500	17 121

(Egar S.A, 2012, Movimientos de inventarios).

Con la información de la tabla 2.3, para cumplir con el requerimiento del área comercial de nuestra empresa, de subir de 177 a 2 500 juegos/mes en la producción de pastillas con respaldo, manteniendo la producción de las pastillas sin respaldo, la planta industrial de Egar S.A, requiere aumentar su capacidad productiva en el área de prensado del 16%, con los mismos recursos con que se viene trabajando, es decir, con las mismas horas de trabajo, con la menor inversión posible, para mantener los precios y la calidad del producto.

En las condiciones actuales el área de prensado es el recurso que más problemas presenta para incrementar la capacidad requerida y no es factible aumentar más equipos, por su alta inversión que podría ser de 100 000 a 200 000 dólares dependiendo del proveedor. Así, como tampoco es factible reducir el tiempo del ciclo total en las condiciones existentes. Convirtiéndose el prensado en la restricción de los procesos para obtener el producto pastillas de freno.

Por lo que, en la sección de prensado de pastillas se emplearán los métodos de la ingeniería industrial para aprovechar la infraestructura instalada y por ende

aumentar la productividad con la menor inversión, mediante la optimización de los medios de producción, revisando la capacidad de los equipos, el proceso y las herramientas utilizadas en esta sección.

2.1.1.2 Producción de pastillas de freno con respaldo

Se recopiló la información por inspección directa y de las hojas de proceso de fabricación de pastillas de freno con respaldo o también llamada pastillas integradas, donde se identificó las etapas mostradas en la tabla 2.1.

De manera general las pastillas integradas, inicia con el pesaje de las materias primas de acuerdo al producto a fabricar, para, posteriormente mezclar, luego sigue la etapa de premoldeado que consiste en prensar la mezcla a bajas presiones y a temperatura ambiente, con el fin de dar una preforma de pastilla y esta se pueda poner en las cavidades de las matrices de pastillas.

En un proceso apartado, se prepara el respaldo metálico para darle la rugosidad necesaria para que tenga una buena adherencia el material de fricción.

Con el premolde y el respaldo listo se procede al prensado, proceso que se realiza en prensas automáticas de acuerdo a especificaciones ya establecidas.

Una vez prensada las pastillas estas se rectifican para darle el espesor final y la planitud del producto. Posteriormente se realiza el cejado de la pastilla que es una señal que indica el límite máximo de uso de la pastilla.

Realizada estas operaciones a la pastilla se le limpia los residuos del rectificado y del cejado.

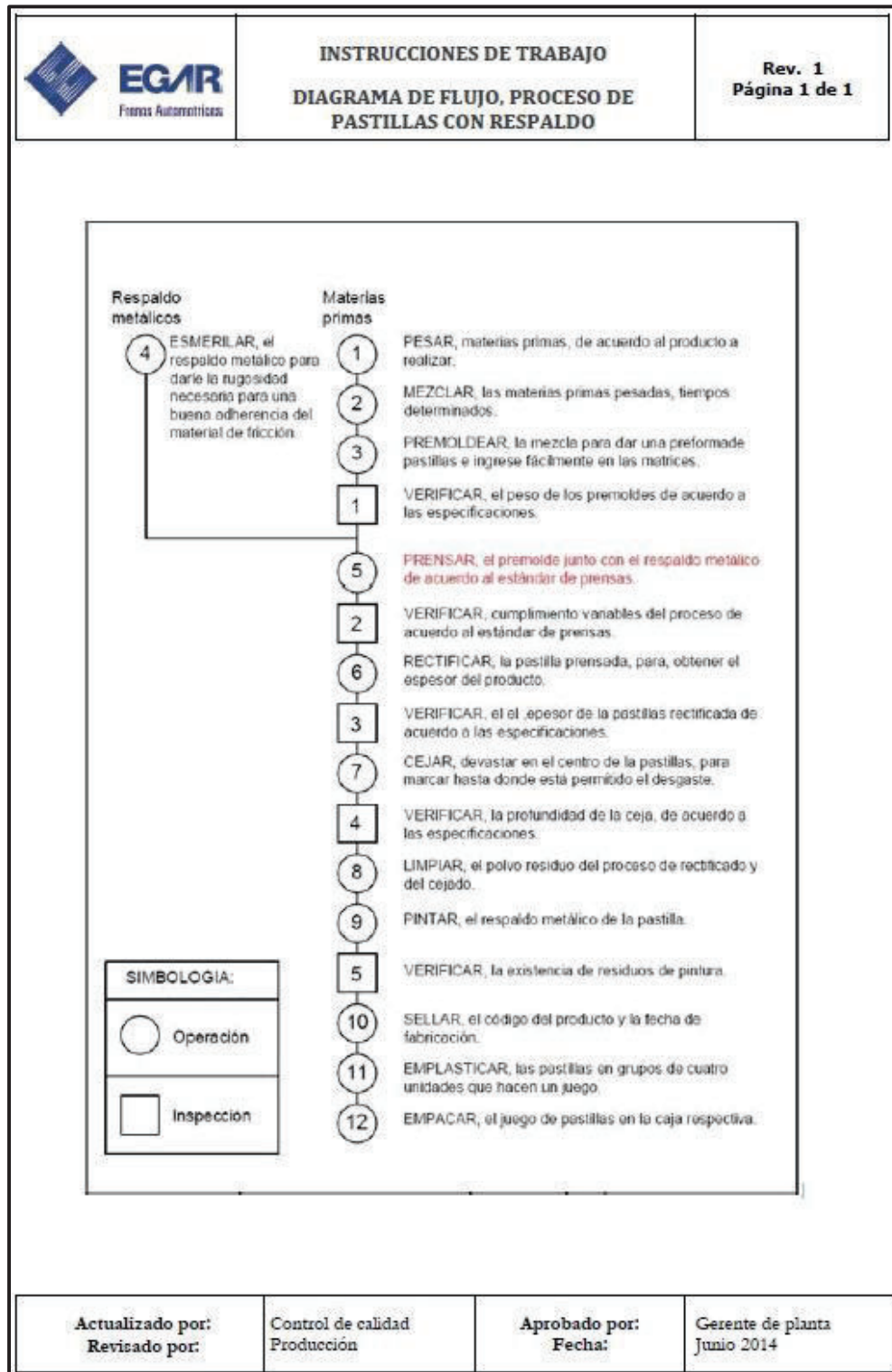


Figura 2.1. Operaciones en la producción de pastillas

Con las pastillas limpias, se procede a pintar el respaldo metálico, para luego ser selladas con el código del producto y la fecha, con fines de trazabilidad. Luego del sellado, el producto se emplastica en grupos de 4 unidades que conforman un juego de pastillas, estos juegos emplastificados seguidamente se empaca en cajas de acuerdo al producto.

2.2 EVALUACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL ÁREA DE PRENSADO

Para determinar las condiciones que limitan la productividad en el prensado de pastillas se realizó el análisis en las actividades que se ejecutan en el proceso actual del prensado de pastillas en la prensa PPP3, con la ayuda del diagrama hombre máquina de la tabla 3.4.

Para la evaluación de tiempos primero se determinó el método actual, para lo cual se revisó la información disponible del proceso de prensado, como hojas de proceso y las especificaciones del producto, luego se registró todas las actividades del proceso de prensado de pastillas a través de la observación directa, posteriormente se analizó la información obtenida del método actual. La evaluación de tiempos y movimientos se ejecutó de acuerdo a los pasos descritos en 1.3.1 Medición de tiempos, estudio de tiempos con cronómetro.

2.3 REVISIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ÁREA DE PRENSADO

Para, garantizar la operación continua de las prensas con los requerimientos que el proceso exige y con la certeza que las prensas van a trabajar más horas de las que actualmente trabajan. Se evaluó con el personal de mantenimiento de la empresa, el estado actual de la prensa en su parte mecánica y eléctrica. Para

determinar el estado actual se revisó el historial de fallos del equipo del año 2013 y la información técnica disponible del equipo.

2.4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE HERRAMIENTAS ERGONÓMICAS EN EL PRENSADO DE PASTILLAS

Con base en el análisis del método actual mostrada en la tabla 3.4, se observó que existe mucho tiempo de máquina inactiva, lo que permitió ver que se puede aprovechar más el equipo si se logra traslapar las actividades implementando un nuevo método, y con ello disminuir considerablemente el tiempo de ciclo de prensado de pastillas. Pero, el cambio de método implicaba algunos requerimientos adicionales, ya que este nuevo método nos llevaría a producir más, esto quiere decir, que tendremos más prensadas por turno y consecuentemente se incrementará las actividades realizadas por el obrero, así como también se incrementará el consumo de premoldes y de respaldos metálicos.

Para las actividades realizadas por el obrero, de manipulación de matrices con pesos que van desde 23 a 34 kilos, para cargar y descargar la prensa y que permita al obrero tener lista un grupo de matrices para la siguiente cargada, se diseñó un elevador de matrices con 8 niveles, cuatro para descargar y cuatro para cargar la prensa. Con el fin de no afectar la seguridad del obrero, la calidad del producto y la seguridad del equipo.

Para el incremento en el consumo de premoldes, se adecuó la mesa, duplicando el área para almacenar más premoldes. Y para el incremento en el consumo de respaldos metálicos se construye una mesa móvil, para que el obrero pueda ubicarlo en el lugar que mejor le favorezca.

En resumen las principales herramientas que se dotó en la prensa PPP3, son las siguientes:

- Diseño y construcción de un elevador de matrices con 8 niveles
- Adecuación de un nivel en la mesa de los premoldes
- Construcción de una mesa móvil para los respaldos metálicos

2.5 IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE NUEVO MÉTODO

Se coordinó con el personal de producción la implementación del nuevo método con la nueva herramienta. Inicialmente se probó con el obrero prensista más antiguo y con la asistencia del personal de mantenimiento, posteriormente se procede de igual manera con el otro obrero (relativamente nuevo). Se realizó un seguimiento registrando las producciones de los meses mayo y junio del 2014.

2.6 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRENSADO DE PASTILLAS

Se evaluó la productividad comparando los valores obtenidos en meses previos a la implementación y luego de la implementación. Luego se determinó la productividad mono factorial de la salida de la prensa PPP3 por el recurso usado hora hombre, es decir la salida de la prensa que son pastillas de freno por cada hora hombre.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE PRENSADO DE PASTILLAS

El área de prensado de pastillas está compuesta por los siguientes equipos:

- 2 Premoldeadoras
- 2 Prensas hidráulicas múltiples de 4 pisos

El proceso de prensado se realiza siguiendo las instrucciones que dispone la empresa, ver anexo II, Instrucciones pastillas con respaldo prensado.

Premoldeadoras

Son prensas que trabajan en frío y a bajas presiones, los dos equipos tienen una capacidad individual de 8 premoldes/minuto, si trabajaran 8 horas diarias produciría 20 160 juegos/día, dando un total en el premoldeo de 40 320 juegos/mes, con los dos equipos, como lo muestran los datos de la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Capacidad instalada premoldeadoras de pastillas

	Premoldes/minuto	Premoldes/día-8H	Juegos/día	Juegos/mes
Premoldeadora 1 (PDP1)	8	3 840	960	20 160
Premoldeadora 2 (PDP2)	8	3 840	960	20 160
			Capacidad total:	40 320

(Egar S.A, 2002, Recepción equipo).

Por lo que, estos equipos tienen capacidad suficiente para abastecer el requerimiento de premoldes. Con 4 horas de trabajo cubren la capacidad de las prensas de pastillas.

Prensas de pastillas

Son equipos hidráulicos con control automático, se dispone de dos prensas, llamadas prensa de pastillas 1 con código de empresa PPP1 y prensa de pastillas 3 con código de empresa PPP3. Cada una tiene 4 pisos, trabajan con presiones de 2 100 a 2 400 psi y con temperaturas de 155 a 165 °C, como muestra el estándar de prensas en el anexo III.

Estos equipos dan las propiedades físicas, químicas del producto, como son coeficiente de fricción, dureza, estabilidad dimensional, entre otras características propias de nuestros productos.

Según la tabla 3.2 las prensas de pastillas prácticamente han producido pastillas sin respaldo, su forma de trabajo arrojaba una capacidad de 15 456 juegos/mes, trabajando de la siguiente manera. La prensa PPP3 trabaja de lunes a jueves en dos jornadas de 11 horas y el viernes en una jornada de 8 horas.

Tabla 3.2. Capacidad instalada, prensas de pastillas

Prensa	Jornada	Producto	Turnos	Pisos	Cargadas/día	Pastillas/piso	Días/mes	Capacidad juegos/mes
PPP3	Lunes a jueves 11 horas	Pastillas sin respaldo	2	4	24	12	16	9 216
	Viernes 8 horas	Pastillas sin respaldo	1	4	17	12	4	816
PPP1	Lunes a jueves 11 horas	Pastillas sin respaldo	1	4	24	12	16	4 608
	Viernes 8 horas	Pastillas sin respaldo	1	4	17	12	4	816
Capacidad total prensas (juegos/mes):								15 456

La prensa PPP1 trabaja de lunes a jueves en una jornada de 11 horas y el viernes en una jornada de 8 horas como muestra los datos de la tabla 3.2.

Para aumentar la producción de pastillas con respaldo, se realizaron varias pruebas, siendo la de menor impacto, trabajar un piso en la prensa PPP3, pero, la capacidad de la prensa se ve reducida por la limpieza de las matrices, y la limpieza de las pastillas con respaldo.

Esta reducción se refleja en las cargadas que descienden de 24 a 22 en las jornadas de 11 horas y de 17 a 15 en las jornadas de 8 horas, mientras que la prensa PPP1 mantiene su capacidad, tal como lo muestra la tabla 3.3. Pero la capacidad total del prensado de pastillas disminuye de 15 456 juegos/mes a una capacidad de 14 592 juegos/mes, esto representa una reducción del 5,6%, y en la prensa de pastillas 3, que es el equipo que produce un piso de pastillas con respaldo, reduce su capacidad de 10 032 a 9 168 lo que indica que esta prensa tiene una disminución del 8,6%.

Tabla 3.3. Uso de infraestructura en área de prensado

Prensa	Jornada	Producto	Turnos	Pisos	Cargadas/día	Pastillas/piso	Días/mes	Capacidad juegos/mes
PPP3	Lunes a jueves 11 horas	Pastillas sin respaldo	2	3	22	12	16	6 336
		Pastillas con respaldo	2	1	22	12	16	2 112
	Viernes 8 horas	Pastillas sin respaldo	1	3	15	12	4	540
		Pastillas con respaldo	1	1	15	12	4	180
PPP1	Lunes a jueves 11 horas	Pastillas sin respaldo	1	3	24	12	16	3 456
	Viernes 8 horas	Pastillas sin respaldo	1	1	17	12	4	204
Capacidad total prensas (juegos/mes):								12 828
Total pastillas sin respaldo(juegos/mes):								10 536
Total pastillas con respaldo (juegos/mes):								2 292

En las condiciones actuales, es decir manteniendo la misma forma de uso de la infraestructura, lo mejor que se podría obtener es 2 292 juegos/mes de pastillas con respaldo, pero, dejando de producir 864 juegos/mes de pastillas sin respaldo, y aun así no se lograría el objetivo de mercadeo que son los 2 500 juegos/mes de pastillas con respaldo tal como muestran los datos de la tabla 3.3.

3.1.2 PROCESO DE PRENSADO DE PASTILLAS

Se describió el proceso de prensado de pastillas actual, es decir, como se está produciendo las pastillas con respaldo, para lo cual la prensa está trabajando con tres pisos de pastillas sin respaldo y un piso de pastillas con respaldo, este proceso tiene un tiempo de ciclo de 24,86 minutos sin tomar en cuenta los tiempos muertos debido a carga y descarga del horno, retiro de polvo, por necesidades personales, por refrigerios (café, merienda o cena) y por cambios de turno, como muestra la tabla 3.4.

También en la tabla 3.4, se puede evidenciar que el ciclo del obrero está dividido en dos etapas, en la primera realiza actividades de limpieza de las pastillas prensadas y actividades que no corresponde al prensado y la segunda etapa se realiza todas las actividades necesarias para descargar y volver a cargar la prensa.

Mientras que en el ciclo de la máquina se distingue dos etapas la una activa que coincide con la etapa 1 del obrero y la segunda inactiva en un tiempo aproximado de 10 minutos que pasa parada la prensa y que coincide con la etapa 2 del obrero, como se puede ver en la tabla 3.4.

Sobre la base de la tabla 3.4 se puede definir que el tiempo de ciclo total del prensado es la suma del tiempo del ciclo activo de la prensa y el tiempo que se demora el obrero en la etapa 2.

Tabla 3.4. Diagrama hombre máquina en el prensado de pastillas

Diagrama de actividades múltiples					
Diagrama: 1		Hoja N°: 1 - 1		Resumen	
Producto:			Actual	Propuesto	Economía
Pastillas sin respaldo, 3 pisos		TIEMPO DEL CICLO	(min)		
Pastillas con respaldo, 1 piso		Operario	24,86		
Proceso:		Máquina	24,86		
Prensado de pastillas		TIEMPO DE TRABAJO			
		Operario	24,86		
		Máquina	12,27		
Máquina:		TIEMPO INACTIVO			
Prensa de pastillas 3 (PPP3)		Operario	0		
		Máquina	12,59		
		UTILIZACION			
Operario: Lidio Agreda		Operario	100%		
Fecha:		Máquina	49%		
Tiempo (min)	OPERARIO	MAQUINA			Tiempo (min)
0:00:55	Encender esmeril			PRENSANDO	0:00:55
0:04:53	Limpiar las pastillas			Presión de trabajo: 2200 psi	0:04:53
0:05:40	Colocar las pastillas en su recipiente			N° Ciclos: 6	0:05:40
0:06:17	Recoger las rebabas y viruta			Tiempo de ciclo: 30 seg.	0:06:17
0:07:19	Alistar los premoldes en uso			Tiempo de curado: 490 seg.	0:07:19
0:08:02	Amarrar segmentos y rollos, en otra estación de trabajo			Temperatura 1: 155 °C	0:08:02
0:09:00				Temperatura 2: 155 °C	0:09:00
0:10:00				Temperatura 3: 155 °C	0:10:00
0:12:16				Temperatura 4: 160 °C	0:12:16
0:14:26					
0:14:31	Descargar el piso 4 (piso inferior)			INACTIVA	0:14:31
0:14:41	Retirar y limpiar tapa				0:14:41
0:14:50	Poner desmoldante en la tapa				0:14:50
0:15:42	Sacar pastillas de la matriz				0:15:42
0:15:57	Limpiar la matriz				0:15:57
0:16:08	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:16:08
0:16:43	Poner los premoldes en la matriz				0:16:43
0:16:57	Poner la tapa				0:16:57
0:17:03	Cargar matriz con premoldes en el piso 4				0:17:03
0:17:07	Descargar el piso 3				0:17:07
0:17:34	Retirar y limpiar tapa				0:17:34
0:17:49	Poner desmoldante en la tapa				0:17:49
0:18:35	Sacar pastillas de la matriz				0:18:35
0:19:09	Limpiar la matriz				0:19:09
0:19:33	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:19:33
0:20:25	Poner los premoldes en la matriz				0:20:25
0:20:34	Poner la tapa				0:20:34
0:20:43	Cargar matriz con premoldes en el piso 3				0:20:43
0:20:49	Descargar el piso 2				0:20:49
0:21:00	Retirar y limpiar tapa				0:21:00
0:21:09	Poner desmoldante en la tapa				0:21:09
0:21:33	Sacar pastillas de la matriz				0:21:33
0:21:55	Limpiar la matriz				0:21:55
0:22:13	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:22:13
0:22:52	Poner los premoldes en la matriz				0:22:52
0:22:58	Poner la tapa				0:22:58
0:23:04	Cargar matriz con premoldes en el piso 2				0:23:04
0:23:08	Descargar el piso 1				0:23:08
0:23:23	Retirar y limpiar tapa				0:23:23
0:23:35	Poner desmoldante en la tapa				0:23:35
0:23:51	Sacar pastillas de la matriz				0:23:51
0:24:00	Limpiar la matriz				0:24:00
0:24:11	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:24:11
0:24:39	Poner los premoldes en la matriz				0:24:39
0:24:45	Poner la tapa				0:24:45
0:24:51	Cargar matriz con premoldes en el piso 1				0:24:51

De la tabla 3.4 el ciclo total del prensado de pastillas se representa en la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo ciclo} = Tc \text{ máquina} + Ts \text{ etapa 2 obrero} \quad [1.5]$$

En el que,

$Tc \text{ máquina} = \text{Tiempo de ciclo activo de máquina}$

$Ts \text{ etapa 2 obrero} = \text{Tiempo estándar etapa 2 del obrero}$

De igual manera con base al diagrama hombre máquina de la tabla 3.4, se deduce que el tiempo de ciclo total del prensado es de 24,86 minutos, en este tiempo el obrero pasa ocupado todo el tiempo, pero, en la etapa uno 7,22 minutos realiza actividades que no corresponden al prensado, esto indica que la eficiencia del obrero es del 71%. Mientras que la máquina solo pasa activa 12,27 minutos, los restantes 12,27 minutos la máquina pasa inactiva, es decir, el equipo tiene una eficiencia del 49%.

El ciclo del obrero

Como se pudo ver en la tabla 3.4, el ciclo del obrero se divide en dos etapas, la primera etapa coincide con el ciclo de máquina y la segunda etapa se da luego que termina el ciclo de máquina.

En la primera etapa del ciclo del obrero, se realizan actividades de limpieza del producto que salió de la prensa y ubicarlos en el lugar que les corresponde, así como la limpieza de la mesa de trabajo y preparar los premoldes para la próxima prensada, estas actividades requieren de un tiempo menor al del ciclo de la máquina, por lo que, el obrero se va a otra estación de trabajo a realizar actividades como, encintar segmentos, encintar rollos, actividades que no corresponde a la producción de pastillas, estas actividades se las realiza en teoría hasta que la prensa termine su ciclo.

La segunda etapa del ciclo del obrero, inicia cuando termina el ciclo de la máquina. En este tiempo el obrero manualmente saca piso a piso las matrices de la prensa empezando desde el piso 4, luego retira las pastillas prensadas de las matrices, se limpia y se aplica desmoldante en las matrices y se ubican los premoldes, posteriormente se carga nuevamente la matriz o matrices a la prensa, de igual manera luego continua con los pisos 3, 2 y 1. Una vez terminado con todos los pisos se activa el pulsador de ciclo de la prensa para que inicie nuevamente el ciclo de máquina. Mientras se realiza las actividades de esta etapa del ciclo del obrero, la prensa permanece parada.

Ciclo de máquina

El ciclo de la máquina, empieza cuando el obrero acciona el pulsador de inicio de ciclo. En el prensado se controla los tiempos, la presión y la temperatura, que son las variables que dan las propiedades físico químicas del producto.

El ciclo de máquina se da en dos etapas, la primera corresponde al ciclo de prensado que se realiza de acuerdo a especificaciones citadas en el estándar de prensas, ver anexo III. En el cual se indica en función del espesor y de la fórmula las variables de, temperatura, número de ciclos, tiempo de curado, tiempo total y presión hidráulica. El número de ciclos indica cuantas veces se cerrará y abrirá la prensa para permitir la salida de los gases, el tiempo de ciclo es un corto tiempo (30 segundos) que la prensa estará con presión luego al finalizar este tiempo de ciclo se abrirá la prensa pero la prensa permanecerá activa, el tiempo de curado es el mayor tiempo (420 a 670 segundos) que la prensa permanece con presión. La segunda etapa del ciclo de la prensa está inactiva y coincide con la segunda etapa del obrero.

Las variables de tiempo, presión y temperatura, son controladas automáticamente por medio de un controlador lógico programable PLC. El control de estas variables es necesario para que el producto tenga las propiedades requeridas por las

pastillas de frenos, como, dureza, coeficiente de fricción, estabilidad dimensional, etc. También es necesario para asegurar la repetitividad del proceso.

3.1.3 EVALUACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL ÁREA DE PRENSADO

3.1.3.1 Seleccionar el trabajo.

El trabajo seleccionado para la medición de tiempos, es el prensado de pastillas, en la prensa de pastillas 3 (PPP3), debido a que, las pastillas con respaldo se fabrican en esta prensa.

3.1.3.2 Seleccionar un operario calificado.

El operario seleccionado calificado fue el operador de turno, debido a las limitaciones de personal y los datos obtenidos se promediaron tal como se muestran en las tablas de los anexos IV y V.

3.1.3.3 Análisis del trabajo y división del trabajo en elementos

Según el diagrama hombre máquina del prensado de pastillas de la tabla 3.4 se pudo observar, que el ciclo total, es la suma del ciclo de prensado más la suma de la segunda etapa del obrero.

Se analizó el ciclo de máquina, para ver la posibilidad de mejorar la productividad, reduciendo el tiempo de ciclo de máquina, pero, el tiempo de ciclo de prensado está asociado a las materias primas de la fórmula de pastillas, por lo que, no entra en el análisis para aumentar la productividad, es decir, se quedará como está con un tiempo de ciclo de máquina de 12 minutos con 16 segundos.

También con el diagrama de la tabla 3.4, se analizó el ciclo del obrero, en la primera etapa se observó que las actividades de encender el esmeril, limpiar las pastillas, colocar las pastillas en recipientes, recoger las rebabas / viruta y alistar los premoldes requiere de 7,31 minutos y corresponden a la producción de pastillas.

En esta etapa se vio que hay un tiempo destinado a encintar segmentos y rollos en otra estación de trabajo, pero estos productos no corresponden a la producción de pastillas y toman un tiempo de 7,2 minutos. De la primera etapa del ciclo del obrero, se calculó únicamente el tiempo estándar de las actividades que corresponden a la producción de pastillas.

En la segunda etapa del obrero todas las actividades son necesarias en el prensado de pastillas, el tiempo requerido para estas actividades es de 10,42 minutos, por lo que, se determinó el tiempo estándar requerido para realizar todas las actividades que garantice la calidad del producto, la seguridad del obrero, y consecuentemente el aumento de la productividad.

En resumen en el diagrama hombre máquina de la tabla 3.4, se puede ver que sólo el 49% del tiempo de ciclo del prensado, la prensa está trabajando, mientras que el operador está siempre ocupado.

También se puede ver que hay 7,2 minutos que se destinan a realizar actividades que no corresponden a la producción de pastillas. Se puede ver también, que el tiempo de ciclo en el método actual es la suma del tiempo de máquina activa más el tiempo de la etapa 2 del obrero. Con estos datos se propuso un nuevo método, tal como muestra la tabla 3.5 en el que se procura usar más tiempo la máquina.

La propuesta mostrada en la tabla 3.5, consiste en invertir el orden del método del obrero, es decir, la primera etapa del método actual pasa a ser segunda etapa en el método nuevo y la segunda etapa en el método actual pasa a ser primera etapa.

Tabla 3.5. Diagrama hombre máquina en el prensado de pastillas

Diagrama de actividades múltiples						
Diagrama: 1		Hoja N°: 1 - 1		Resumen		
Producto:			Actual	Propuesto	Economía	
Pastillas sin respaldo, 3 pisos		TIEMPO DEL CICLO	(min)	(min)	(min)	
Pastillas con respaldo, 1 piso		Operario	24.86	17.74	7.12	
Proceso:		Máquina	24.86	17.74	7.12	
Prensado de pastillas		TIEMPO DE TRABAJO				
		Operario	24.86	17.74	7.12	
		Máquina	12.27	12.27	0.00	
Máquina:		TIEMPO INACTIVO				
Prensa de pastillas 3 (PPP3)		Operario	0.00	0	0.00	
		Máquina	12.59	5.47	7.12	
		UTILIZACION				
Operario: Lidio Agreda		Operario	100%	100%	0%	
Fecha:		Máquina	49%	69%	20%	
Tiempo (min)	OPERARIO	MAQUINA			Tiempo (min)	
0:00:05	Descargar el piso 4 (piso inferior)				0:00:05	
0:00:15	Retirar y limpiar tapa				0:00:15	
0:00:24	Poner desmoldante en la tapa				0:00:24	
0:01:16	Sacar pastillas de la matriz				0:01:16	
0:01:31	Limpiar la matriz				0:01:31	
0:01:42	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:01:42	
0:02:17	Poner los premoldes en la matriz				0:02:17	
0:02:31	Poner la tapa				0:02:31	
0:02:37	Cargar matriz con premoldes en el piso 4				0:02:37	
0:02:42	Descargar el piso 3				0:02:42	
0:03:08	Retirar y limpiar tapa				0:03:08	
0:03:23	Poner desmoldante en la tapa				0:03:23	
0:04:09	Sacar pastillas de la matriz				0:04:09	
0:04:43	Limpiar la matriz				0:04:43	
0:05:07	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:05:07	
0:05:59	Poner los premoldes en la matriz				0:05:59	
0:06:09	Poner la tapa				0:06:09	
0:06:17	Cargar matriz con premoldes en el piso 3				0:06:17	
0:06:23	Descargar el piso 2				0:06:23	
0:06:34	Retirar y limpiar tapa				0:06:34	
0:06:43	Poner desmoldante en la tapa				0:06:43	
0:07:07	Sacar pastillas de la matriz				0:07:07	
0:07:29	Limpiar la matriz				0:07:29	
0:07:47	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:07:47	
0:08:26	Poner los premoldes en la matriz				0:08:26	
0:08:32	Poner la tapa				0:08:32	
0:08:38	Cargar matriz con premoldes en el piso 2				0:08:38	
0:08:42	Descargar el piso 1				0:08:42	
0:08:57	Retirar y limpiar tapa				0:08:57	
0:09:09	Poner desmoldante en la tapa				0:09:09	
0:09:26	Sacar pastillas de la matriz				0:09:26	
0:09:34	Limpiar la matriz				0:09:34	
0:09:45	Aplicar desmoldante en la matriz con brocha				0:09:45	
0:10:13	Poner los premoldes en la matriz				0:10:13	
0:10:19	Poner la tapa				0:10:19	
0:10:25	Cargar matriz con premoldes en el piso 1				0:10:25	
0:11:20	Encender esmeril				0:11:20	
0:15:18	Limpiar las pastillas				0:15:18	
0:16:05	Colocar las pastillas en su recipiente				0:16:05	
0:16:43	Recoger las rebabas y viruta				0:16:43	
0:17:44	Alistar los premoldes en uso				0:17:44	

Con la propuesta se pretendió también usar el tiempo que el obrero destina a las actividades de encintado de rollos y segmentos, productos que no corresponden a la producción de pastillas.

El diagrama hombre máquina de la tabla 3.5 indica que el tiempo de ciclo total del prensado podría ser de 17,74 minutos, lo que nos da un potencial de mejora del 28,6% en este tiempo el obrero pasaría ocupado todo el tiempo realizando actividades que corresponden al proceso de prensado, esto implicaría que la eficiencia del obrero pasaría del 71 al 100%, la mejora sería del 29%.

De igual manera en la tabla 3.5 se distingue que la máquina mantendría su etapa activa de 12,27 minutos, los restantes 7,12 minutos la máquina pasa inactiva, es decir, la eficiencia de la máquina pasaría del 49% al 69%, la mejora esperada sería del 20%.

Con este nuevo método el tiempo de ciclo está dado por el tiempo que se demore el obrero en las dos etapas.

3.1.3.4 Mediciones de prueba, ejecución de una muestra inicial y determinación del tamaño de la muestra.

Se midieron las actividades realizadas por el obrero y que son necesarias para la producción de pastillas. Se tomó una muestra inicial de 10 mediciones con el método actual y con la producción de pastillas sin respaldo en la prensa PPP3 para determinar el tamaño de la muestra.

Los valores mostrados en la tabla 3.6 son promedios de las mediciones tomadas para la muestra inicial en las dos etapas del obrero, la totalidad de los datos se adjunta en el anexo IV.

Los datos de la tabla 3.6 muestran los resultados obtenidos en cada una de las etapas del obrero con el método actual.

Cada observación es un valor que es elevado al cuadrado para posteriormente sumar toda la columna de observaciones y toda la columna de observaciones al cuadrado, los valores obtenidos en las sumatorias servirán luego para la determinación del tamaño de la muestra.

Tabla 3.6. Tiempo etapa 1y 2 obrero, método actual

Etapa 1 obrero			Etapa 2 obrero		
n'	Obs.	Obs ²	n'	Obs.	Obs ²
1	4,42	19,51	1	9,50	90,25
2	4,42	19,51	2	9,83	96,69
3	4,73	22,40	3	10,27	105,40
4	4,92	24,17	4	9,33	87,11
5	3,83	14,69	5	11,17	124,69
6	5,08	25,84	6	10,67	113,78
7	5,13	26,35	7	12,03	144,80
8	4,97	24,67	8	12,00	144,00
9	4,50	20,25	9	10,50	110,25
10	4,88	23,85	10	10,12	102,35
Σ:	46,88	221,24	Σ:	105,42	1119,33

3.1.3.5 Determinación del tamaño de muestra.

El tamaño de la muestra se determinó, con la fórmula 1.3 citada en el capítulo 1. Los datos de la etapa 1 del obrero, indica el tiempo que se demora el obrero en realizar las actividades, de encender el esmeril, limpiar las pastillas, colocar las pastillas en su recipiente, recoger las rebabas y viruta, y alistar los premoldes.

El tamaño de la muestra (n1), para esta etapa, se calcula con los datos de la etapa 1 que se encuentran en la tabla 3.6.

Datos:

Tamaño muestra inicial (n') = 10,

$\sum(obs^2) = 221,24$

$(\sum obs)^2 = 46,88$

$$n2 = \left[\frac{40 * \sqrt{10 * 221,24 - 46,88^2}}{46,88} \right]^2$$

$$n1 = 10,67$$

Los datos de la etapa 2 del obrero mostrado en la tabla 3.6 corresponden a la segunda etapa del obrero.

Cada muestra indica el tiempo que el obrero se demora en realizar las actividades de descargar la prensa limpiar las matrices y volver a cargar la prensa, con estos datos se calcula el tamaño de la muestra ($n2$).

Datos:

Tamaño muestra inicial (n') = 10

$\sum(obs^2) = 1\ 119,33$

$(\sum obs)^2 = 105,42$

$$n1 = \left[\frac{40 * \sqrt{10 * 1\ 119,33 - 105,42^2}}{105,42} \right]^2$$

$$n2 = 11,5$$

Por lo tanto, con los valores de $n1$ y $n2$ de 10,67 y 11,5 respectivamente, se elige un tamaño de muestra de 11, para los dos casos.

Los pasos siguientes del 3.1.3.6 al 3.1.3.9, se realiza para el método actual en la producción de la prensa PPP3.

3.1.3.6 Cronometraje

Con el tamaño de muestra igual a 11, se realizó 3 muestras de 11 mediciones, los resultados obtenidos se pueden visualizar en el anexo V. Los datos mostrados en las tablas 3.7 y 3.8 son valores medios

Tabla 3.7. Mediciones etapa 1 obrero, método actual

n	X1	X2	X3	Xmedio
1	4,42	4,02	3,78	4,07
2	4,42	3,52	4,75	4,23
3	4,73	3,68	4,18	4,20
4	4,92	5,62	4,42	4,98
5	3,83	5,03	4,38	4,42
6	5,08	5,53	5,53	5,38
7	5,27	4,45	5,70	5,14
8	4,75	3,90	4,90	4,52
9	4,50	3,50	3,83	3,94
10	4,88	4,30	5,30	4,83
11	6,12	5,88	5,67	5,89
Tiempo observado:				4,69

Tabla 3.8. Mediciones etapa 2 obrero, método actual

n	X1	X2	X3	Xmedio
1	11,53	11,88	12,98	12,13
2	11,90	11,22	12,50	11,87
3	12,27	13,98	12,82	13,02
4	11,30	8,97	12,83	11,03
5	13,40	12,00	12,72	12,71
6	12,80	11,10	11,10	11,67
7	13,95	10,55	9,30	11,27
8	14,00	12,17	12,17	12,78
9	12,53	14,83	13,83	13,73
10	12,18	13,13	12,13	12,48
11	10,62	12,08	11,83	11,51
Tiempo observado:				12,20

Se tomó como tiempo observado el promedio de los valores registrados, obteniendo como resultado que el tiempo observado para la etapa 1 es de 4,69 minutos y para la etapa 2 se obtuvo como tiempo observado 12,2 minutos, tal como se muestra en las tablas 3.7 y 3.8.

3.1.3.7 Calificación actuación del operario

La calificación del operario se realizó con la ayuda de la tabla 1.3 expresada en el capítulo 1. En donde están los criterios de evaluación del operario según la norma Británica.

A la actuación del operario se le proporcionó una puntuación del 75%, que corresponde a un obrero, constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien supervisado. Parece lento pero no pierde tiempo voluntariamente, como indica la tabla 1.3.

3.1.3.8 Estimación de tolerancias

La estimación de tolerancias, que hay que agregarle al tiempo básico, se lo realizó de acuerdo a la tabla 1.4 descrita en el capítulo 1.

Para la determinación de la tolerancia se hizo énfasis en las necesidades personales, en la fatiga, en el trabajo de pie, en el peso que levantan, en las condiciones atmosféricas, en el ruido, en el esfuerzo mental y en la monotonía, por lo que, a estos ítems se le asignó un puntaje medio alto, tal como lo muestra la tabla 3.9.

La estimación de tolerancias mostrada en la tabla 3.9, con el fin de darle más objetividad, se realizó con la participación del personal involucrado.

Tabla 3.9. Estimación de tolerancias para el prensado de pastillas

TOLERANCIAS	Añadir %	Eval sup. Producción	Eval sup. Mantenimiento	Eval obrero Mantenimiento
A. Tolerancias constantes				
Tolerancias por necesidades personales	5	5	5	5
Tolerancias por fatiga	4	2	2	2
B. Tolerancias variables				
1) Tolerancias por ejecutar el trabajo de pie	2	2	2	2
2) Tolerancias por posiciones anormales en el trabajo				
a) Ligeramente molesta	0		0	
b) Molesta (cuerpo encorvado)	2	2		2
c) Muy molesta (acostado extendido)	7			
3) Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras respectivamente):				
a) 2.3 kg / 5 lb	0			
b) 4.5/10	1			
c) 6.8/15	2			
d) 9.1/20	3			
e) 11.4/25	4			
f) 13.6/30	5			
g) 15.9/35	7			
h) 18.2/40	9			
i) 20.5/45	11			
j) 22.7/50	13			
k) 27.3/60	17	17	17	17
l) 31.8/70	22			
4) Alumbrado deficiente:				
a) Ligeramente inferior a lo recomendado	0		0	0
b) Muy inferior	2	2		
c) Sumamente inadecuado	5			
5) Condiciones atmosféricas variables (calor y humedad)	0-10	7	2	8
6) Atención estricta:				
a) Trabajo moderadamente fino	0	0	0	0
b) Trabajo fino o de gran cuidado	2			
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5			
7) Nivel de ruido:				
a) Continuo	0			0
b) Intermitente – fuerte	2	2	2	
c) Intermitente – muy fuerte	5			
d) De alto volumen – fuerte	5			
8) Esfuerzo mental:				
a) Proceso moderadamente complicado	1	1	1	
b) Complicado o que requiere amplia atención	4			4
c) Muy complicado	8			
9) Monotonía:				
a) Escasa	0			
b) Moderada	1		1	1
c) Excesiva	4	4		
Puntaje:		44	32	41
Tolerancia media:		39,00		

El supervisor de producción calificó en la columna 3, obteniendo un puntaje del 44%. El mismo, le da mayor peso a las necesidades personales, al empleo de la fuerza muscular, al alumbrado, a las condiciones atmosféricas, al nivel del ruido y a la monotonía. Mientras que el supervisor de mantenimiento calificó en la columna 4 obteniendo un puntaje de 32%, la mayor puntuación está en las necesidades personales y el empleo de la fuerza muscular. Y el obrero de mantenimiento calificó en la columna 5 su calificación fue de 41%, el mayor puntaje fue para las necesidades básicas, el esfuerzo muscular, las condiciones atmosféricas y el esfuerzo mental.

Posteriormente las tres calificaciones se promedian como lo muestra la tabla 3.9, llegando a obtener, que por tolerancias se debe agregar el 39% del tiempo básico, al tiempo básico para obtener el tiempo estándar.

3.1.3.9 Cálculo del tiempo estándar

El tiempo estándar, se calculó con las fórmulas 1.4 para el tiempo básico y con la fórmula 1.5 para el tiempo estándar citada en el capítulo 1.

Los datos de tiempo observado se tomó de las tablas 3.7 y 3.8, la calificación del operario está citado en 3.1.3.7 y la tolerancia salió de la tabla 3.9. Con estos datos se calcula el tiempo estándar de las etapas 1 y 2 del obrero, en las dos condiciones en las que trabaja el equipo, es decir, cuando produce solo pastillas sin respaldo y cuando produce un piso de pastillas con respaldo.

Pastillas sin respaldo, método actual

Tiempo estándar de la etapa 1 del obrero

Corresponde a las actividades de limpieza del producto, con la siguiente información.

Datos:

Tiempo observado: 4,69min

Calificación del operario: 75%

Tolerancia media: 39%

Primero calculamos el tiempo básico

$$Tiempo\ básico = 4,69 \times 75/100$$

$$Tiempo\ básico = 3,52min$$

Luego calculamos el tiempo estándar

$$Tiempo\ estándar = 3,52(1 + \frac{39}{100})$$

$$Tiempo\ estándar = 4,89min$$

Tiempo estándar de la etapa 2 del obrero

Corresponde a las actividades de descarga de la prensa, limpieza de las matrices y carga de la prensa, con la siguiente información.

Datos:

Tiempo observado: 12,20min

Calificación del operario: 75%

Tolerancia media: 39%

Primero calculamos el tiempo básico

$$Tiempo\ básico = 12,20 \times 75/100$$

$$Tiempo\ básico = 9,15min$$

Luego calculamos el tiempo estándar

$$Tiempo\ estándar = 9,15(1 + \frac{39}{100})$$

$$Tiempo\ estándar = 12,72min$$

Tiempo de ciclo, método actual

Con el tiempo estándar se calculó el tiempo de ciclo del prensado de pastillas, el mismo que es la suma del tiempo de ciclo de máquina más el tiempo estándar de la etapa 2 del obrero, tal como lo muestra la tabla 3.8.

No se toma en cuenta el tiempo estándar de la etapa 1 del obrero en vista que con el método actual no interviene en el tiempo de ciclo total.

$$\text{Tiempo ciclo} = 12,27 + 12,72$$

$$\text{Tiempo ciclo} = 24,99\text{min}$$

Pastillas con respaldo, método actual

De igual manera se calculó el tiempo estándar de las actividades que realiza el obrero cuando produce con la combinación de tres pisos de pastillas sin respaldo y un piso de pastillas con respaldo.

Tabla 3.10. Mediciones etapa 1 y 2 obrero, método actual

Etapa 1 obrero				Etapa 2 obrero			
n	X1	X2	Xmedio	n	X1	X2	Xmedio
1	4,67	6,62	5,64	1	8,42	12,88	10,65
2	5,92	11,63	8,78	2	12,25	15,37	13,81
3	5,97	7,47	6,72	3	18,53	15,53	17,03
4	8,23	8,17	8,20	4	11,27	11,33	11,30
5	7,50	8,50	8,00	5	12,50	14,00	13,25
6	8,05	8,15	8,10	6	9,00	12,50	10,75
7	6,43	7,55	6,99	7	12,57	13,95	13,26
8	6,45	7,35	6,90	8	15,05	14,00	14,53
9	7,45	6,83	7,14	9	13,88	15,83	14,86
10	6,08	7,47	6,78	10	12,92	14,78	13,85
11	8,17	7,89	8,03	11	8,83	13,61	11,22
Tiempo observado medio:			7,39	Tiempo observado medio:			13,14

Para lo cual se tomaron dos muestras con el tamaño de 11, los datos recopilados se pueden visualizar en el anexo VI, el resumen de las mediciones con el método actual se muestra en la tabla 3.10

De igual manera como se procedió en pastillas sin respaldo, se estima la calificación del operador y la tolerancia, con los datos de la tabla 3.10 se calculó el tiempo estándar y posteriormente se obtuvo el tiempo de ciclo actual para la producción de pastillas con respaldo.

El resultado obtenido para el tiempo de ciclo es de 25,97 minutos que resultó de la suma del tiempo estándar de la etapa 2 del obrero y el tiempo de ciclo activo de la máquina. El resumen de los cálculos obtenidos se muestra en la tabla 3.11.

Tabla 3.11. Resumen cálculos tiempo de ciclo, método actual

Etapa 1 obrero	
Tiempo observado (min)	7,39
Calificación del operador (%)	75
Tolerancias (%)	39,00
Tiempo estándar (min)	7,70
Etapa 2 obrero	
Tiempo observado (min)	13,14
Calificación del operador (%)	75%
Tolerancias (%)	9,85
Tiempo estándar (min)	13,70
Ciclo activo máquina	
Tiempo de máquina (min)	12,27
Tiempo de ciclo (min):	
	25,97

3.1.4 CONDICIONES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN EL PRENSADO DE PASTILLAS

Al ser analizadas las tablas 3.4 y 3.5 se observó que el mayor limitante está dado por el método actual, debido a que el ciclo total necesita del ciclo de máquina más el ciclo del obrero en la etapa 2, uno a continuación del otro, como se puede evidenciar en 3.1.2 en la tabla 3.4 que corresponde al diagrama hombre máquina actual del prensado de pastillas, donde se pudo ver que la prensa pasa inactiva mientras dura la etapa 2 del obrero, alrededor de 10 minutos por ciclo.

Se puede ver también en 3.1.2 en la tabla 3.4, que en el método actual, mientras el equipo está trabajando, el obrero realiza 5 minutos actividades propias del prensado y los restantes 7 minutos el obrero realiza actividades que no corresponden al proceso de pastillas.

Otras condiciones que limitan la productividad, se puede ver en el manejo del recurso humano, que en el turno del día se tiene actividades extra prensado de pastillas, como la descarga o la carga del horno de segmentos y el retiro diario de polvo. Estas actividades restan 65 minutos de la jornada cuando se realizan en el mismo día, por lo que, en estas condiciones la productividad de la prensa es la menor, como se puede evidenciar en los resultados mostrados más adelante en las tablas 3.16 y 3.17.

En las tablas 3.16 y 3.17, se puede observar también dos eventos, en el turno del día. La condición más crítica se da, cuando, el obrero realiza la carga o descarga del horno de segmentos acompañado de los tiempos fijos de comidas y retiro del polvo, en estas condiciones se tiene una productividad de 22 cargadas por jornada con el método antiguo. Con el nuevo método se puede obtener como mínimo 28 cargadas por jornada, manteniendo las mismas condiciones existentes en los dos casos.

3.1.5 CORRECCION DE FALLAS DE LOS EQUIPOS QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE Prensado DE PASTILLAS

Se revisó el historial de fallos en el registro de disponibilidad y se encuentra que en los meses abril y mayo del 2013, se registró paros de la prensa de pastillas 3 (PPP3) de uno y tres días respectivamente, por problemas en la bomba hidráulica, como se puede ver en el anexo VII.

Se analizó con el personal de mantenimiento estos paros, luego los técnicos de mantenimiento revisaron la bomba y las válvulas en el taller, el diagnóstico fue, desgaste excesivo en la bomba hidráulica y la decisión fue reemplazar la misma.

Así también se revisó la documentación de los equipos y se halló que las prensas tienen más de 20 años de servicio, por lo que, para asegurar su funcionamiento continuo de 24 horas al día se decidió realizar el siguiente mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo en sistema hidráulico completo
- Mantenimiento correctivo en el sistema eléctrico en control y fuerza

El mantenimiento correctivo del sistema hidráulico, comprendió el cambio de todos los elementos de la central hidráulica, como bomba, válvulas, mangueras, aceite. Se determinó los materiales, se cotizó y se compró, posteriormente se planificó el armado de la central hidráulica con todos los elementos nuevos.

Llegado los materiales se planificó el montaje de la central en el taller de mantenimiento para posteriormente instalar la central en la prensa y finalmente se coordina con producción las pruebas iniciales y la puesta en marcha.

Estos trabajos se ejecutaron con el personal de mantenimiento, tal como se muestra en la figura 3.1, en el que se resume desde la llegada de los materiales hasta obtener la central armada en la prensa.

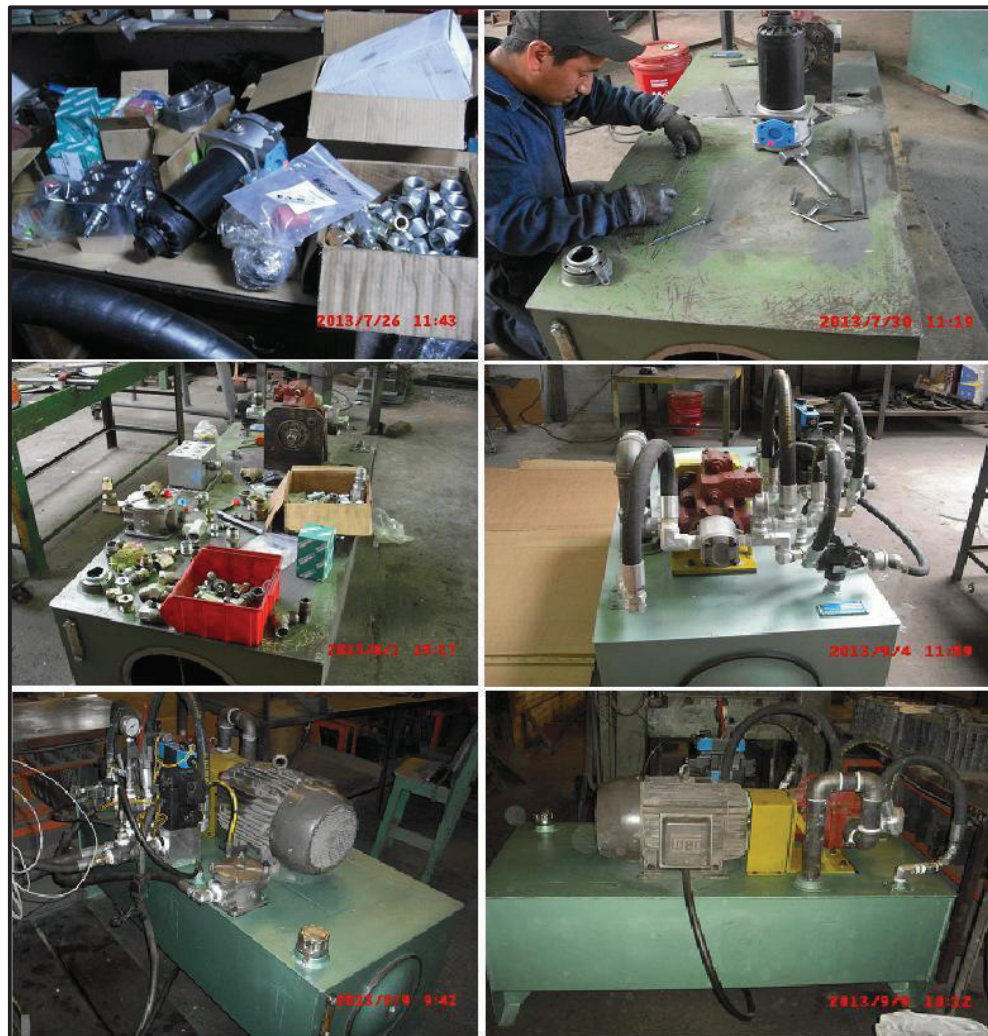


Figura 3.1. Montaje nueva central hidráulica

El mantenimiento correctivo en el sistema eléctrico en control y fuerza, incluyó el cambio del tablero eléctrico con todos sus elementos, además, se instaló los equipos necesarios para ingresar las prensas a la red de monitoreo existente, con el propósito de registrar y monitorear en línea el funcionamiento de las prensas, de esta manera se empezó a visualizar en línea las variables con las que está trabajando la prensa, estas variables se las puede ver en forma de gráficas, de esta manera se empezó a ver la gráfica del comportamiento de la presión y la gráfica del comportamiento de la temperatura en el proceso de prensado de pastillas de freno, tal como se muestra el anexo VIII.

En la figura 3.2 se muestra el tablero antiguo cerrado y abierto en la parte superior y en la parte inferior se muestra el montaje de los elementos así como el tablero terminado e instalado en la prensa PPP3.

La realización del mantenimiento correctivo del sistema hidráulico y del sistema eléctrico de control y fuerza, desde la determinación de materiales hasta la puesta en marcha de los sistemas hidráulicos y sistema eléctrico, se lo realizó con el personal de mantenimiento de la empresa.

La ejecución de los trabajos se coordinó de tal manera que no afectó a la producción normal del área, es decir, que no se paró las prensas para la ejecución de estos trabajos.



Figura 3.2. Montaje sistema eléctrico

La inversión en los mantenimientos realizados no se incluye en este informe, en vista que es un mantenimiento presupuestado propio para los equipos.

Se corrigió las fallas de las prensas al realizar el mantenimiento correctivo del sistema hidráulico y del sistema eléctrico tanto en control como en fuerza. El resultado de los trabajos realizados es la disponibilidad de las prensas, es decir los paros imprevistos se han reducido, como lo muestra el anexo IX que corresponde al registro de disponibilidad de los equipos del año 2014, en este registro se puede ver que en los meses de enero a mayo del 2014 las prensas no se han parado.

3.1.6 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS, PARA IMPLEMENTAR EL NUEVO METODO

De las herramientas que se dotó para el nuevo método, el elevador de matrices requirió de mayor tiempo para el diseño, construcción, montaje e implementación, y a la vez es la herramienta más importante de este nuevo método.

Siendo el elevador de matrices la herramienta principal para el nuevo método en el diseño se tomó en cuenta el layout actual para determinar las medidas del elevador de tal manera que ocupe el lugar de la grada que utilizaban con el método antiguo para la carga y descarga de la prensa y de esta manera no obstaculizar al operador en la ejecución de sus actividades del prensado como lo muestra las figuras 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6.

El elevador de matrices

Determinados las dimensiones del elevador, para que funcione y ocupe el espacio de la grada en la prensa PPP3 como lo muestra la figura 3.3 y 3.4, se estableció los materiales a usar.

Siendo los principales:

- 2 tubos cuadrados de 1 pulgada (material nuevo)
- 1 tubo cuadrado de 2 pulgadas (material nuevo)
- 5 metros de cable de acero 5/16 (material nuevo)
- 2 tubos redondos de 2 pulgadas (material chatarra)
- 1 moto reductor de 2 hp (equipo disponible en la empresa).

Se construyó un elevador de matrices, con 8 secciones o niveles, con control manual para subir y bajar de acuerdo a como se requiera, cuatro están siendo usados para la descarga y las otras cuatro sirven para la carga.

Se verifica que toda la estructura fabricada y sus componentes soporten como mínimo 1 000 kg, tomando en cuenta que las matrices con el producto y el elevador de matrices suman menos de 300 kg.

Las operaciones de carga y descarga se las realiza posicionando el elevador al accionar manualmente un mando eléctrico a una altura que permite deslizar las matrices desde la prensa hacia el elevador con la ayuda de un brazo metálico en el caso de la descarga y viceversa en el caso de la carga.

Además, este elevador tiene un control eléctrico manual que le permite al operador posicionar las matrices a la altura de operación que más le convenga, de tal manera que realice el menor esfuerzo al cargar y descargar las matrices del elevador.

Con esto se dejó de usar la grada que se utilizaba para realizar estas actividades y consecuentemente disminuyó el esfuerzo físico que el operador realizaba al subir y bajar las gradas cuando realizaba las actividades de carga y descarga de la prensa.

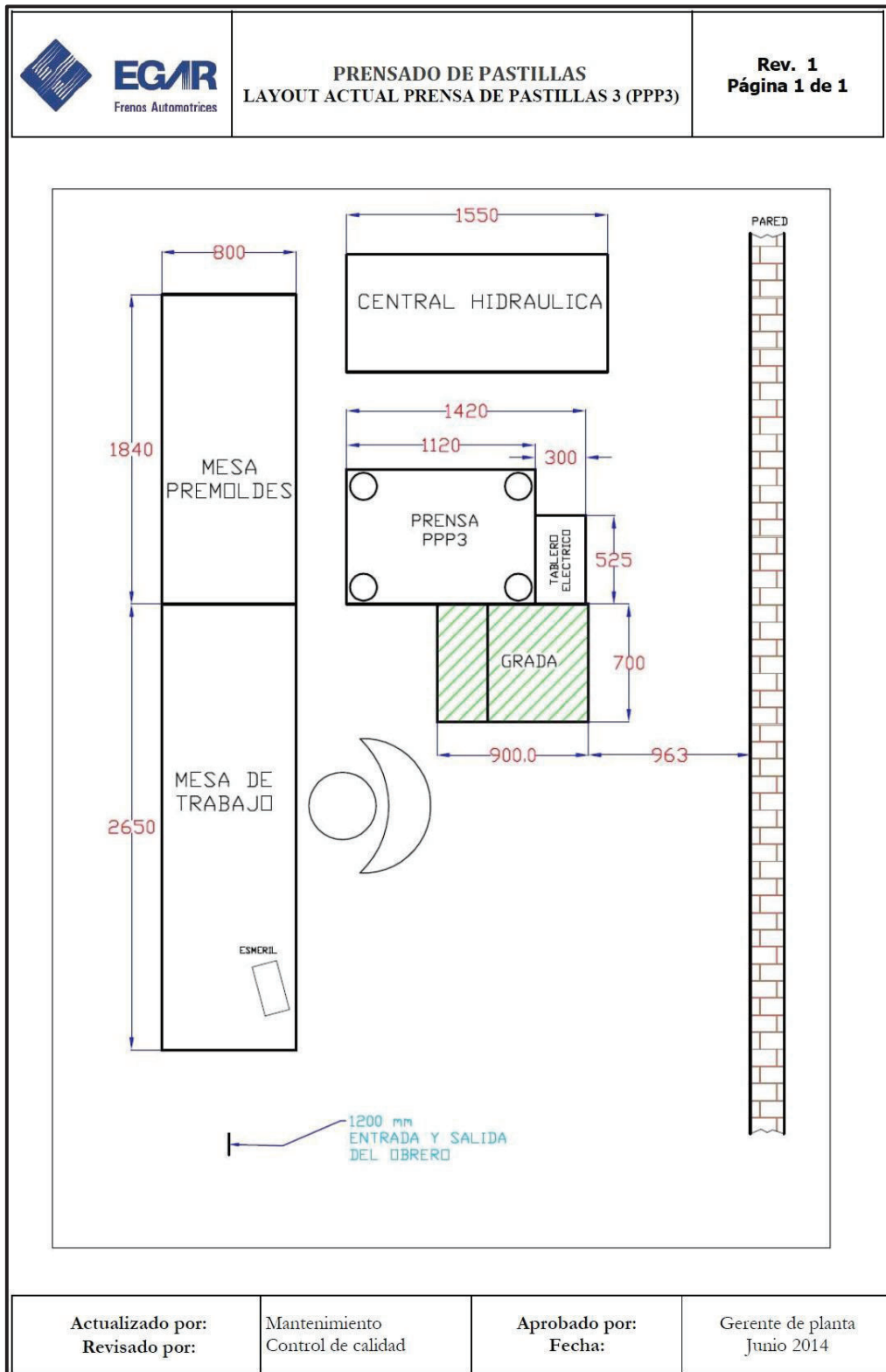


Figura 3.3. Layout actual

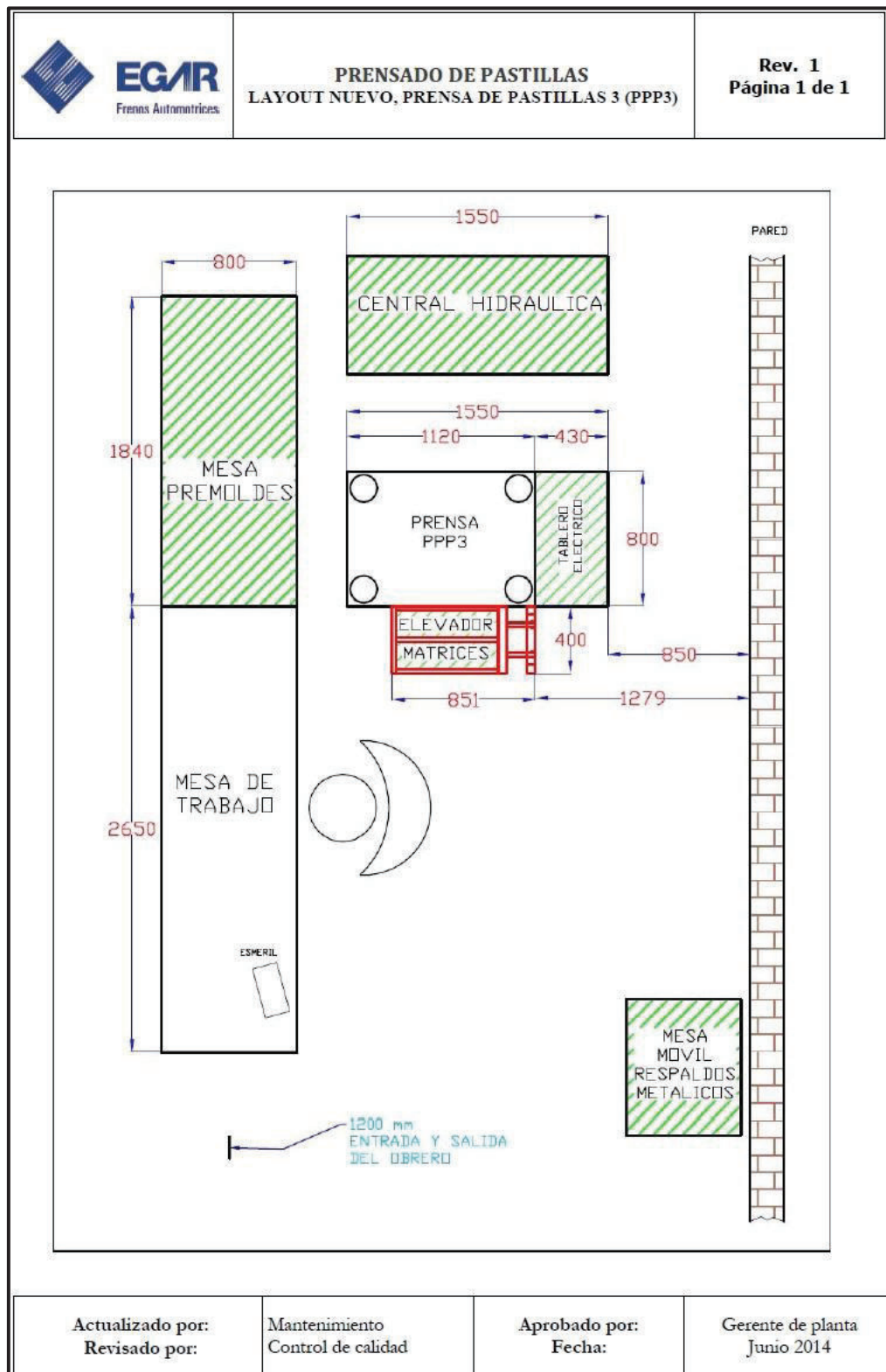


Figura 3.4. Layout PPP3, con elevador de matrices

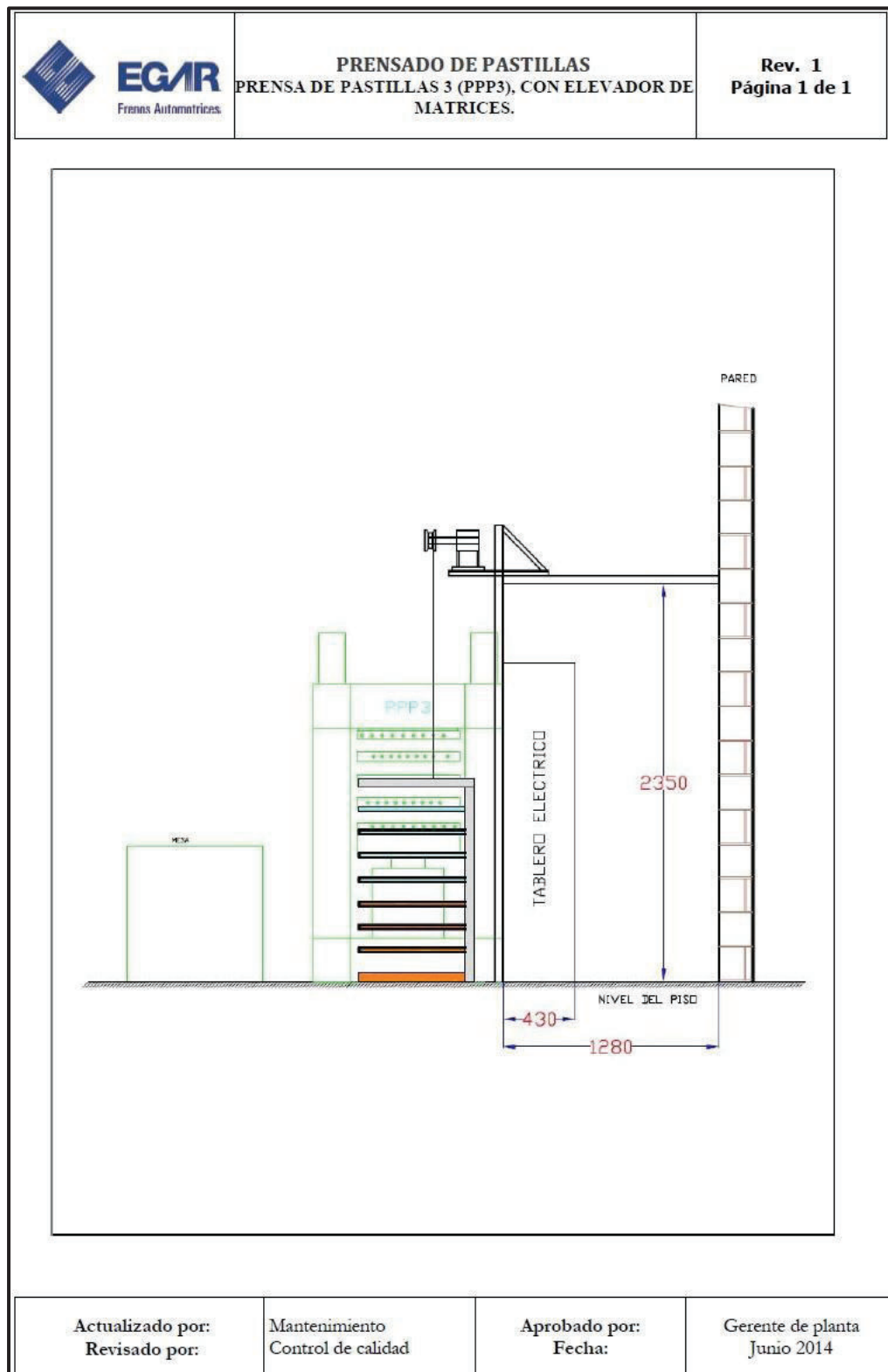


Figura 3.5. Prensa PPP3, con elevador de matrices

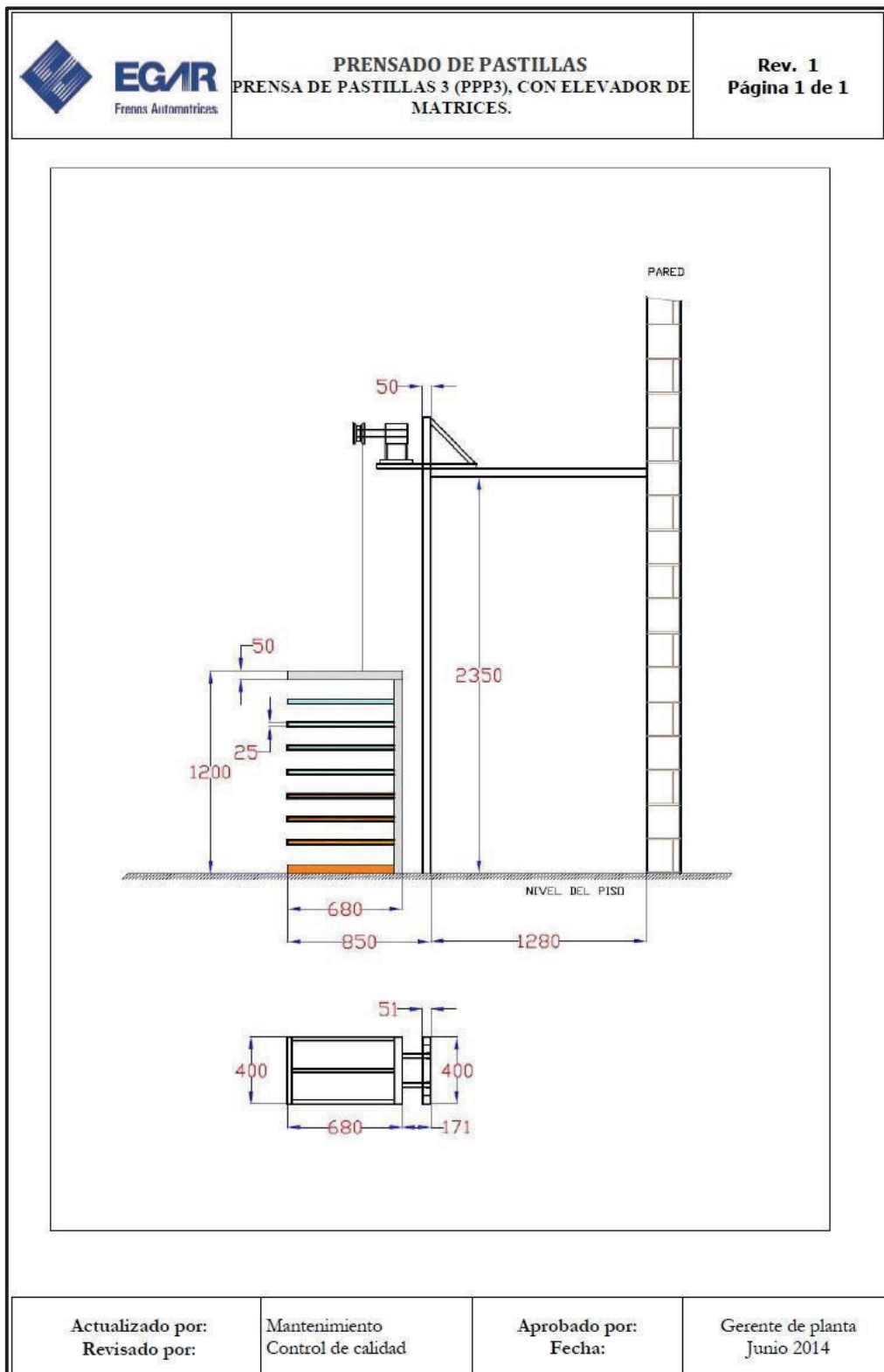


Figura 3.6. Dimensiones elevador de matrices para prensa PPP3

Las etapas de construcción del elevador, como, la construcción de estructura del elevador, las pruebas iniciales en el taller, el montaje en la prensa PPP3 y la operación en la planta, se ilustran en las imágenes mostradas en la figura 3.7 desde la parte superior de izquierda a derecha.



Figura 3.7. Construcción y montaje elevador de matrices en PPP1

Adecuación mesa de premoldes

La adecuación de la mesa de los premoldes, se realizó por la necesidad de más premoldes con la implementación del nuevo método. Con el nuevo método se puede producir más y se puede procesar una mayor variedad de ítems a la vez. Para esta necesidad se duplicó el espacio al adecuar un nivel de la misma área sobre la mesa actual, con esto se dio el espacio físico necesario para ubicar más premoldes al alcance del operador sin tener que desplazarse.

Mesa móvil para los respaldos metálicos

En la producción de pastillas con respaldo se requiere de los respaldos metálicos, estos se encuentran distantes de la prensa, el operador realiza varios desplazamientos para traer pocas cantidades de respaldos, con la mesa móvil (con ruedas) el operador puede hacer un solo viaje y abastecerse de los respaldos necesarios.

Para la construcción y adecuaciones de estas herramientas se usó material reutilizado existente en la empresa.

3.1.7 DEFINICIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MÉTODO, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRENSADO DE PASTILLAS CON LA MENOR INVERSIÓN

Luego del montaje del elevador de matrices en la prensa PPP3, se coordinó con el supervisor de producción las pruebas de funcionamiento del elevador y seguidamente se empezó las pruebas de producción y por dos semanas seguidas se trabajó con el prensista de turno y un obrero de mantenimiento, hasta que se acople el prensista y a la vez por parte de mantenimiento realizar los ajustes correspondientes en el elevador, en este periodo también se ejecutó la

adecuación de la mesa de los premoldes y la construcción de una mesa móvil para los respaldos metálicos.

A partir de la tercera semana, luego del montaje del elevador se dejó al operador sólo, para que trabaje sin la presencia del personal de mantenimiento y se le solicitó que trabaje manteniendo un ritmo normal, es decir ni lento, ni rápido.

El nuevo método consiste, mientras la prensa trabaja el operador realiza todas las operaciones de limpieza de las pastillas prensadas y todas las actividades para preparar la siguiente prensada y tener lista en el elevador de matrices.

Cuando la prensa termina su ciclo el obrero ubica el elevador de las matrices de tal manera que los cuatro niveles vacíos del elevador queden alineados con 4 niveles de la prensa y con la ayuda de una herramienta mecánica recoge las matrices hacia el elevador, luego accionará el elevador para que los otros cuatro niveles que contienen las matrices con los premoldes se alineen con los niveles de la prensa y en ese momento empujar las matrices con la ayuda de la herramienta mecánica.

Una vez cargada la prensa, el operador pulsa el botón de inicio de ciclo para que la prensa empiece a trabajar.

Ya con la prensa trabajando el operador, inicia piso por piso a descargar las pastillas prensadas del elevador, limpiar la matriz y volver a cargar la matriz con los premoldes y dejarle listo en el elevador, hasta terminar con los cuatro niveles.

Con el nuevo método se modificó el tiempo total del ciclo, siendo el resultado de la suma del tiempo del obrero en las etapas 1 y 2, como se ilustra en las tablas 3.12 y 3.13.

Tabla 3.12. Resumen cálculos tiempo de ciclo, prensados de pastillas sin respaldo Nuevo método

Tiempo ciclo obrero, 1ra. Etapa	
Tiempo observado (min)	10,02
Calificación operador (%)	75
Tiempo básico (min)	7,52
Tolerancia (%)	41,00
Tiempo estándar (min)	10,60
Tiempo ciclo obrero, 2da. Etapa	
Tiempo observado (min)	4,69
Calificación operador (%)	75%
Tiempo básico (min)	3,52
Tolerancia (%)	41,00
Tiempo estándar (min)	4,96
Tiempo de ciclo total :	15,56

El cálculo del tiempo estándar se lo realiza de igual manera que el realizado con el método antiguo en 3.1.3, con la única diferencia que en la tolerancia se incrementa 2 puntos por el tema de la fatiga física debido al incremento de producción, los resultados se tabulan en las tablas 3.12 y 3.13.

Tabla 3.13. Tiempo estándar y tiempo de ciclo total, prensado de pastillas con respaldo nuevo método

Tiempo ciclo obrero, 1ra. Etapa	
Tiempo observado medio	10,09
Calificación operador	75%
Tiempo básico	7,57
Tolerancia	41,00
Tiempo estándar	10,67
Tiempo ciclo obrero, 2da. Etapa	
Tiempo observado medio	7,43
Calificación operador	75%
Tiempo básico	5,58
Tolerancia	41,00
Tiempo estándar	7,86
Tiempo de ciclo total :	18,53

3.1.8 EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRENSADO DE PASTILLAS, CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS, CON LA MENOR INVERSIÓN

Luego de la implementación del nuevo método, para la evaluación de la productividad se recogió la información antes y después de la implementación, la información disponible para la prensa PPP3 va desde noviembre del 2013, hasta junio del 2014, esta información está en el sistema de monitoreo de la empresa Egar S.A.

Los resultados se recogen en la tabla 3.14, así también se recopiló la información de producción de los meses mayo y junio que son los meses de inicio del nuevo método, los resultados igual se muestran en la tabla 3.14.

Tabla 3.14. Productividad real prensa PPP3, pastillas / HH

	Método antiguo	
	11 horas	8 horas
Nov 2013:	101,45	98,83
Dic 2013:	94,18	90,00
Ene 2014:	116,45	111,60
Feb 2014:	111,14	112,80
Mar 2014:	112,50	104,00
Abr 2014:	114,68	98,00
Promedio:	108,40	102,54

	Nuevo método	
	11 horas	8 horas
May 2014:	135,58	124,50
Jun 2014:	138,00	132,00
Promedio:	136,79	128,25

	Mejora	
Mejora :	26%	25%

La tabla 3.14, agrupa un resumen de la productividad por hora hombre de la prensa PPP3 desde los meses noviembre 2013 hasta junio 2014.

Esta información es el promedio de la productividad por hora hombre en cada mes, como se ilustra en la tabla 3.14, que muestra la información de la productividad del mix de pastillas fabricadas en el mes de mayo del 2014, en la prensa PPP3.

Los datos de la tabla 3.14, son el resumen de la información incluida en el anexo X, que corresponde a los meses noviembre, diciembre del 2013 y de los meses enero, febrero, marzo, abril y junio del 2014.

En la tabla 3.15, se muestran los ciclos de prensado en el mes de mayo del 2014, en este mes se implementó el nuevo método, en el mismo se puede ver que se inició con valores bajos y a partir de la segunda semana ya se notó el incremento de la productividad. Se puede ver también que en la cuarta semana del mes de mayo se inicia las pruebas con otro operador y de igual manera empieza con valores bajos.

En la tabla 3.15 se puede ver que se inició con un solo turno y con jornadas de 11 horas de lunes a jueves y con jornada de 8 horas el día viernes.

Además, los datos de la tabla 3.15, no discriminan el tipo de producto por lo que la información corresponde al mix de producción de la prensa de pastillas 3, que ha trabajado un piso de pastillas con respaldo y tres pisos de pastillas sin respaldo.

A la vez en estos datos, al decir 33 cargadas realizadas el 08 de mayo del 2014, indica que la prensa ha realizado 33 ciclos en la jornada de 11 horas, en la misma que debe haber habido tiempos destinados al refrigerio, carga o descarga del horno, retiro del polvo, es decir incluye todos los tiempos muertos improductivos.

Tabla 3.15. Productividad PPP3, implementación nuevo método, mayo del 2014

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/jornada	Productividad / HH	Observaciones
L	05-may-14	23	8	1 104	138,00	Implementación elevador, prensista más obrero de mantenimiento
M	06-may-14	26	11	1 248	113,45	
M	07-may-14	25	11	1 200	109,09	
J	08-may-14	33	11	1 584	144,00	
V	09-may-14	22	8	1 056	132,00	
S	10-may-14				126,14	Promedio 11 horas
D	11-may-14					
L	12-may-14	33	11	1 584	144,00	Implementación elevador, prensista más obrero de mantenimiento
M	13-may-14	32	11	1 536	139,64	
M	14-may-14	34	11	1 632	148,36	
J	15-may-14	36	11	1 728	157,09	
V	16-may-14	20	8	960	120,00	
S	17-may-14				147,27	Promedio 11 horas
D	18-may-14					
L	19-may-14	34	11	1 632	148,36	Nuevo método, prensista trabaja solo, 4 pisos pastillas SR
M	20-may-14	38	11	1 824	165,82	
M	21-may-14	33	11	1 584	144,00	
J	22-may-14	32	11	1 536	139,64	
V	23-may-14	22	8	1 056	132,00	
S	24-may-14				149,45	Promedio 11 horas
D	25-may-14					
L	26-may-14	31	11	1 488,00	135,27	Nuevo método, operador nuevo, un piso con respaldo, más obrero de mantenimiento
M	27-may-14	19	8	912,00	114,00	
M	28-may-14					
J	29-may-14	25	11	1 200,00	109,09	
V	30-may-14	19	8	912,00	114,00	
S	31-may-14				119,45	Promedio 11 horas

(Egar S.A, 2014, PPP3)

3.1.8.1 Evaluación de la productividad en la jornada de 11 horas hombre

La evaluación de la productividad se realizó, tomando en cuenta las tres condiciones mostradas en la tabla 3.16 citada posteriormente. Así para la primera condición trabajo, se puede ver que se dispone de un tiempo útil de 565 minutos los que divididos para 25,97 minutos que corresponde al tiempo de ciclo con el método antiguo, esto nos da 22 cargadas de la prensa en la jornada de 11 horas hombre, en cada cargada sale 48 pastillas (36 pastillas corresponden a pastillas sin respaldo y 12 a pastillas con respaldo) esto nos da una productividad para el método antiguo de 96 pastillas/HH.

De igual manera para la primera condición, pero para el nuevo método obtenemos el número de cargadas al dividir los 565 minutos de tiempo útil para los 20,53 minutos que corresponden al tiempo de ciclo con el nuevo método, obteniendo como resultado 28 cargadas en la jornada de 11 horas hombre, esto multiplicado por las 48 pastillas/cargada, se tiene una productividad de 131 pastillas/HH. Con los valores de productividad de 96 pastillas/HH con el método antiguo y 131 pastillas/HH con el nuevo método se tiene una mejora del 27%, tal como se ilustra en la tabla 3.16.

Con el mismo procedimiento anterior se calculó la productividad para la condición, cuando el obrero prensista no realiza la carga o descarga del horno, en el que se obtuvo que la productividad para el método antiguo es de 105 pastillas/HH y para el nuevo método es de 131 pastillas/HH, esto indica una mejora del 25%, tal como se muestra en la tabla 3.16.

Así también se calcula la productividad para el turno de la noche y se obtuvo como resultado 105 pastillas/HH para el método antiguo y 131 pastillas/HH para el nuevo método, dando una mejora del 25%, como se muestra en la tabla 3.16.

En la tabla 3.16, también se muestra los resultados obtenidos para la producción de pastillas sin respaldo y por tener tiempos de ciclo menores a los tiempos de

ciclo de la producción de pastillas con respaldo se obtiene una mejora del 39 y 40%.

Tabla 3.16. Productividad en jornada de 11 horas hombre en prensa PPP3

	Con respaldo			Sin respaldo		
	Método antiguo	Nuevo método	Mejora	Método antiguo	Nuevo método	Mejora
Tiempo ciclo de máquina (min)	12,27	12,27		12,27	12,27	
Tiempo ciclo obrero, 1ra. Etapa (min)	13,70	10,67		12,72	10,60	
Tiempo ciclo obrero, 2da. Etapa (min)	7,70	7,86		4,89	4,96	
Tiempo de carga/ descarga, prensa elevador (min)	0,00	2,00		0,00	2,00	
Tiempo ciclo total (min)	25,97	20,53	21%	24,25	17,56	28%
Horas hombre (h)	11	11		11	11	
Jornada (min)	660	660		660	660	
Carga del horno (min)	45	45		45	45	
Limpieza polvo (min)	20	20		20	20	
Café (min)	15	15		15	15	
Merienda (min)	15	15		15	15	
Cena (min)	30	30		30	30	
Producción de pastillas 4 pisos * 12 pastillas/piso (pastillas/cargada)	48	48		48	48	
	Productividad, Cuando carga el horno			Productividad, Cuando carga el horno		
Minutos útiles/jornada	565	565		565	565	
Cargadas/jornada	22	28	27%	23	32	39%
pastillas /jornada	1 056	1 344	27%	1 104	1 536	39%
Productividad (Pastillas/HH)	96	122	27%	100	140	39%
	Productividad, Cuando No carga el horno			Productividad, Cuando No carga el horno		
Minutos útiles/jornada	610	610		610	610	
Cargadas/jornada	24	30	25%	25	35	40%
Pastillas /jornada	1 152	1 440	25%	1 200	1 680	40%
Productividad (Pastillas/HH)	105	131	25%	109	153	40%
	Productividad, Turno de la noche			Productividad, Turno de la noche		
Minutos útiles/jornada	615	615		615	615	
Cargadas/jornada	24	30	25%	25	35	40%
Producción de pastillas /jornada	1 152	1 440	25%	1 200	1 680	40%
Productividad (Pastillas/HH)	105	131	25%	109	153	40%

En forma global, en la jornada de 11 horas, para estimar la producción en la prensa PPP3 se tomará las mejoras más bajas obtenidas, el 25% de incremento para la producción de pastillas con respaldo y 33% para la producción de pastillas sin respaldo.

3.1.8.2 Evaluación de la productividad en la jornada de 8 horas hombre

La evaluación de la productividad en la jornada de 8 horas hombre se lo realizó igual que en 3.1.8.1, con la diferencia que la jornada es de 8 horas y a esta se le restó los mismos tiempos improductivos de la prensa de 95, 50 y 45 minutos para cada una de las condiciones, como se ilustra en la tabla 3.17.

En la tabla 3.17, se puede ver los resultados de la productividad, para la producción de pastillas con respaldo, la mejora obtenida es del 27 y 24% y para la producción de pastillas sin respaldo la mejora obtenida es del 38, 33 y 39%.

La jornada de 8 horas en la prensa de pastillas 3, solo se realiza los viernes en el turno del día, pero el cálculo de la productividad se realiza para las tres condiciones de trabajo, como lo muestra la tabla 3.17.

Comparando los resultados obtenidos en las tablas 3.16 y 3.17 se puede ver que los resultados son ligeramente mejores en la jornada de 11 horas, esto es debido a que en las dos jornadas se tiene los mismos tiempos muertos que son los que afectan directamente a la productividad.

Como se puede ver las mejoras en las dos jornadas son semejantes, por lo que, igual que en la anterior, se considerará que la mejora obtenida y con la que se puede planificar la producción será del el 25% de incremento para la producción de pastillas con respaldo y 33% para la producción de pastillas sin respaldo.

Tabla 3.17. Productividad en jornada de 8 horas hombre en prensa PPP3

	Con respaldo			Sin respaldo		
	Método antiguo	Nuevo método	Mejora	Método antiguo	Nuevo método	Mejora
Tiempo ciclo de máquina (min)	12,27	12,27		12,27	12,27	
Tiempo ciclo obrero, 1ra. Etapa	13,70	10,67		12,72	10,60	
Tiempo ciclo obrero, 2da. Etapa	7,70	7,86		4,89	4,96	
Tiempo de carga/ descarga, prensa elevador(min)	0,00	2,00		0,00	2,00	
Tiempo ciclo total (min)	25,97	20,53	21%	24,25	17,56	28%
Horas hombre	8	8		8	8	
Jornada (min)	480	480		480	480	
Carga del horno (min)	45	45		45	45	
Limpieza polvo (min)	20	20		20	20	
Café (min)	15	15		15	15	
Merienda (min)	15	15		15	15	
Cena (min)	30	30		30	30	
Producción de pastillas 4 pisos * 12 pastillas/piso	48	48		48	48	
	Productividad, Cuando carga el horno			Productividad, Cuando carga el horno		
Minutos útiles/jornada	385	385		385	385	
Cargadas/jornada	15	19	27%	16	22	38%
Producción de pastillas /jornada	720	912	27%	768	1056	38%
Pastillas/HH	90	114	27%	96	132	38%
	Productividad, Cuando No carga el horno			Productividad, Cuando No carga el horno		
Minutos útiles/jornada	430	430		430	430	
Cargadas/jornada	17	21	24%	18	24	33%
Producción de pastillas /jornada	816	1008	24%	864	1152	33%
Pastillas/HH	102	126	24%	108	144	33%
	Productividad, Turno de la noche			Productividad, Turno de la noche		
Minutos útiles/jornada	435	435		435	435	
Cargadas/jornada	17	21	24%	18	25	39%
Producción de pastillas /jornada	816	1 008	24%	864	1 200	39%
Pastillas/HH	102	126	24%	108	150	39%

Al mejorar las condiciones que limitan la productividad debido al método de trabajo, se obtuvo una productividad de 136 pastillas/HH para la jornada de 11 horas y de 128 pastillas/HH para la jornada de 8 horas, con estos datos se estima que la capacidad de la prensa PPP3 se incrementará a 12 992 juegos/mes y de los cuales 3 248 juegos/mes correspondería a pastillas con respaldo, al destinar

un piso de la prensa a la producción de pastillas con respaldo, tal como se muestra en la tabla 3.18.

Tabla 3.18. Capacidad prensa PPP3 con el nuevo método

Capacidad prensa PPP3- Nuevo método						
Prensa	Jornada (h)	Turnos	Productividad Pastillas/HH	Días/mes	pastillas/mes	Capacidad juegos/mes
PPP3	11	2	136	16	47 872	11 968
	8	1	128	4	4 096	1 024
Capacidad total prensas (juegos/mes):						12 992
25% pastillas con respaldo (juegos/mes):						3 248

Con el nuevo método y en una sola prensa si se puede cubrir el requerimiento de mercadeo, de 2 500 juegos/mes de pastillas con respaldo sin hacer cambios en el uso de las prensas, es decir, de lunes a jueves la prensa trabajaría dos turnos con jornadas de 11 horas y el día viernes con una jornada de 8 horas, como lo muestra la tabla 3.18.

3.2 DISCUSIÓN

3.2.1 CONDICIONES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN EL PRENSADO DE PASTILLAS

Al cambiar el método como se muestra en 3.1.3.3 en la tabla 3.5, se observó que traslapando las actividades se redujo las condiciones que limitan la productividad relacionadas con el método de producción de pastillas, porque se logró disminuir el tiempo inactivo de la prensa al pasar del 49 al 69% de uso del equipo, con esto se aumentó la productividad en un 25% por hora hombre, como lo muestra la tabla 3.14.

En el tiempo de ciclo de prensado existen 7 minutos que el obrero destina a las actividades que no corresponden al prensado de pastillas, esto se da por el método mismo, ya que el ciclo de máquina es mayor que el tiempo que necesita para limpiar las pastillas. Con el nuevo método el obrero ya no puede realizar esta actividad, porque en ese tiempo el obrero tiene que realizar las actividades propias del prensado de pastillas, como lo muestran las tablas 3.16 y 3.17.

Las actividades que merman el tiempo útil de la jornada del obrero, como la carga o descarga del horno de segmentos, se los debería operar con otros recursos humanos para que la prensa no se pare, ya que la prensa es un equipo considerado restricción.

En las tablas 3.16 y 3.17, se puede observar que en el turno del día, las comidas tienen un impacto diario de 30 minutos que restan a la jornada laboral, en este tiempo no se incluye el tiempo del almuerzo ya que este tiempo no es parte de la jornada. En el tiempo destinado a las comidas los equipos se paran, teniendo una afectación negativa a la productividad, por no darle un tratamiento administrativo para que la prensa siga trabajando inclusive cuando el obrero se va a comer.

3.2.2 CORRECCION DE FALLAS DE LOS EQUIPOS QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE Prensado de Pastillas

Los trabajos de mantenimiento, no se analiza con mayor profundidad, tanto su planificación como su ejecución, por ser extensa y porque esta tesis no está direccionada a los detalles técnicos de los equipos.

Pero, si se realizó un nuevo diseño en su parte hidráulica como eléctrica y a la vez se cambió todos los elementos de la central hidráulica y todos los componentes del sistema de control eléctrico. Con el rediseño de la central hidráulica se logró evitar el uso de un enfriador de aceite.

De requerir más detalles de estos trabajos se los puede evidenciar en el sistema documental de la empresa Egar S.A en el hallazgo 691, con el nombre seguimiento proceso de prensado de pastillas, cuyo fin fue garantizar la disponibilidad de las prensas y monitorear las variables del proceso en línea.

3.2.3 DEFINICIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y NUEVO MÉTODO, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRENSADO DE PASTILLAS CON LA MENOR INVERSIÓN

La definición del nuevo método, fue la entrada principal para el diseño de las herramientas necesarias para ejecutar el nuevo método, a esto se le complementó con los espacios disponibles y los materiales que se disponían en ese momento.

3.2.4 EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRENSADO DE PASTILLAS, CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS, CON LA MENOR INVERSIÓN

En las tablas 3.16 y 3.17 se ve con mayor detalle la productividad de las jornadas de 11 y de 8 horas, también se pueden distinguir las tres condiciones de trabajo de la prensa, que inciden directamente en la productividad.

La primera condición es en el turno del día y cuando el obrero prensista carga o descarga el horno de segmentos, la jornada del obrero en la prensa se reduce en 95 minutos debido a que destina 45 minutos para cargar o descargar el horno, 20 minutos al retiro de polvo del extractor de la línea B, 15 minutos al desayuno y 15 minutos a la merienda.

La segunda condición, también es en el turno del día y cuando el obrero prensista no carga o descarga el horno de segmentos, pero el obrero tiene 50 minutos que

no trabaja en la prensa al destinar, 20 minutos al retiro de polvo del extractor de la línea B, 15 minutos al desayuno y 15 minutos a la merienda.

La tercera condición, es en el turno de la noche, el obrero prensista tiene 45 minutos que no trabaja en la prensa al destinar, 30 minutos para la cena y 15 para el desayuno.

Manteniendo las tres condiciones de trabajo de la prensa de pastillas y cambiando el método de trabajo la mejora de la productividad es evidente como se muestra en las tablas 3.14, 3.15 y 3.16, lo que indica que si es factible ofrecer un incremento del 25%, y este incremento permitirá cubrir el requerimiento del área de mercadeo de la empresa Egar S.A.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Luego de realizar todas las actividades de identificación de las condiciones que limitan la productividad en la prensa de pastillas, corrección de las fallas de los equipos, diseño y construcción de nuevas herramientas y de implementación de un nuevo método, se logró mejorar la productividad en un 25%. Esto implica que la productividad se incrementó de 108 a 136 pastillas/HH en la jornada de 11 horas y de 102 a 128 en la jornada de 8 horas.
- Con el 25% de la mejora de la productividad obtenida en la prensa de pastillas 3, se obtiene una capacidad de producción de 3 248 juegos/mes, cantidad suficiente para cubrir los 2 500 juegos/mes requeridos por el área de mercadeo de la empresa Egar S.A. Esto se puede lograr trabajando un piso de pastillas con respaldo.
- Se identificaron las actividades que limitan la productividad en el proceso de prensado de pastillas, principalmente está dado por el método antiguo, ya que este necesita que primero se dé el ciclo de máquina para luego realizar las actividades de la etapa 2 del obrero.

El nuevo método incrementa el uso del equipo, del 49 % al 69%, como se puede ver en la tabla 3.5.

- El nuevo método necesitó de herramientas para poder ejecutarse, para lo cual se diseñó y construyó un elevador de matrices con 8 niveles, 4 son para descargar y los otros 4 para cargar la prensa. Este elevador tiene movimiento vertical para acoplarse a la altura que requiere el operador, se

construye con material existente en la planta y material reciclado, como se indica en 3.1.6.

- El elevador de matrices permite cargar y descargar la prensa en un tiempo menor a 2 minutos y dar inicio a un nuevo ciclo de prensado, y mientras la prensa está trabajando el obrero con el elevador realiza las actividades necesarias para tener listo las matrices para la próxima cargada. Con esta herramienta el tiempo de ciclo del prensado depende del tiempo de ciclo del obrero.
- Se identificó los paros que ha tenido la prensa PPP3 en el registro índice de disponibilidad 2013, ver anexo VII para asegurar su disponibilidad se rediseña el sistema hidráulico y se cambia todos sus elementos como bomba, válvulas, mangueras, aceite y tanque. Así también se rediseña el sistema eléctrico para monitorear en línea las variables de la prensa.
- Se mejoró la disponibilidad de la prensa PPP3 luego de realizar el mantenimiento correctivo en el sistema hidráulico y eléctrico, como se muestra en 3.1.5. Los trabajos realizados dan la confiabilidad para que el equipo trabaje las 24 horas con una reducción de paros imprevistos, los mismos que se pueden evidenciar en el registro índice de disponibilidad del año 2014.
- La evaluación de la productividad del área de prensado de pastillas, arroja una mejora del 25%, como se evidencia en 3.18. La evaluación fue realizada con valores calculados y con producciones registradas antes y después de la implementación del nuevo método.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio para reconocer al obrero que trabaje en la prensa PPP3 que tiene el nuevo método con el elevador de matrices, debido al aumento de trabajo y por aumentar el uso del equipo.
- Revisar el manejo del recurso humano, para disminuir el ausentismo y la rotación de personal, porque influyen directamente en la productividad no solo del área de prensas, si no, de toda la empresa.
- Realizar ensayos con una mayor concentración del desmoldante para reducir la adherencia del material a las matrices, con el fin de disminuir el esfuerzo que realiza el obrero al limpiar las matrices y consecuentemente disminuir el tiempo de limpieza, esto permitiría que el obrero disponga de un tiempo de descanso en cada prensada.
- Coordinar adecuadamente el recurso humano para que las prensas no se paren en las horas del almuerzo, refrigerios y merienda. Y para que el personal de las prensas no realice actividades, que no corresponde al área de pastillas, como el retiro del polvo del extractor, carga o descarga del horno.
- Aumentar el número de pares similares de matrices para pastillas con respaldo, con el fin de que siempre se aproveche el nuevo método. Esto es necesario, para que unas estén en la máquina y las otras estén afuera preparándose para la próxima prensada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baca, G. Cruz, M. Cristobal, M. Baca, G. Gutierrez, J. Pacheco, A. Rivera, A. Rivera, I. (2011). *Introducción a la ingeniería industrial*. México DF, México: Grupo Editorial Patria.
2. Bateman, T. (2001). *Administración: Una ventaja competitiva* (1ra. ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
3. Castro, F. (2009). El mantenimiento industrial: La columna vertebral de su empresa. *Metal actual, volumen 13*. Recuperado de http://www.metalactual.com/revista/13/procesos_mantenimiento.pdf (Diciembre, 2013).
4. Chapman, N. (2006). *Planificación y control de la producción* (1ra. ed.). México DF, México: Pearson educación.
5. Deming, E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis* (1ra. ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
6. Egar S.A, a. (2013). *Registro: Índice de disponibilidad*. Quito, Ecuador: S/E.
7. Egar S.A, b. (2013). *Sistema de mejora continua: Objetivo, pastillas integradas de bajo costo, incidente 733*. Quito, Ecuador: S/E.
8. Egar S.A, c. (2014). *Documento: Manual de Gestión de la Calidad*. Quito, Ecuador: S/E.
9. Egar S.A. (2014). *Egar: Frenos automotrices*. Recuperado de www.frenosautomotrices.com/ (Septiembre 2014)
10. Fernández, I. G. (1996). *Diseño y medición de trabajos*. Oviedo, España: Universidad de Oviedo, Servicio de publicaciones.
11. Gaither, N. Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones* (8va. ed.). México DF, México: International Thomson Editores.
12. Gamboa, T. Arellano M. Nava Y. (2003). Estrategias de modernización empresarial: Procesos, productos y fuerza de trabajo. *Redalic*.

Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29002405>, (Febrero, 2014),

13. García, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial: Principios fundamentales* (21ava. ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
14. García, R. (2005). *Estudio del trabajo: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (2da. ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
15. Heizer, J. y Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones* (5ta. ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson educación S.A.
16. Heizer, J. y Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones estratégicas* (8va. ed.). Madrid, España: Pearson educación S.A.
17. Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de Administración de operaciones*. México D.F, México: Pearson Educación.
18. Hodson, K. (1996). *Maynard Manual del ingeniero industrial: Tomo I* (4ta. ed.). México D.F, México: McGraw-Hill/Interamericana de Editores S.A.
19. Inda, A. (1999). *El Mapa: Una guía para el mejoramiento de la calidad en la pequeña y mediana empresa, basada en el método Deming*. Washington: Organización de los Estados Americanos.
20. INEGI. (2003). *El ABC de los indicadores de la productividad*. Recuperado de <http://inegi.gob.mx> (julio 2013)
21. Jananía, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. México D.F, México: Limusa, S.A.
22. Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ta. ed.). Ginebra, Suiza: Oficina internacional del trabajo.
23. Krajewski, M. Ritzman, L. y Malhotra, L. (2008). *Administración de operaciones: Procesos y cadena de valor* (8va. ed.). México DF, México: Pearson educación.

24. Meyers, E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos: Para la manufactura ágil* (2da. ed.). México D.F, México: Pearson Educación.
25. Niebel, W. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo* (12va. ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
26. Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos* (1ra. ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
27. Prando, R. (1996). *Manual gestión de mantenimiento: a la medida*. Montevideo, Uruguay: Piedra Santa.
28. Richard, B. Chase, F. Jacobs, R. Nicholas, J. (2009). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro* (12.va ed.). México D.F, México: McGraw-Hill.
29. Rodríguez, M. (2007). *Procesos de trabajo: Teoría y casos prácticos*. Madrid, España: Pearson Educación.
30. Vaughn, R. (1988). *Introducción a la ingeniería industrial*. (2da. ed.). Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.

ANEXOS

ANEXO I

CONTENIDO DEL TRABAJO

Tabla AI.1. Tiempo básico y suplementario

Contenido total del trabajo	Contenido total de trabajo	Contenido básico de trabajo del producto y/o la operación	CONTENIDO BASICO DEL TRABAJO
	Tiempo total improductivo	A Contenido de trabajo adicional a causa de un mal diseño del producto o de una mala utilización de los materiales	A.1. Mal diseño y cambios frecuentes del diseño
			A.2. Desecho de materiales
			A.3. Normas de calidad erróneas
		B Contenido de trabajo adicional a causa de métodos manufactureros u operativos ineficientes	B.1. Mala disposición y utilización del equipo
			B.2. Inadecuada manipulación de los materiales
			B.3. Interrupciones frecuentes debidas al paso de la producción de un producto a la de otro
			B.4. Métodos ineficaces de trabajo
			B.5. Mala planificación de las existencias
			B.6. Frecuentes averías de las máquinas y el equipo
	C Tiempo improductivo imputable a los recursos humanos	C.1. Absentismo y retrasos	
		C.2. Mala ejecución del trabajo	
		C.3. Riesgo de accidentes y enfermedades profesionales	

(Kanawaty, 1996, p. 15)

Tabla AI.2. Como reducir el tiempo improductivo mediante las técnicas de dirección

Tiempo total si todas las técnicas se aplican perfectamente = Contenido básico de trabajo	
El tiempo improductivo se elimina totalmente si se aplican perfectamente todas las técnicas	A.1. El desarrollo del producto reduce el contenido de trabajo debido a un mal diseño
	A.2. La utilización adecuada de los materiales reduce y utiliza los desechos
	A.3. El control de calidad garantiza la aplicación de normas y métodos de inspección adecuados
	B.1. La mejora de la disposición y de la planificación del proceso
	B.2. El movimiento de materiales adaptado a la actividad reduce el tiempo y el esfuerzo
	B.3. La planificación y el control de la producción reducen el tiempo improductivo
	B.4. El estudio de los métodos de una actividad reduce el contenido de trabajo debido a unos métodos ineficaces de trabajo
	B.5. El control de las existencias determina los niveles de existencias adecuados y más económicos
	B.6. El mantenimiento preventivo garantiza una vida más larga y un funcionamiento continuo de las máquinas y el equipo
	C.1. Una dirección y una política de personal adecuadas pueden crear un entorno de trabajo satisfactorio.
	C.2. La capacitación puede promover la adquisición de los conocimientos especializados adecuados
	C.3. Unas mejores condiciones de trabajo mejoran la moral y reducen el absentismo.

(Kanawaty, 1996, p. 16)

Tabla AI.3. Descomposición del tiempo de fabricación

Tiempo total de las operaciones en las condiciones existentes	Contenido total de trabajo	32% Contenido básico de trabajo del producto o de la operación	CONTENIDO BASICO DEL TRABAJO
		12% Contenido de trabajo suplementario, debido a DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO o especificación del producto	A.1. Diseño del producto o partes que impide la utilización de procedimientos o métodos de fabricación más económicos
			A.2. Diversidad excesiva de productos o falta de normalización de los componentes
	A.3. Fijación equivocada de normas de calidad, por exceso o por defecto		
	A.4. Los componentes de un producto pueden tener un modelo tal que, para darle forma definitiva, es preciso eliminar una cantidad excesiva de material, lo cual ocasiona desperdicios de material y aumento del contenido de trabajo		
	15% Contenido de trabajo suplementario debido a METODOS INEFICACES de producción o de funcionamiento	B.1. Utilización de tipos o tamaños inadecuados de maquinaria cuya capacidad sea inferior a la apropiada	
		B.2. Los procesos de alimentación, ritmo, velocidad de recorrido, temperatura, presión, etc. no funcionan adecuadamente	
		B.3. Se utilizan herramientas inadecuadas	
		B.4. La disposición de la fábrica, taller o lugar de trabajo impone movimientos innecesarios, lo cual da por resultado pérdidas de tiempo y fatiga	
		B.5. Los métodos de trabajo del operador entrañan movimientos innecesarios, pérdida de tiempo y energía	
	Tiempo improductivo total	25% Tiempo improductivo por DEFICIENCIAS DE LA DIRECCION	C.1. Política de ventas que exija un número excesivo de variedades de un producto
			C.2. Falta de estandarización de componentes de uno o varios productos con efecto similar
			C.3. Descuido en el diseño del producto sin respetar las indicaciones del cliente y evitar modificaciones del modelo
C.4. Mala planificación de la secuencia de operaciones y pedidos			
C.5. Inadecuada organización del abastecimiento de materias primas, herramientas y demás elementos necesarios			
C.6. Deficiente mantenimiento de las instalaciones y la maquinaria			
C.7. Por permitir que las instalaciones y la maquinaria funcionen en mal estado			
C.8. Inexistencia de condiciones de trabajo que permitan al operador trabajar en forma continua			
16% Tiempo improductivo IMPUTABLE AL TRABAJADOR	D.1. Ausencias, retardos, no trabajar de inmediato, trabajar despacio, o simple y sencillamente no querer trabajar		
	D.2. Trabajar con descuido, lo cual origina desechos o repeticiones		
	D.3. Inobservancia de las normas de seguridad		

(García, 2005, p. 16)

ANEXO II

INSTRUCCIONES DE TRABAJO DE PASTILLAS CON RESPALDO




	INSTRUCCIONES DE TRABAJO PRESADO DE PASTILLAS CON RESPALDO	Rev. 1 Página 1 de 4																
<p>ALCANCE:</p> <p>Este proceso será aplicado en la sección de pastillas para todo tipo de pastillas con respaldo.</p> <p>CONTROLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ciclos de prensado, temperatura, espesor de pastillas, presión específica de prensado (Estándar de prensas). Verificación visual de la compactación de la pastilla prensada. No debe presentar fisuras ni ampollas. Ensayos de laboratorio conducidos por el Departamento de Calidad. Norma TÉCNICA INEN NTE 2185:2010 <p>EQUIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prensas Múltiples de Pastillas: PPP1/PPP2 Brochas para colocar desmoldante Carda para limpiar rebabas <p>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Uniforme de trabajo (pantalón, camiseta, camisa y zapatos punta de acero) Overol de Tafeta Mascarilla 3M (6200) Filtros 3M para polvo (2091) Cartuchos 3M contra amoniaco (6004) </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Cinturón ergonómico Tapones auditivos Casco con pantalla acrílica Gafas Guantes de soldador API Guantes Blue best lite (palma de nitrilo) Guante cuero corto reforzado. </td> </tr> </table> <p><u>EPP's DE USO OBLIGATORIO EN EL PUESTO DE TRABAJO</u></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ropa de Trabajo</td> <td>Casco</td> <td>Respirador media cara filtro para polvos</td> <td>Orejeras</td> <td>Calzado punta de acero</td> <td>Guantes</td> <td>Gafas de seguridad</td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> Uniforme de trabajo (pantalón, camiseta, camisa y zapatos punta de acero) Overol de Tafeta Mascarilla 3M (6200) Filtros 3M para polvo (2091) Cartuchos 3M contra amoniaco (6004) 	<ul style="list-style-type: none"> Cinturón ergonómico Tapones auditivos Casco con pantalla acrílica Gafas Guantes de soldador API Guantes Blue best lite (palma de nitrilo) Guante cuero corto reforzado. 								Ropa de Trabajo	Casco	Respirador media cara filtro para polvos	Orejeras	Calzado punta de acero	Guantes	Gafas de seguridad
<ul style="list-style-type: none"> Uniforme de trabajo (pantalón, camiseta, camisa y zapatos punta de acero) Overol de Tafeta Mascarilla 3M (6200) Filtros 3M para polvo (2091) Cartuchos 3M contra amoniaco (6004) 	<ul style="list-style-type: none"> Cinturón ergonómico Tapones auditivos Casco con pantalla acrílica Gafas Guantes de soldador API Guantes Blue best lite (palma de nitrilo) Guante cuero corto reforzado. 																	
																		
Ropa de Trabajo	Casco	Respirador media cara filtro para polvos	Orejeras	Calzado punta de acero	Guantes	Gafas de seguridad												
Actualizado por: Revisado por:		Ing. Carlos Guerrón Ing. José Vargas		Aprobado por: Fecha:		Ing. Arturo Núñez Septiembre 2012												

Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo

(Egar S.A, 2013)


	INSTRUCCIONES DE TRABAJO PRENSADO DE PASTILLAS CON RESPALDO	Rev. 1 Página 2 de 4
RIESGOS DEL PUESTO DE TRABAJO:		
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura elevada, superficies o materiales calientes, ruido, piso irregular, polvo inorgánico, Maquinaria desprotegida, Posición forzada (de pie), proyección de sólidos, trabajo a distinto nivel, desorden. 		
ACTIVIDADES		
1. Equiparse con los implementos de seguridad establecidos		
2. Verificar cualquier condición insegura que impida el trabajo en condiciones normales. De ser el caso avisar al Jefe de Línea y arreglar cualquier condición insegura antes de empezar a trabajar.		
3. Revisar orden de producción a fin de identificar la referencia a trabajar		
4. Colocar las matrices con sus tapas en la prensa respectiva. Seleccionar las matrices de acuerdo a la referencia indicada en la orden de producción.		
Riesgo Ergonómico: esfuerzo físico por levantamiento manual de pesos.		
Riesgo Mecánico: Golpes por caída de las matrices. Caída por trabajo a distinto nivel.		
5. Al inicio del turno, cerrar la prensa y dejar entre 30 min y 1 hora aproximadamente para que se caliente, esto depende si la prensa ha estado trabajando o no verificar la temperatura.		
6. Verificar que la temperatura haya alcanzado el valor seteado en el tablero. Verificar que la presión llegue al valor seteado según lo indica el estándar de prensas y que el ciclo de prensado sea el adecuado de acuerdo a las referencias a trabajar.		
7. Proveerse de los respaldos respectivos (previamente limpiados) a través del Jefe de Línea.		
8. Colocar desmoldante en las tapas superior de la matriz con respaldo.		
Riesgo Químico: Inhalación de vapores del desmoldante.		
9. Colocar los respaldos en el porta respaldos de la matriz y bajar la matriz.		
Riesgo Mecánico: Caída de objetos en manipulación.		
10. Colocar aproximadamente 2 g. de pega sólida sobre el respaldo de cada una de las pastillas, colocar pega en los agujeros del respaldo.		
Actualizado por: Revisado por:	Ing. Carlos Guerrón Ing. José Vargas	Aprobado por: Fecha:
Ing. Arturo Núñez Septiembre 2012		

Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo

(Egar S.A, 2013)









 EGAR Frenos Automotrices	INSTRUCCIONES DE TRABAJO PRENSADO DE PASTILLAS CON RESPALDO	Rev. 1 Página 3 de 4	
<p>11. Tomar los premoldes y colocarlos en cada uno de los orificios de la matriz de pastillas, sobre los respaldos, teniendo como base la tapa inferior. Procurar que los premoldes para una misma matriz sean lo más iguales posible, en cuanto a peso.</p> <p>Riesgo mecánico: Quemaduras</p>			
<p>12. Colocar sobre la matriz su tapa superior.</p>			
<p>13. Tomar con las dos manos las matrices con sus tapas e introducirlas de arriba a abajo en las cámaras de la prensa. Colocar el resto de matrices en las cámaras restantes.</p> <p>Riesgo Mecánico: Quemaduras en la piel.</p> <p><i>Usar guantes API.</i></p>			
<p>14. Cuando las 4 cámaras estén con las matrices llenas de premoldes, presionar el botón de encendido del ciclo de la prensa y sus dos botones auxiliares, evitar, el contacto con las partes que se encuentren a alta temperatura.</p> <p>Riesgo Mecánico: Atrapamiento de las manos.</p> <p><i>No introducir la mano dentro de las matrices una vez que el ciclo haya iniciado.</i></p>			
<p>15. Terminado el ciclo de prensado y cuando las cámaras se abren completamente. Retirar entonces las matrices con sus respectivas tapas desde la cámara inferior.</p> <p>Riesgos Mecánicos: Quemaduras en la piel.</p> <p>Riesgo Ergonómico: Sobreesfuerzo físico por levantamiento de pesos.</p>			
<p>16. Colocar las matrices en la mesa ubicada al lado de la prensa.</p>			
<p>Riesgos Mecánicos: Quemaduras en la piel.</p> <p>Riesgo Ergonómico: Sobreesfuerzo físico por levantamiento de pesos.</p>			
<p>17. Quitar la tapa superior de la matriz con una lima.</p> <p>Riesgo Mecánico: Quemaduras en la piel.</p>			
<p>18. Limpiar la superficie de la tapa que se encuentra en contacto con la matriz con una espátula de bronce.</p> <p>Riesgo mecánico: Quemaduras en la piel.</p>			
Actualizado por: Revisado por:	Ing. Carlos Guerrón Ing. José Vargas	Aprobado por: Fecha:	Ing. Arturo Núñez Septiembre 2012

Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo

(Egar S.A, 2013)







	INSTRUCCIONES DE TRABAJO PRENSADO DE PASTILLAS CON RESPALDO	Rev. 1 Página 4 de 4
19. Colocar desmoldante en la tapa superior. Riesgo Químico: Inhalación de vapores del desmoldante.		
20. Golpear con un maso de caucho cada pastilla a fin de extraerla de la matriz. Riesgo Mecánico: Golpes en los dedos.		
21. Limpiar los orificios y las superficies de la matriz con una espátula de bronce. Riesgo Mecánico: Quemaduras en la piel.		
22. Colocar desmoldante sobre las superficies limpias de la matriz y sus tapas. Riesgo Químico: Inhalación de vapores del desmoldante.		
23. Limpiar las rebabas del contorno de las pastillas con la carda y verificar que no existan ampollas o despostillamientos. Riesgos Mecánicos: Proyección de rebabas a los ojos Cortes, golpes.	 PELIGRO PROTECCIÓN DE PARTICULAS 	
24. Colocar las pastillas limpias en su tambor respectivo, ubicado frente a la mesa de trabajo. Llenar la orden de producción en el casillero correspondiente.		
25. Llevar los tambores con las pastillas hasta la rectificadora de pastillas o al área de almacenamiento con su respectiva orden de producción.		
26. Concluidas las labores diarias dejar limpia la zona y libre de obstáculos		
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: ❖ ESTÁNDAR DE PRENSAS ❖ ORDEN DE PRODUCCIÓN		
Actualizado por: Revisado por:	Ing. Carlos Guerrón Ing. José Vargas	Aprobado por: Fecha:
		Ing. Arturo Núñez Septiembre 2012

Figura AII.1 Instrucciones de trabajo de pastillas con respaldo

(Egar S.A, 2013)

ANEXO III

ESTÁNDAR DE PRENSAS 2013, PRENSAS DE PASTILLAS

Tabla AIII.1. Estándar de prensas 2013 de pastillas

FORMULACIONES: 811 ; 821; 921 K; 921									
PRENSA PPP3									
FECHA DE REVISIÓN: 2013-03-18									
REFERENCIA	ESPEJOR REFERENCIA P. TERMINADO	FORMUL. STAD.	TEMP. SETEADA	TEMP. EN LA MATRIZ	# CICLOS	TIEMPO CICLO	TIEMPO CURADO	TIEMPO TOTAL	PRESION HIDRAULICA
PASTILLA	(PULG)		T (°C)	(°C) T min - T°Max	#	SEG	SEG	min	(psi) Pmin - Pmax
PASTILLA CAFÉ	3/8	PC	155	155 - 170	6	30	420	10	2100 - 2350
PASTILLA METALICA	3/8	PM	155	155 - 170	6	30	420	10	2100 - 2350
PASTILLA KIA	3/8	PMKIA	155	155 - 170	6	30	520	12	2100 - 2350
PASTILLA CAFÉ	7/16	PC	155	155 - 170	6	30	490	11	2100 - 2350
PASTILLA METALICA	7/16	PM	155	155 - 170	6	30	490	11	2100 - 2350
PASTILLA KIA	7/16	PMKIA	155	155 - 170	6	30	590	13	2100 - 2350
PASTILLA CAFÉ	1/2	PC	155	155 - 170	6	30	570	13	2100 - 2350
PASTILLA METALICA	1/2	PM	155	155 - 170	6	30	570	13	2100 - 2350
PASTILLA KIA	1/2	PMKIA	155	155 - 170	6	30	670	14	2100 - 2350

Elaborado por:
ING. FRANKLIN MONTALUISA
INGENIERIA
EGAR S.A

FORMULACIONES: 811 ; 821; 921; 921 K									
PRENSA PPP1									
FECHA DE REVISIÓN: 2013-03-18									
REFERENCIA	ESPEJOR REFERENCIA P. TERMINADO	FORMUL. STAD.	TEMP. SETEADA	TEMPERATURA EN LA MATRIZ	# CICLOS	TIEMPO CICLO	TIEMPO CURADO	TIEMPO TOTAL	PRESION HIDRAULICA
PASTILLA	(PULG)		T (°C)	(°C) T min - T°Max	#	SEG	SEG	Minutos	(psi) Pmin - Pmax
PASTILLA ASBESTO	3/8	PC - B114	170	155 - 165	6	30	420	10	2100 - 2400
PASTILLA METALICA	3/8	PM	170	155 - 165	6	30	420	10	2100 - 2400
PASTILLA KIA	3/8	PMKIA	170	155 - 165	6	30	520	12	2100 - 2400
PASTILLA ASBESTO	7/16	PC - B114	170	155 - 165	6	30	490	11	2100 - 2400
PASTILLA METALICA	7/16	PM	170	155 - 165	6	30	490	11	2100 - 2400
PASTILLA KIA	7/16	PMKIA	170	155 - 165	6	30	590	13	2100 - 2400
PASTILLA ASBESTO	1/2	PC - B114	170	155 - 165	6	30	570	13	2100 - 2400
PASTILLA METALICA	1/2	PM	170	155 - 165	6	30	570	13	2100 - 2400
PASTILLA KIA	1/2	PMKIA	170	155 - 165	6	30	670	14	2100 - 2400

Elaborado por:
ING. FRANKLIN MONTALUISA
INGENIERIA
EGAR S.A

(Egar S.A, 2013)

ANEXO IV

DATOS MUESTRA INICIAL

Tabla AIV.1. Datos muestra inicial

Identificación de la operación:											Fecha: 2013/09/24	
Hora inicio: 08:00			Operador: JOSE LUIS FUELTA				Observador: CARLOS DANIEL AULES				Aprobado por:	
Producto: PASTILLAS SIN RESPALD											MUESTRAS	
ACTIVIDADES: PRENSADO PASTILLAS PPP3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observación
FIN DE CICLO DE PRENSADO												
Descargar el piso 4 (piso inferior)	0:00:06	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:27	0:00:06	0:00:06	0:00:06	0:00:05		
Retirar y limpiar tapa	0:00:29	0:00:51	0:00:40	0:00:45	0:01:18	0:01:30	0:01:35	0:01:00	0:01:01	0:00:55		
Poner desmoldante en la tapa	0:00:40	0:01:08	0:00:53	0:00:58	0:01:30	0:01:45	0:01:56	0:01:13	0:01:18	0:01:10		
Sacar pastillas de la matriz	0:00:54	0:01:20	0:01:07	0:01:12	0:01:45	0:01:57	0:02:07	0:01:20	0:01:29	0:01:25		
Limpiar la matriz	0:01:27		0:02:15		0:03:06	0:02:20		0:02:10	0:02:18			
Aplicar desmoldante en la matriz con bro	0:01:40	0:01:40	0:02:36	0:01:40	0:03:27	0:02:40	0:02:30	0:02:33	0:02:30	0:01:50		
Poner los premoldes en la matriz	0:01:59	0:01:53	0:02:50	0:01:50	0:03:46	0:03:05	0:02:47	0:02:48	0:03:05	0:02:15		
Poner la tapa	0:02:06	0:01:58	0:02:53	0:01:53	0:03:50	0:03:10	0:02:49	0:02:54	0:03:10	0:02:18		
Cargar matriz con premoldes en el piso 4	0:02:13	0:02:02	0:03:00	0:02:00	0:03:58	0:03:15	0:02:58	0:03:00	0:03:15	0:02:23		
Descargar el piso 3	0:02:15	0:02:04	0:03:05	0:02:02	0:04:00	0:03:19	0:03:02	0:03:02	0:03:18	0:02:26		
Retirar y limpiar tapa	0:02:40	0:02:32	0:03:59	0:02:10	0:04:01	0:03:40	0:03:45	0:03:30	0:04:00	0:02:46		
Poner desmoldante en la tapa	0:04:20	0:03:46	0:04:08	0:02:20	0:04:20	0:03:55	0:04:00	0:03:50	0:04:10	0:02:58		
Sacar pastillas de la matriz	0:04:40	0:03:57	0:04:16	0:03:00	0:04:30	0:05:27	0:05:20	0:05:03	0:05:20	0:03:08		
Limpiar la matriz	0:05:18	0:04:28	0:04:38		0:04:55	0:05:50	0:05:50	0:06:03				
Aplicar desmoldante en la matriz con bro	0:05:28	0:04:39	0:05:49	0:04:23	0:05:10	0:06:00	0:06:06	0:06:18	0:05:33	0:03:28		
Poner los premoldes en la matriz	0:05:33	0:04:48	0:06:06	0:04:30	0:06:52	0:06:15	0:06:13	0:06:30	0:05:41	0:03:31		
Poner la tapa	0:05:40	0:04:53	0:06:08	0:04:36	0:07:00	0:06:18	0:06:15	0:06:33	0:05:46	0:03:40		
Cargar matriz con premoldes en el piso 3	0:05:46	0:04:58	0:06:15	0:04:40	0:07:03	0:06:22	0:06:20	0:06:40	0:05:50	0:03:43		
Descargar el piso 2	0:05:50	0:05:01	0:06:17	0:04:43	0:07:07	0:06:35	0:06:23	0:06:42	0:05:52	0:03:46		
Retirar y limpiar tapa	0:06:11	0:05:43	0:06:48	0:05:33	0:07:40	0:06:42	0:07:45	0:07:48	0:06:47	0:04:17		
Poner desmoldante en la tapa	0:06:22	0:05:53	0:06:55	0:05:45	0:07:50	0:06:54	0:07:58	0:08:03	0:06:58	0:04:30		
Sacar pastillas de la matriz	0:06:43	0:06:18	0:07:35	0:06:06	0:08:04	0:07:16	0:08:25	0:08:20	0:07:25	0:05:00		
Limpiar la matriz	0:07:07				0:08:25	0:07:35	0:08:55			0:05:20		
Aplicar desmoldante en la matriz con bro	0:07:22	0:06:40	0:07:53	0:06:22	0:08:40	0:07:55	0:09:20	0:08:38	0:07:40	0:05:45		
Poner los premoldes en la matriz	0:07:28	0:06:55	0:08:07	0:06:40	0:08:55	0:08:10	0:09:35	0:08:52	0:08:00	0:05:50		
Poner la tapa	0:07:30	0:07:00	0:08:11	0:06:45	0:08:58	0:08:15	0:09:38	0:08:57	0:08:02	0:05:55		
Cargar matriz con premoldes en el piso 2	0:07:48	0:07:05	0:08:17	0:06:50	0:09:05	0:08:23	0:09:50	0:09:04	0:08:10	0:08:00		
Descargar el piso 1	0:07:55	0:07:07	0:08:19	0:06:52	0:09:08	0:08:25	0:09:52	0:09:08	0:08:12	0:08:10		
Retirar y limpiar tapa	0:08:12	0:08:12	0:08:56	0:07:37	0:09:55	0:08:57	0:10:42	0:09:53	0:09:10	0:08:50		
Poner desmoldante en la tapa	0:08:18	0:08:25	0:09:10	0:08:10	0:10:10	0:09:15	0:10:53	0:10:11	0:09:23	0:09:00		
Sacar pastillas de la matriz	0:08:35	0:08:43	0:09:21	0:08:25	0:10:27	0:09:48	0:11:10	0:10:30	0:09:36	0:09:15		
Limpiar la matriz		0:08:50	0:09:30					0:10:53				
Aplicar desmoldante en la matriz con bro	0:08:56	0:09:13	0:09:48	0:08:43	0:10:43	0:10:10	0:11:33	0:11:26	0:09:55	0:09:35		
Poner los premoldes en la matriz	0:09:13	0:09:30	0:10:00	0:09:00	0:10:55	0:10:20	0:11:45	0:11:40	0:10:10	0:09:50		
Poner la tapa	0:09:18	0:09:35	0:10:05	0:09:05	0:11:00	0:10:25	0:11:53	0:11:46	0:10:15	0:09:56		
Cargar matriz con premoldes en el piso 1	0:09:28	0:09:47	0:10:14	0:09:10	0:11:08	0:10:30	0:12:00	0:11:59	0:10:20	0:10:00		
PULSAR INICIO DE CICLO	0:09:30	0:09:50	0:10:16	0:09:20	0:11:10	0:10:40	0:12:02	0:12:00	0:10:30	0:10:07		
Encender esmeril	0:10:10	0:10:20	0:11:01	0:10:00	0:11:45	0:12:10	0:12:30	0:12:25	0:11:01	0:11:00		
Limpiar las pastillas	0:10:15	0:10:22	0:11:03	0:10:10	0:11:55	0:12:30	0:12:50	0:12:30	0:11:05	0:11:03		
Colocar las pastillas en su recipiente	0:13:21	0:13:30	0:14:18	0:13:30	0:14:05	0:14:40	0:15:50	0:15:40	0:14:18	0:14:01		
Recoger las rebabas y viruta	0:13:46	0:14:10	0:14:50	0:14:10	0:14:30	0:15:06	0:16:30	0:16:20	0:14:55	0:14:45		
Alistar los premoldes en uso	0:13:48	0:14:12	0:14:58	0:14:12	0:14:58	0:15:37	0:16:54	0:16:40	0:14:58	0:14:55		
Amarrar los segmentos y rollos (actividad extra producción pastillas)	0:13:55	0:14:15	0:15:00	0:14:15	0:15:00	0:15:45	0:17:10	0:16:58	0:15:00	0:15:00		
Tiempo de descarga, limpieza y carga	0:09:30	0:09:50	0:10:16	0:09:20	0:11:10	0:10:40	0:12:02	0:12:00	0:10:30	0:10:07		
	9.50	9.83	10.27	9.33	11.17	10.67	12.03	12.00	10.50	10.12		
Tiempo de limpieza de pastillas	0:04:25	0:04:25	0:04:44	0:04:55	0:03:50	0:05:05	0:05:08	0:04:58	0:04:30	0:04:53		
	4.42	4.42	4.73	4.92	3.83	5.08	5.13	4.97	4.50	4.88		

ANEXO V

DATOS PARA ESTIMACIÓN TIEMPO ESTÁNDAR, Prensado de PASTILLAS SIN RESPALDO EN PPP3, MÉTODO ANTIGUO

Tabla AV.1. Muestra 1, método antiguo

Identificación de la operación:												Fecha: 2013/09/25
Hora inicio: 08:00		Operador: JOSE LUIS FUELTA LA						Observador: CARLOS DANIEL AULES				Aprobado por: SG
Hora fin: 16:00												
Producto: PASTILLAS SIN RESPALDO		MUESTRAS										
ACTIVIDADES: Prensado PASTILLAS PPP3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observación
FIN DE CICLO DE Prensado	0:02:02	0:02:04	0:02:00	0:01:58	0:02:14	0:02:08	0:01:55	0:02:05	0:02:02	0:02:04	0:02:12	
Descargar el piso 4 (piso inferior)	0:00:06	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:07	0:00:06	0:00:06	0:00:06	0:00:05	0:00:06	
Retirar y limpiar tapa	0:00:29	0:00:51	0:00:40	0:00:45	0:01:18	0:01:30	0:01:35	0:01:00	0:01:01	0:00:55	0:00:25	
Poner desmoldante en la tapa	0:00:40	0:01:08	0:00:53	0:00:58	0:01:30	0:01:45	0:01:56	0:01:13	0:01:18	0:01:10	0:00:35	
Sacar pastillas de la matriz	0:00:54	0:01:20	0:01:07	0:01:12	0:01:45	0:01:57	0:02:07	0:01:20	0:01:29	0:01:25	0:00:48	
Limpiar la matriz	0:01:27		0:02:15		0:03:06	0:02:20		0:02:10	0:02:18			
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:01:40	0:01:40	0:02:36	0:01:40	0:03:27	0:02:40	0:02:30	0:02:33	0:02:30	0:01:50	0:01:08	
Poner los premoldes en la matriz	0:01:59	0:01:53	0:02:50	0:01:50	0:03:46	0:03:05	0:02:47	0:02:48	0:03:05	0:02:15	0:01:22	
Poner la tapa	0:02:06	0:01:58	0:02:53	0:01:53	0:03:50	0:03:10	0:02:49	0:02:54	0:03:10	0:02:18	0:01:26	
Cargar matriz con premoldes en el piso 4	0:02:13	0:02:02	0:03:00	0:02:00	0:03:58	0:03:15	0:02:58	0:03:00	0:03:15	0:02:23	0:01:33	
Descargar el piso 3	0:02:15	0:02:04	0:03:05	0:02:02	0:04:00	0:03:19	0:03:02	0:03:02	0:03:18	0:02:26	0:01:35	
Retirar y limpiar tapa	0:02:40	0:02:32	0:03:59	0:02:10	0:04:01	0:03:40	0:03:45	0:03:30	0:04:00	0:02:46	0:01:50	
Poner desmoldante en la tapa	0:04:20	0:03:46	0:04:08	0:02:20	0:04:20	0:03:55	0:04:00	0:03:50	0:04:10	0:02:58	0:01:58	
Sacar pastillas de la matriz	0:04:40	0:03:57	0:04:16	0:03:00	0:04:30	0:05:27	0:05:20	0:05:03	0:05:20	0:03:08	0:02:04	
Limpiar la matriz	0:05:18	0:04:28	0:04:38		0:04:55	0:05:50	0:05:50	0:06:03				
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:05:28	0:04:39	0:05:49	0:04:23	0:05:10	0:06:00	0:06:06	0:06:18	0:05:33	0:03:28	0:02:16	
Poner los premoldes en la matriz	0:05:33	0:04:48	0:06:06	0:04:30	0:06:52	0:06:15	0:06:13	0:06:30	0:05:41	0:03:31	0:02:27	
Poner la tapa	0:05:40	0:04:53	0:06:08	0:04:36	0:07:00	0:06:18	0:06:15	0:06:33	0:05:46	0:03:40	0:02:29	
Cargar matriz con premoldes en el piso 3	0:05:46	0:04:58	0:06:15	0:04:40	0:07:03	0:06:22	0:06:20	0:06:40	0:05:50	0:03:43	0:02:33	
Descargar el piso 2	0:05:50	0:05:01	0:06:17	0:04:43	0:07:07	0:06:35	0:06:23	0:06:42	0:05:52	0:03:46	0:02:36	
Retirar y limpiar tapa	0:06:11	0:05:43	0:06:48	0:05:33	0:07:40	0:06:42	0:07:45	0:07:48	0:06:47	0:04:17	0:03:03	
Poner desmoldante en la tapa	0:06:22	0:05:53	0:06:55	0:05:45	0:07:50	0:06:54	0:07:58	0:08:03	0:06:58	0:04:30	0:03:11	
Sacar pastillas de la matriz	0:06:43	0:06:18	0:07:35	0:06:06	0:08:04	0:07:16	0:08:25	0:08:20	0:07:25	0:05:00	0:03:31	
Limpiar la matriz	0:07:07				0:08:25	0:07:35	0:08:55			0:05:20		
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:07:22	0:06:40	0:07:53	0:06:22	0:08:40	0:07:55	0:09:20	0:08:38	0:07:40	0:05:45	0:03:38	
Poner los premoldes en la matriz	0:07:28	0:06:55	0:08:07	0:06:40	0:08:55	0:08:10	0:09:35	0:08:52	0:08:00	0:05:50	0:03:47	
Poner la tapa	0:07:30	0:07:00	0:08:11	0:06:45	0:08:58	0:08:15	0:09:38	0:08:57	0:08:02	0:05:55	0:03:50	
Cargar matriz con premoldes en el piso 2	0:07:48	0:07:05	0:08:17	0:06:50	0:09:05	0:08:23	0:09:50	0:09:04	0:08:10	0:08:00	0:03:55	
Descargar el piso 1	0:07:55	0:07:07	0:08:19	0:06:52	0:09:08	0:08:25	0:09:52	0:09:08	0:08:12	0:08:10	0:03:58	
Retirar y limpiar tapa	0:08:12	0:08:12	0:08:56	0:07:37	0:09:55	0:08:57	0:10:42	0:09:53	0:09:10	0:08:50	0:04:42	
Poner desmoldante en la tapa	0:08:18	0:08:25	0:09:10	0:08:10	0:10:10	0:09:15	0:10:53	0:10:11	0:09:23	0:09:00	0:04:54	
Sacar pastillas de la matriz	0:08:35	0:08:43	0:09:21	0:08:25	0:10:27	0:09:48	0:11:10	0:10:30	0:09:36	0:09:15	0:05:14	
Limpiar la matriz		0:08:50	0:09:30					0:10:48				
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:08:56	0:09:13	0:09:48	0:08:43	0:10:43	0:10:10	0:11:33	0:11:20	0:09:55	0:09:35	0:05:30	
Poner los premoldes en la matriz	0:09:13	0:09:30	0:10:00	0:09:00	0:10:55	0:10:20	0:11:45	0:11:32	0:10:10	0:09:50	0:05:47	
Poner la tapa	0:09:18	0:09:35	0:10:05	0:09:05	0:11:00	0:10:25	0:11:53	0:11:43	0:10:15	0:09:56	0:05:50	
Cargar matriz con premoldes en el piso 1	0:09:28	0:09:47	0:10:14	0:09:10	0:11:08	0:10:30	0:12:00	0:11:50	0:10:20	0:10:00	0:05:54	
PULSAR INICIO DE CICLO	0:09:30	0:09:50	0:10:16	0:09:20	0:11:10	0:10:40	0:12:02	0:11:55	0:10:30	0:10:07	0:08:25	
Encender esmeril	0:10:10	0:10:20	0:11:01	0:10:00	0:11:45	0:12:10	0:12:30	0:12:25	0:11:01	0:11:00	0:10:02	
Limpiar las pastillas	0:10:15	0:10:22	0:11:03	0:10:10	0:11:55	0:12:30	0:12:50	0:12:30	0:11:05	0:11:03	0:10:20	
Colocar las pastillas en su recipiente	0:13:21	0:13:30	0:14:18	0:13:30	0:14:05	0:14:40	0:15:50	0:15:40	0:14:18	0:14:01	0:13:30	
Recoger las rebabas y viruta	0:13:46	0:14:10	0:14:50	0:14:10	0:14:30	0:15:06	0:16:30	0:16:20	0:14:55	0:14:45	0:14:10	
Alistar los premoldes en uso	0:13:48	0:14:12	0:14:58	0:14:12	0:14:58	0:15:37	0:16:54	0:16:35	0:14:58	0:14:55	0:14:20	
Amarrar los segmentos y rollos (actividad extra producción pastillas)	0:13:55	0:14:15	0:15:00	0:14:15	0:15:00	0:15:45	0:17:18	0:16:40	0:15:00	0:15:00	0:14:32	
Tiempo de descarga, limpieza y carga	0:11:32	0:11:54	0:12:16	0:11:18	0:13:24	0:12:48	0:13:57	0:14:00	0:12:32	0:12:11	0:10:37	
	11,53	11,90	12,27	11,30	13,40	12,80	13,95	14,00	12,53	12,18	10,62	
Tiempo de limpieza de pastillas	0:04:25	0:04:25	0:04:44	0:04:55	0:03:50	0:05:05	0:05:16	0:04:45	0:04:30	0:04:53	0:06:07	
	4,42	4,42	4,73	4,92	3,83	5,08	5,27	4,75	4,50	4,88	6,12	

Tabla AV.2. Muestra 2, método antiguo

Identificación de la operación:												Fecha: 2013/09/26	
Hora inicio: 08:00 Hora fin: 16:00			Operador: JOSE LUIS FUELTA					Observador: CARLOS DANIEL AULES					Aprobado por: SG
Producto: PASTILLAS SIN RESPALDO			MUESTRAS										
ACTIVIDADES: PRENSADO PASTILLAS PPP3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observación	
FIN DE CICLO DE PRENSADO	0:01:15	0:01:43	0:02:05	0:00:35	0:01:42	0:03:06	0:00:47	0:03:55	0:04:08	0:03:32	0:03:15		
Descargar el piso 4 (piso inferior)	0:01:21	0:01:48	0:02:10	0:01:30	0:01:47	0:03:13	0:00:54	0:04:03	0:04:12	0:03:37	0:00:06		
Retirar y limpiar tapa	0:02:06	0:03:01	0:02:45	0:01:43	0:02:19	0:04:03	0:01:46	0:04:53	0:04:44	0:05:17	0:00:30		
Poner desmoldante en la tapa	0:02:18	0:03:11	0:03:00	0:01:50	0:02:33	0:04:15	0:02:00	0:05:05	0:04:58	0:05:30	0:00:43		
Sacar pastillas de la matriz	0:02:35	0:03:21	0:03:08	0:02:10	0:02:45	0:04:30	0:02:15	0:05:18	0:05:10	0:05:44	0:00:56		
Limpiar la matriz	0:03:25		0:04:00		0:04:00		0:02:56		0:06:20		0:01:47		
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:03:40	0:03:45	0:04:22	0:02:20	0:04:18	0:04:47	0:03:19	0:05:41	0:06:42	0:06:02	0:02:00		
Poner los premoldes en la matriz	0:04:05	0:04:15	0:04:39	0:02:30	0:04:32	0:05:01	0:03:33	0:05:55	0:07:03	0:06:15	0:02:13		
Poner la tapa	0:04:11	0:04:18	0:04:43	0:02:32	0:04:37	0:05:06	0:03:38	0:06:00	0:07:10	0:06:20	0:02:17		
Cargar matriz con premoldes en el piso 4	0:04:15	0:04:23	0:04:54	0:02:36	0:04:44	0:05:15	0:03:45	0:06:07	0:07:18	0:06:26	0:02:24		
Descargar el piso 3	0:04:20	0:04:27	0:04:59	0:02:40	0:04:48	0:05:20	0:03:50	0:06:14	0:07:22	0:06:31	0:02:28		
Retirar y limpiar tapa	0:04:40	0:04:50	0:05:10	0:03:20	0:05:08	0:05:37	0:04:12	0:06:30	0:07:36	0:06:49	0:02:50		
Poner desmoldante en la tapa	0:04:50	0:04:57	0:05:18	0:03:28	0:05:12	0:5:47	0:04:20	0:06:41	0:07:45	0:06:59	0:03:10		
Sacar pastillas de la matriz	0:05:13	0:06:20	0:06:50	3:40:00	0:06:20	0:07:03	0:05:34	0:8:00	0:09:15	0:08:36	0:04:43		
Limpiar la matriz			0:07:40		0:07:00		0:06:14		0:10:10	0:09:00	0:05:40		
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:05:27	0:06:30	0:07:50	0:03:50	0:07:20	0:07:12	0:6:26	0:08:20	0:10:20	0:09:12	0:05:50		
Poner los premoldes en la matriz	0:05:35	0:06:40	0:07:57	0:04:00	0:07:25	0:07:18	0:06:33	0:08:35	0:10:30	0:09:16	0:05:58		
Poner la tapa	0:05:38	0:06:45	0:08:00	0:04:05	0:07:30	0:7:20	0:06:38	0:8:38	0:10:33	0:09:20	0:06:00		
Cargar matriz con premoldes en el piso 3	0:07:35	0:06:52	0:08:06	0:04:08	0:07:34	0:07:30	0:06:42	0:08:45	0:10:38	0:09:23	0:06:03		
Descargar el piso 2	0:07:40	0:06:55	0:08:10	0:04:10	0:07:36	0:07:34	0:06:48	0:8:50	0:10:40	0:09:26	0:06:05		
Retirar y limpiar tapa	0:08:10	0:07:30	0:08:44	0:04:50	0:07:50	0:07:54	0:07:15	0:09:13	0:11:00	0:09:46	0:06:30		
Poner desmoldante en la tapa	0:08:20	0:07:45	0:08:56	0:04:53	0:08:00	0:08:03	0:07:25	0:09:22	0:11:11	0:09:57	0:06:40		
Sacar pastillas de la matriz	0:08:38	0:08:04	0:09:23	0:04:59	0:08:30	0:08:25	0:07:52	0:09:43	0:11:34	0:10:17	0:06:54		
Limpiar la matriz			0:09:49		0:08:55				0:11:55				
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:08:55	0:08:23	0:10:30	0:05:10	0:09:10	0:08:47	0:08:08	0:10:00	0:12:07	0:10:40	0:07:10		
Poner los premoldes en la matriz	0:09:20	0:08:45	0:10:45	0:05:20	0:09:25	0:09:02	0:08:28	0:10:20	0:12:24	0:10:55	0:07:17		
Poner la tapa	0:09:28	0:08:50	0:10:49	0:05:23	0:09:28	0:09:07	0:08:33	0:10:25	0:12:30	0:10:59	0:07:20		
Cargar matriz con premoldes en el piso 2	0:09:32	0:08:55	0:10:54	0:05:40	0:09:33	0:09:16	0:08:41	0:10:30	0:12:37	0:11:04	0:07:25		
Descargar el piso 1	0:09:36	0:08:59	0:10:58	0:05:46	0:09:40	0:09:21	0:08:46	0:10:35	0:12:40	0:11:09	0:07:28		
Retirar y limpiar tapa	0:10:12	0:09:37	0:12:00	0:06:29	0:10:24	0:09:48	0:09:14	0:10:50	0:13:06	0:11:45	0:08:00		
Poner desmoldante en la tapa	0:10:22	0:09:56	0:12:05	0:06:39	0:10:35	0:09:59	0:09:26	0:11:07	0:13:20	0:11:57	0:08:10		
Sacar pastillas de la matriz	0:10:37	0:10:11	0:12:26	0:06:50	0:10:53	0:10:17	0:9:40	0:11:20	0:13:34	0:12:12	0:08:22		
Limpiar la matriz	0:11:07		0:12:50		0:11:16								
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:11:27	0:10:33	0:13:21	0:6:55	0:11:27	0:10:34	0:09:59	0:11:38	0:14:14	0:12:36	0:08:30		
Poner los premoldes en la matriz	0:11:38	0:10:55	0:13:40	0:07:06	0:11:43	0:10:50	0:10:16	0:11:53	0:14:40	0:12:47	0:08:40		
Poner la tapa	0:11:40	0:10:59	0:13:44	0:07:08	0:11:48	0:10:55	0:10:20	0:11:59	0:14:43	0:12:53	0:08:45		
Cargar matriz con premoldes en el piso 1	0:11:43	0:11:10	0:13:56	0:07:15	0:11:56	0:11:00	0:10:29	0:12:05	0:14:48	0:12:57	0:08:48		
PULSAR INICIO DE CICLO	0:11:53	0:11:13	0:13:59	0:08:58	0:12:00	0:11:06	0:10:33	0:12:10	0:14:50	0:13:08	0:08:50		
Encender esmeril	0:11:40	0:11:40	0:14:48	0:10:15	0:13:48	0:12:25	0:11:00	0:12:30	0:15:48	0:14:44	0:10:20		
Limpiar las pastillas	0:11:45	0:11:45	0:14:56	0:10:30	0:13:56	0:12:30	0:11:03	0:12:50	0:16:06	0:14:56	0:10:40		
Colocar las pastillas en su recipiente	0:14:16	0:14:05	0:16:02	0:13:20	0:16:02	0:15:40	0:14:01	0:15:50	0:17:58	0:16:02	0:13:25		
Recoger las rebabas y viruta	0:14:30	0:14:25	0:16:35	0:14:08	0:16:30	0:16:20	0:14:45	0:16:30	0:18:08	0:16:35	0:14:12		
Alistar los premoldes en uso	0:14:40	0:14:38	0:16:58	0:14:25	0:16:52	0:16:35	0:14:55	0:16:42	0:18:15	0:16:58	0:14:35		
Amarrar los segmentos y rollos (actividad extra producción pastillas)	0:15:54	0:14:44	0:17:40	0:14:35	0:17:02	0:16:38	0:15:00	0:16:04	0:18:20	0:17:26	0:14:43		
Tiempo de descarga, limpieza y carga	0:11:53	0:11:13	0:13:59	0:08:58	0:12:00	0:11:06	0:10:33	0:12:10	0:14:50	0:13:08	0:12:05		
	11,88	11,22	13,98	8,97	12,00	11,10	10,55	12,17	14,83	13,13	12,08		
Tiempo de limpieza de pastillas	0:04:01	0:03:31	0:03:41	0:05:37	0:05:02	0:05:32	0:04:27	0:03:54	0:03:30	0:04:18	0:05:53		
	4,02	3,52	3,68	5,62	5,03	5,53	4,45	3,90	3,50	4,30	5,88		

Tabla AV.3. Muestra 3, método antiguo

Identificación de la operación:											Fecha: 2013/09/27	
Hora inicio: 08:00	Operador: JOSE LUIS FUEL TALA					Observador: CARLOS DANIEL AULES					Aprobado por: SG	
Hora fin: 16:00												
Producto: PASTILLAS SIN RESPALDO	MUESTRAS											
ACTIVIDADES: PRENSADO PASTILLAS PPP3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observación
FIN DE CICLO DE PRENSADO	0:02:43	0:01:35	0:00:50	0:01:10	0:00:40	0:01:39	0:02:40	0:03:55	0:03:08	0:03:32	0:01:15	
Descargar el piso 4 (piso inferior)	0:02:47	0:01:40	0:00:57	0:01:15	0:00:45	0:01:43	0:02:46	0:04:03	0:03:12	0:03:37	0:02:06	
Retirar y limpiar tapa	0:03:12	0:02:08	0:02:50	0:02:10	0:01:10	0:02:10	0:03:20	0:04:53	0:03:44	0:05:17	0:02:30	
Poner desmoldante en la tapa	0:03:27	0:02:18	0:03:00	0:02:27	0:01:25	0:02:23	0:03:30	0:05:05	0:03:58	0:05:30	0:02:43	
Sacar pastillas de la matriz	0:03:44	0:02:35	0:03:12	0:02:42	0:01:59	0:02:35	0:04:00	0:05:18	0:04:10	0:05:44	0:02:56	
Limpiar la matriz	0:04:58	0:03:27	0:04:30	0:03:55	0:02:15				0:05:20		0:02:47	
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:05:14	0:03:43	0:04:40	0:04:12	0:02:30	0:02:50	0:04:15	0:05:41	0:05:42	0:06:02	0:04:00	
Poner los premoldes en la matriz	0:05:28	0:04:00	0:04:51	0:04:30	0:02:50	0:03:04	0:04:30	0:05:55	0:06:03	0:06:15	0:04:13	
Poner la tapa	0:05:32	0:04:05	0:04:56	0:04:35	0:02:55	0:03:09	0:04:33	0:06:00	0:06:10	0:06:20	0:04:17	
Cargar matriz con premoldes en el piso 4	0:05:36	0:04:18	0:05:03	0:04:39	0:03:00	0:03:15	0:04:40	0:06:07	0:06:18	0:06:26	0:04:24	
Descargar el piso 3	0:05:43	0:04:20	0:05:07	0:04:42	0:03:05	0:03:19	0:04:45	0:06:14	0:06:22	0:06:31	0:04:28	
Retirar y limpiar tapa	0:06:02	0:04:31	0:05:23	0:04:53	0:03:51	0:03:41	0:05:10	0:06:30	0:06:36	0:06:49	0:04:50	
Poner desmoldante en la tapa	0:06:17	0:04:42	0:05:31	0:05:01	0:04:00	0:03:50	0:05:30	0:06:41	0:06:45	0:06:59	0:05:10	
Sacar pastillas de la matriz	0:07:43	0:06:21	0:05:43	0:06:51	0:06:10	0:04:43	0:06:10	0:08:00	0:08:15	0:08:36	0:07:43	
Limpiar la matriz	0:08:29	0:06:56	0:05:49	0:07:26	0:07:20		0:00:00		0:09:10	0:08:44	0:07:40	
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:08:41	0:07:10	0:05:54	0:07:33	0:07:40	0:04:53	0:06:40	0:08:20	0:09:20	0:08:50	0:07:50	
Poner los premoldes en la matriz	0:08:47	0:07:14	0:06:00	0:07:47	0:08:00	0:07:18	0:06:50	0:08:35	0:09:30	0:09:00	0:08:58	
Poner la tapa	0:08:54	0:07:18	0:06:04	0:07:55	0:08:05	0:07:20	0:06:53	0:08:38	0:09:33	0:09:06	0:09:00	
Cargar matriz con premoldes en el piso 3	0:08:59	0:07:22	0:07:51	0:07:59	0:08:10	0:07:30	0:07:00	0:08:45	0:09:38	0:09:10	0:09:03	
Descargar el piso 2	0:09:03	0:07:27	0:07:59	0:08:00	0:08:17	0:07:34	0:07:03	0:08:50	0:09:40	0:09:18	0:09:05	
Retirar y limpiar tapa	0:09:27	0:07:57	0:08:48	0:08:25	0:09:10	0:07:54	0:07:48	0:09:13	0:10:00	0:09:22	0:09:30	
Poner desmoldante en la tapa	0:09:38	0:08:18	0:08:55	0:08:40	0:09:15	0:08:03	0:07:56	0:09:22	0:10:11	0:09:29	0:09:40	
Sacar pastillas de la matriz	0:09:59	0:08:41	0:09:19	0:09:00	0:09:41	0:08:25	0:08:10	0:09:43	0:10:34	0:09:40	0:09:54	
Limpiar la matriz	0:10:22	0:09:27	0:10:00	0:09:22					0:10:55			
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:10:40	0:09:43	0:10:10	0:09:38	0:09:57	0:08:47	0:08:20	0:10:00	0:11:07	0:09:48	0:10:10	
Poner los premoldes en la matriz	0:10:52	0:09:56	0:10:20	0:09:53	0:10:07	0:09:02	0:08:45	0:10:20	0:11:24	0:09:55	0:10:17	
Poner la tapa	0:10:57	0:10:00	0:10:23	0:09:55	0:10:11	0:09:07	0:08:55	0:10:25	0:11:30	0:10:00	0:10:20	
Cargar matriz con premoldes en el piso 2	0:11:04	0:10:07	0:10:30	0:10:04	0:10:17	0:09:16		0:10:30	0:11:37	0:10:04	0:10:25	
Descargar el piso 1	0:11:08	0:10:12	0:10:40	0:10:07	0:10:21	0:09:21		0:10:35	0:11:40	0:10:09	0:10:28	
Retirar y limpiar tapa	0:11:43	0:10:43	0:11:20	0:11:08	0:10:52	0:09:48		0:10:50	0:12:06	0:10:45	0:11:00	
Poner desmoldante en la tapa	0:11:52	0:10:51	0:11:30	0:11:20	0:11:00	0:09:59		0:11:07	0:12:20	0:10:57	0:11:10	
Sacar pastillas de la matriz	0:12:04	0:11:05	0:11:45	0:11:31	0:11:30	0:10:17		0:11:20	0:12:34	0:11:12	0:11:22	
Limpiar la matriz		0:11:34	0:12:00	0:11:55	0:11:50							
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:12:21	0:11:53	0:12:20	0:12:24	0:12:05	0:10:34		0:11:38	0:13:14	0:11:36	0:11:30	
Poner los premoldes en la matriz	0:12:35	0:12:07	0:12:31	0:12:40	0:12:25	0:10:50		0:11:53	0:13:40	0:11:47	0:11:40	
Poner la tapa	0:12:40	0:12:11	0:12:36	0:12:42	0:12:30	0:10:55		0:11:59	0:13:43	0:11:53	0:11:45	
Cargar matriz con premoldes en el piso 1	0:12:49	0:12:21	0:12:44	0:12:48	0:12:40	0:11:00		0:12:05	0:13:48	0:11:57	0:11:48	
PULSAR INICIO DE CICLO	0:12:59	0:12:30	0:12:49	0:12:50	0:12:43	0:11:06	0:09:18	0:12:10	0:13:50	0:12:08	0:11:50	
Encender esmeril	0:13:10	0:13:20	0:13:01	0:13:00	0:13:45	0:12:25	0:11:00	0:13:30	0:14:48	0:14:44	0:12:20	
Limpiar las pastillas	0:13:15	0:13:22	0:13:03	0:13:10	0:13:55	0:12:30	0:11:03	0:13:50	0:15:06	0:14:56	0:12:40	
Colocar las pastillas en su recipiente	0:15:21	0:15:30	0:16:18	0:15:30	0:15:05	0:15:40	0:14:01	0:14:50	0:16:58	0:16:02	0:15:25	
Recoger las rebabas y viruta	0:15:46	0:16:10	0:16:50	0:16:10	0:15:30	0:16:20	0:14:45	0:15:30	0:17:18	0:16:35	0:16:12	
Alistar los premoldes en uso	0:15:48	0:16:46	0:16:58	0:16:12	0:15:58	0:16:35	0:14:55	0:15:42	0:17:30	0:16:58	0:16:35	
Amarrar los segmentos y rollos (actividad extra producción pastillas)	0:16:46	0:17:15	0:17:00	0:17:15	0:17:06	0:16:38	0:15:00	0:17:04	0:17:40	0:17:26	0:17:30	
Tiempo de descarga, limpieza y carga	0:12:59	0:12:30	0:12:49	0:12:50	0:12:43	0:11:06	0:09:18	0:12:10	0:13:50	0:12:08	0:11:50	
	12,98	12,50	12,82	12,83	12,72	11,10	9,30	12,17	13,83	12,13	11,83	
Tiempo de limpieza de pastillas	0:03:47	0:04:45	0:04:11	0:04:25	0:04:23	0:05:32	0:05:42	0:04:54	0:03:50	0:05:18	0:05:40	
	3,78	4,75	4,18	4,42	4,38	5,53	5,70	4,90	3,83	5,30	5,67	

ANEXO VI

DATOS PARA ESTIMACIÓN TIEMPO ESTÁNDAR, PRENSADO DE PASTILLAS CON RESPALDO EN PPP3, NUEVO MÉTODO.

Tabla AVI.1. Muestra 1, método nuevo

Identificación de la operación: PPP1											Fecha: 29/05/2014		
Hora inicio: 10:20		Operador: LIDIO AGREDA					Observador: CARLOS AULES					Aprobado por: SG	
Hora fin:													
Producto:		MUESTRAS											
ACTIVIDADES: PRENSADO PASTILLAS PPP3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observación
FIN CICLO DE PRENSADO		0:00:18	0:03:35	0:03:06	0:01:34	0:03:43	0:00:53	0:01:00	0:04:05	0:02:18	0:03:15	0:00:02	
Descargar el piso 4 (piso inferior)		0:00:22	0:03:40	0:03:15	0:01:35	0:03:46	0:00:57	0:01:05	0:04:10	0:02:21	0:03:19	0:00:12	
Retirar y limpiar tapa		0:00:40	0:03:45	0:03:25	0:01:40	0:03:49	0:01:14	0:01:10	0:04:15	0:02:30	0:03:40	0:00:28	
Poner desmoldante en la tapa		0:00:50	0:03:50	0:03:30	0:01:42	0:03:51	0:01:22	0:01:20	0:04:35	0:02:36	0:03:56	0:00:40	
Sacar pastillas de la matriz		0:01:00	0:05:25	0:04:27	0:02:23	0:04:30	0:01:30	0:01:33	0:06:21	0:04:36	0:04:04	0:01:52	
Limpiar la matriz					0:02:30								
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha		0:01:20	0:5:32	0:04:48	0:02:40	0:04:36	0:01:42	0:02:02	0:06:55	0:04:56	0:05:52	0:02:06	
Poner los premoldes en la matriz		0:01:40	0:05:40	0:05:55	0:04:30	0:04:48	0:03:10	0:02:19	0:07:11	0:05:16	0:06:06	0:02:20	
Poner la tapa		0:01:42	0:05:42	0:06:02	0:04:37	0:06:20	0:03:16	0:02:25	0:07:20	0:05:25	0:06:12	0:02:30	
Cargar matriz con premoldes en el piso 4		0:01:48	0:05:46	0:06:10	0:04:44	0:06:27	0:03:22	0:02:30	0:07:25	0:05:30	0:06:18	0:02:36	
Descargar el piso 3		0:01:51	0:05:49	0:06:15	0:04:53	0:06:30	0:00:03	0:02:33	0:07:31	0:05:34	0:06:20	0:02:40	
Retirar y limpiar tapa		0:01:56	0:06:00	0:06:20	0:05:07	0:06:48	0:03:38	0:05:18	0:07:47	0:05:55	0:06:39	0:02:50	
Poner desmoldante en la tapa		0:02:00	0:06:08	0:06:34	0:05:11	0:06:59	0:03:46	0:06:36	0:08:00	0:06:03	0:06:49	0:02:59	
Sacar pastillas de la matriz		0:02:10	0:07:50	0:06:55	0:06:05	0:07:48	0:04:33	0:06:39	0:09:00	0:07:18	0:07:36	0:03:35	
Limpiar la matriz		0:02:15		0:07:32		0:05:14						0:04:26	
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha		0:02:25	0:08:00	0:07:46	0:06:30	0:08:08	0:05:24	0:07:00	0:09:34	0:07:49	0:08:00	0:05:40	
Poner los premoldes en la matriz		0:02:50	0:09:00	0:08:03	0:07:43	0:09:03	0:05:50	0:08:14	0:10:46	0:09:30	0:09:05		
Poner la tapa		0:02:55	0:09:29	0:08:13	0:07:49	0:09:09	0:05:53	0:08:19	0:10:53	0:09:40	0:09:10		
Cargar matriz con premoldes en el piso 3		0:03:00	0:10:00	0:08:17	0:07:58	0:09:15	0:06:00	0:08:28	0:11:00	0:09:46	0:09:15	0:05:43	
Descargar el piso 2		0:03:02	0:10:10	0:08:25	0:08:00	0:09:18	0:06:05	0:08:34	0:11:07	0:09:50	0:09:20	0:05:59	
Retirar y limpiar tapa		0:03:08	0:10:15	0:08:40	0:08:10	0:09:27	0:06:12	0:08:46	0:11:19	0:10:02	0:09:46	0:06:06	
Poner desmoldante en la tapa		0:03:15	0:10:17	0:08:47	0:08:22	0:09:40	0:06:20	0:08:59	0:11:30	0:10:15	0:09:54	0:06:15	
Sacar pastillas de la matriz		0:03:30	0:10:30	0:10:12	0:08:34	0:10:05	0:06:35	0:09:18	0:11:49	0:10:33	0:10:11	0:06:24	
Limpiar la matriz		0:03:50	0:00:10	0:10:50				0:09:30		0:10:50			
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha		0:04:00	0:10:41	0:11:40	0:08:50	0:10:15	0:06:50	0:09:38	0:12:03	0:11:10	0:10:43	0:06:40	
Poner los premoldes en la matriz		0:05:03	0:10:56	0:14:50	0:09:10	0:10:25	0:07:10	0:10:00	0:12:24	0:11:30	0:11:10	0:07:00	
Poner la tapa		0:05:06	0:11:00	0:14:55	0:09:23	0:10:28	0:07:13	0:10:05	0:12:30	0:11:36	0:11:15	0:07:10	
Cargar matriz con premoldes en el piso 2		0:05:10	0:11:03	0:15:04	0:09:30	0:10:36	0:07:18	0:10:15	0:12:39	0:11:40	0:11:20	0:07:12	
Descargar el piso 1		0:05:15	0:11:06	0:15:07	0:09:36	0:10:39	0:07:23	0:10:20	0:12:43	0:11:45	0:11:25	0:07:15	
Retirar y limpiar tapa		0:05:20	0:11:09	0:15:20	0:09:50	0:10:50	0:07:34	0:10:42	0:12:59	0:12:20	0:11:40	0:07:30	
Poner desmoldante en la tapa		0:05:30	0:11:12	0:15:27	0:10:01	0:11:02	0:07:43	0:10:53	0:13:20	0:12:44	0:11:52	0:07:43	
Sacar pastillas de la matriz		0:05:40	0:11:30	0:15:40	0:10:20	0:11:20	0:07:55	0:11:13	0:13:36	0:12:57	0:12:14	0:08:05	
Limpiar la matriz													
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha		0:05:42	0:11:45	0:15:58	0:10:41	0:11:33	0:08:12	0:11:53	0:14:07	0:13:28	0:12:25	0:08:16	
Poner los premoldes en la matriz		0:06:00	0:11:59	0:18:21	0:10:58	0:11:52	0:08:25	0:12:10	0:14:35	0:13:40	0:12:39	0:08:30	
Poner la tapa		0:06:02	0:12:01	0:18:24	0:11:05	0:11:58	0:08:31	0:12:23	0:14:45	0:13:42	0:12:45	0:08:40	
Cargar matriz con premoldes en el piso 1		0:06:09	0:12:05	0:18:30	0:11:12	0:12:03	0:08:35	0:12:30	0:14:59	0:13:48	0:12:50	0:08:48	
PULSAR INICIO DE CICLO		0:08:25	0:12:15	0:18:32	0:11:16	0:12:30	0:09:00	0:12:34	0:15:03	0:13:53	0:12:55	0:08:50	
Encender esmeril		0:08:55	0:12:55	0:18:51	0:11:49	0:13:08	0:10:00	0:13:00	0:16:00	0:14:00	0:13:33	0:09:20	
Limpiar las pastillas		0:11:58	0:15:55	0:22:21	0:16:14	0:17:33	0:13:30	0:17:00	0:20:00	0:18:48	0:17:50	0:14:00	
Colocar las pastillas en su recipiente				0:23:18	0:18:00	0:17:54	0:14:10	0:18:00	0:21:00	0:19:20	0:18:09	0:14:30	
Recoger las rebabas y viruta		0:12:45	0:17:40	0:23:46	0:18:15	0:18:06	0:14:50	0:18:50	0:21:15	0:19:50	0:18:30	0:15:20	
Alistar los premoldes en uso					0:19:00				0:20:50			0:16:30	
Amarrar segmentos y rollos		0:13:05	0:18:10	0:24:30	0:19:30	0:20:00	0:17:03	0:19:00	0:21:30	0:21:20	0:19:00	0:17:00	
Tiempo de descarga, limpieza y carga		0:08:07	0:08:40	0:15:26	0:09:42	0:08:47	0:08:07	0:11:34	0:10:58	0:11:35	0:09:40	0:08:48	
Tiempo de limpieza de pastillas		0:08:07	8,6667	15,433	9,7	8,7833	8,1167	11,567	10,967	11,583	9,6667	8,8	
		0:04:40	0:05:55	0:05:58	0:08:14	0:07:30	0:08:03	0:06:26	0:06:27	0:07:27	0:06:05	0:08:10	
		4,6667	5,9167	5,9667	8,2333	7,5	8,05	6,4333	6,45	7,45	6,0833	8,1667	

Tabla AVI.2. Muestra 2, método nuevo

Identificación de la operación: PPP1											Fecha: 30/05/2014	
Hora inicio: 10:20	Operador: LIDIO AGREDA					Observador: CARLOS AULES					Aprobado por: SG	
Hora fin:												
Producto:	MUESTRAS											
ACTIVIDADES: PRENSADO PASTILLAS PPP3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observación
FIN CICLO DE PRENSADO	0:03:12	0:02:50	0:02:06	0:01:22	0:03:22	0:02:45	0:03:40	0:05:10	0:03:30	0:02:23	0:03:44	
Descargar el piso 4 (piso inferior)	0:03:14	0:02:55	0:02:08	0:01:25	0:03:25	0:02:49	0:03:42	0:05:15	0:03:33	0:02:25	0:03:48	
Retirar y limpiar tapa	0:03:18	0:03:03	0:02:15	0:01:36	0:03:30	0:03:05	0:03:55	0:05:25	0:03:50	0:02:33	0:03:59	
Poner desmoldante en la tapa	0:03:25	0:03:10	0:02:25	0:01:44	0:03:40	0:03:15	0:04:07	0:05:36	0:04:00	0:02:41	0:04:10	
Sacar pastillas de la matriz	0:05:18	0:03:20	0:02:34	0:01:55	0:03:47	0:34:28	0:05:43	0:05:47	0:06:18	0:03:17	0:12:26	
Limpiar la matriz	0:05:30	0:05:30	0:04:25	0:03:55						0:04:50		
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:05:40	0:05:45	0:04:45	0:04:06	0:04:00	0:04:48	0:05:56	0:07:15	0:06:31	0:05:04	0:05:30	
Poner los premoldes en la matriz	0:05:49	0:06:09	0:04:56	0:04:20	0:04:10	0:04:55	0:06:10	0:07:29	0:06:45	0:05:18	0:05:41	
Poner la tapa	0:05:56	0:06:16	0:05:01	0:04:25	0:04:15	0:05:00	0:06:13	0:07:35	0:06:50	0:05:25	0:05:46	
Cargar matriz con premoldes en el piso 4	0:06:00	0:06:25	0:05:12	0:04:30	0:05:50	0:05:10	0:6.20	0:07:42	0:06:56	0:05:32	0:06:14	
Descargar el piso 3	0:06:04	0:06:30	0:05:15	0:04:32	0:05:57	0:05:15	0:06:24	0:07:48	0:07:00	0:05:35	0:06:21	
Retirar y limpiar tapa	0:06:07	0:06:40	0:05:19	0:04:40	0:06:05	0:05:22	0:06:33	0:07:58	0:07:03	0:05:42	0:06:29	
Poner desmoldante en la tapa	0:06:20	0:06:51	0:05:37	0:04:50	0:06:13	0:05:30	0:06:42	0:08:10	0:07:12	0:05:54	0:06:39	
Sacar pastillas de la matriz		0:08:45	0:07:40	0:06:56	0:08:07	0:07:21	0:07:06		0:11:00	0:07:47	0:07:31	
Limpiar la matriz		0:09:10	0:07:53		0:08:20	0:07:28			0:12:00	0:08:31	0:07:54	
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:06:50	0:09:36	0:08:15	0:07:10	0:09:00	0:07:40	0:07:20	0:08:30	0:12:30	0:07:58	0:08:07	
Poner los premoldes en la matriz	0:09:30	0:11:42	0:10:40	0:08:45	0:10:53	0:08:50	0:07:31	0:11:15	0:14:13	0:10:09	0:09:37	
Poner la tapa	0:09:40	0:11:59	0:10:50	0:08:50	0:11:03	0:08:55	0:07:35	0:11:20	0:14:18	0:10:20	0:09:43	
Cargar matriz con premoldes en el piso 3	0:09:45	0:12:05	0:10:59	0:09:00	0:11:13	0:09:00	0:07:40	0:11:28	0:14:20	0:10:27	0:09:50	
Descargar el piso 2	0:09:53	0:12:10	0:11:05	0:09:10	0:11:17	9:08:00	0:07:55	0:11:36	0:14:25	0:10:35	2:24:42	
Retirar y limpiar tapa	0:10:03	0:12:26	0:11:20	0:09:13	0:11:25	0:09:17	0:08:05	0:11:42	0:14:30	0:10:45	0:10:07	
Poner desmoldante en la tapa	0:10:13	0:12:37	0:11:34	0:09:18	0:11:33	0:09:26	0:08:10	0:11:48	0:14:40	0:10:56	0:10:14	
Sacar pastillas de la matriz	0:10:30	0:12:55	0:11:45	0:09:32	0:11:50	0:09:45	0:08:20	0:12:04	0:14:56	0:11:11	0:10:30	
Limpiar la matriz	0:10:40	0:13:05								0:11:52		
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:10:48	0:13:22	0:12:00	0:09:45	0:12:02	0:09:56	0:08:40	0:12:16	0:15:10	0:11:29	0:10:43	
Poner los premoldes en la matriz	0:11:00	0:13:35	0:12:30	0:10:00	0:12:20	0:10:15	0:08:59	0:12:38	0:15:29	0:11:46	0:11:03	
Poner la tapa	0:11:06	0:13:44	0:12:35	0:10:10	0:12:30	0:10:20	0:09:04	0:12:43	0:15:35	0:11:54	0:11:09	
Cargar matriz con premoldes en el piso 2	0:11:12	0:13:50	0:12:40	0:10:13	0:12:33	0:10:25	0:09:10	0:12:47	0:15:40	0:11:59	0:11:14	
Descargar el piso 1	0:11:18	0:13:55	0:12:45	0:10:15	0:12:40	0:10:30	0:09:14	0:12:53		0:12:03	0:11:19	
Retirar y limpiar tapa	0:11:25	0:14:08	0:13:10	0:10:21	0:12:42	0:10:40	0:09:27	0:12:58		0:12:16	0:11:27	
Poner desmoldante en la tapa	0:11:34	0:14:20	0:13:20	0:10:26	0:12:50	0:10:45		0:13:08		0:12:25	0:12:14	
Sacar pastillas de la matriz	0:11:50	0:14:35	0:13:40		0:13:03	0:11:15	0:10:31	0:13:25		0:13:22	0:12:03	
Limpiar la matriz			0:14:54			0:11:30	0:12:48			0:14:54	0:12:09	
Aplicar desmoldante en la matriz con brocha	0:12:12	0:14:50		0:10:42	0:13:18	0:11:38		0:13:35		0:12:35	0:12:28	
Poner los premoldes en la matriz	0:00:12	0:15:07		0:11:00	0:13:42	0:12:00		0:13:49		0:08:46	0:12:51	
Poner la tapa	0:12:40	0:15:13	0:15:20	0:11:10	0:13:46	0:12:10	0:13:51	0:13:52		0:13:36	0:13:25	
Cargar matriz con premoldes en el piso 1	0:12:46	0:15:18	0:15:28	0:11:12	0:13:50	0:12:18	0:13:53	0:13:56		0:13:41	0:13:29	
PULSAR INICIO DE CICLO	0:12:53	0:15:22	0:15:32	0:11:20	0:14:00	0:12:30	0:13:57	0:14:00	0:15:50	0:13:47	0:13:37	
Encender esmeril	0:13:40	0:18:15	0:16:05	0:12:00	0:15:00	0:13:00	0:14:30	0:14:30	0:16:10	0:15:00	0:14:15	
Limpiar las pastillas	0:18:00	0:24:26	0:20:49	0:17:20	0:20:05	0:18:40	0:19:10	0:18:40	0:20:10	0:20:09	0:19:09	
Colocar las pastillas en su recipiente	0:18:30	0:24:50	0:21:10	0:18:00	0:20:36	0:19:20	0:19:52	0:19:00	0:21:00	0:20:37	0:19:42	
Recoger las rebabas y viruta	0:19:00	0:25:10	0:22:00	0:18:30	0:21:10	0:19:40	0:20:52	0:19:30	0:21:30	0:21:10	0:20:18	
Alistar los premoldes en uso	0:19:20	0:26:20	0:22:30	0:19:00	0:22:10	0:20:30	0:21:04	0:20:37	0:22:13	0:21:47	0:21:05	
Amarrar segmentos y rollos	0:19:30	0:27:00	0:23:00	0:19:30	0:22:30	0:20:39	0:21:30	0:21:21	0:22:40	0:22:15	0:21:30	
Tiempo de descarga, limpieza y carga	0:09:41	0:12:32	0:13:26	0:09:58	0:10:38	0:09:45	0:10:17	0:08:50	0:12:20	0:11:24	0:09:52	
Tiempo de limpieza de pastillas	9,6833	12,533	13,433	9,96667	10,6333	9,75	10,283	8,8333	12,333	11,404	9,875	
	0:06:37	0:11:38	0:07:28	0:08:10	0:08:30	0:08:09	0:07:33	0:07:21	0:06:50	0:08:28	0:07:53	
	6,6167	11,633	7,4667	8,16667	8,5	8,15	7,55	7,35	6,8333	8,4708	7,8875	

ANEXO VII

REGISTRO DE PAROS, MESES ABRIL Y MAYO DEL 2013

Tabla AVII.1. Registros de paros abril y mayo del 2013

PAROS MAYO 2013										
ITEM	FECHA	DATOS DE PRODUCCION			FALLA EN:			TIEMPO DE PARO (DIAS)	DISPONIBILIDAD %	OBSERVACION
		EQUIPO	TIEMPO PARO (H)	POSIBLE CAUSA (PRODUCCION)	ELEMENTOS MAQUINA	EQUIPO DE MEDICION SEGUIMIENTO	ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO				TIEMPO TOT. TRABAJADO (DIAS)
1	23/05/2013	TERMOGENCERADORA DE PASTILLAS	6	.....	X	.....	.....	21.00	84.05	.....
2	08/05/2013	.....	4	.....	X	.....	.....	1.25	.....	ESTE EQUIPO PRESENTA PROBLEMAS EN LA PIEDRA DE ACABADO. LA REPARACION SE DEMORA, POR TRAMITES CON LA SEGURADORA.
3	23/05/2013	RECTIFICADORA DE EXTERIORES DE BLOQUES 2	16	.....	X	.....	.....	17.00	19.65	.....
4	27/05/2013	.....	120	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
5	02/05/2013	.....	12	.....	X	.....	.....	21.00	84.92	.....
6	06/05/2013	PRENSA DE PASTILLAS 3, PPS	14	.....	X	.....	.....	3.17	.....	.....
7	07/05/2013	.....	12	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
8	07/05/2013	TALADRO NEUMATICO 1, ATNI	5	.....	X	.....	.....	21.00	97.02	.....
9	07/05/2013	SELLADORA	4	.....	X	.....	.....	21.00	97.62	.....
10	08/05/2013	PRENSA DE BLOQUES 2, PPS2	2	.....	X	.....	.....	11.00	99.24	.....
PAROS ABRIL 2013										
ITEM	FECHA	DATOS DE PRODUCCION			FALLA EN:			TIEMPO DE PARO (DIAS)	DISPONIBILIDAD %	OBSERVACION
		EQUIPO	TIEMPO PARO (H)	POSIBLE CAUSA (PRODUCCION)	ELEMENTOS MAQUINA	EQUIPO DE MEDICION SEGUIMIENTO	ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO				TIEMPO TOT. TRABAJADO (DIAS)
1	10/04/2013	.....	3	.....	X	.....	.....	3.44	84.38	.....
2	11/04/2013	.....	2	.....	X	.....	.....	21.00	.....	DEBIDO A LOS PROBLEMAS REPETITIVOS DE TAPONAMIENTO DE LA BOQUILLA Y DE LOS FILTROS. EL 22 DE ABRIL DEL 2013, EL PROVEEDOR TECNOMARKING SE LLEVA LA SELLADORA, PARA SER REPARADA EN LOS TALLERES DEL PROVEEDOR. A LAS 10:00 HORAS DEL DIA 23 DE ABRIL DEL 2013, SE TRABAJA SIN NOVEDAD. EL DIA SIGUIENTE SE TRABAJA SIN NOVEDAD. LA IDEA ES QUE SE REVISE EL EQUIPO EN SU INTEGRIDAD Y A LA VEZ SE INSTALE LOS CONSUMIBLES ORIGINALES.
3	12/04/2013	SELLADORA	4	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
4	13/04/2013	.....	4	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
5	17/05/2013	.....	6	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
6	18/05/2013	.....	4	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
7	19/05/2013	.....	3	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
8	02/04/2013	.....	1.5	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
9	23/04/2013	ENZUNCHADORA	2	.....	X	.....	.....	21.00	97.73	.....
10	03/04/2013	.....	2	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
11	09/04/2013	.....	4	.....	X	.....	.....	21.00	.....	.....
12	16/04/2013	RECTIFICADORA DE PASTILLAS	7	.....	X	.....	.....	2.25	89.77	.....
13	17/04/2013	.....	2	.....	X	.....	.....	21.00	.....	SE ROMPIO EL EJE PRINCIPAL A LA ALTURA DE LA POLEA, SE REPARA EN CASO DE REPETIRSE EL PROBLEMA SE SOLICITARA OTRO EJE.
14	14/04/2013	.....	5	.....	X	.....	.....	21.00	98.91	.....
15	12/04/2013	TALADRO 1	16	.....	X	.....	.....	2	96.97	DESCASTE EN PARTE NERVADA DEL EJE
16	15/04/2013	PRENSA DE BLOQUES PPS	4	.....	X	.....	.....	0.67	.....	.....
17	02/04/2013	PRENSA DE BLOQUES PPS	4	.....	X	.....	.....	22.00	96.97	.....
18	06/04/2013	PRENSA DE PASTILLAS 3	8	.....	X	.....	.....	22.00	96.97	DESCASTE BOMBA
19	06/04/2013	PRENSA PPS2	12	.....	X	.....	.....	0.50	95.45	NOVEDAD DADA EL FIN DE SEMANA, PRENSA FERRADA, MUY ALTA, POR LO QUE,
20	24/04/2013	PRENSA PPS2	2	.....	X	.....	.....	0.88	99.62	.....
21	02/04/2013	RECTIFICADORA DE EXTERIORES DE BLOQUES 2	2	.....	X	.....	.....	0.25	95.86	.....

ANEXO VIII
VARIABLES, GRÁFICA DE PRESIÓN Y GRÁFICA DE
TEMPERATURA, PRENSA PPP3

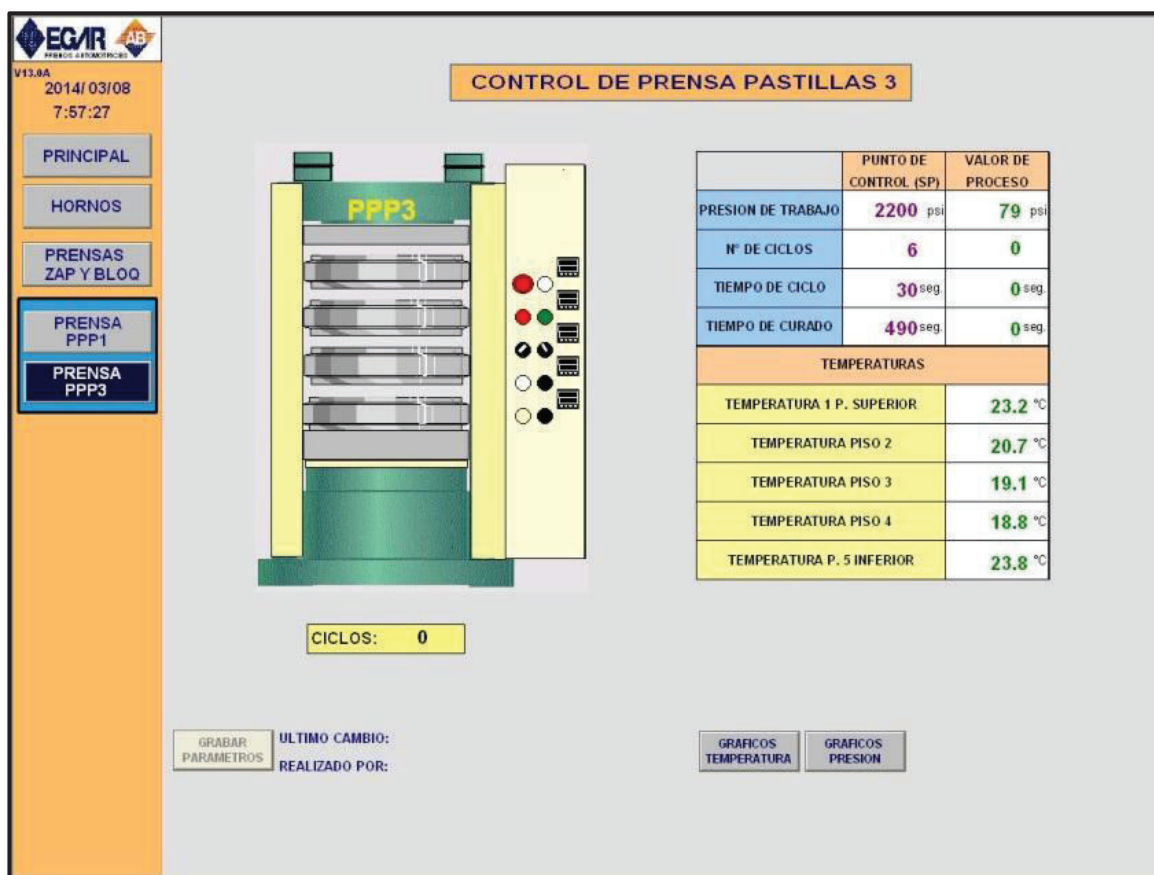


Figura AVIII.1 Variables de la prensa PPP3

(Egar S.A, 2014)

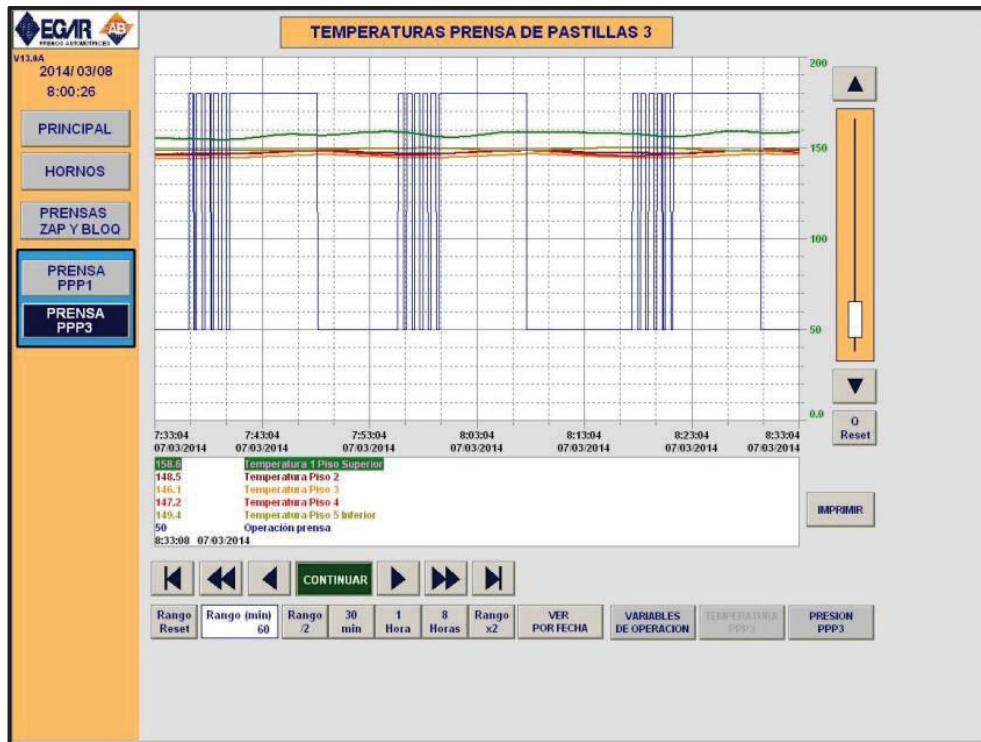
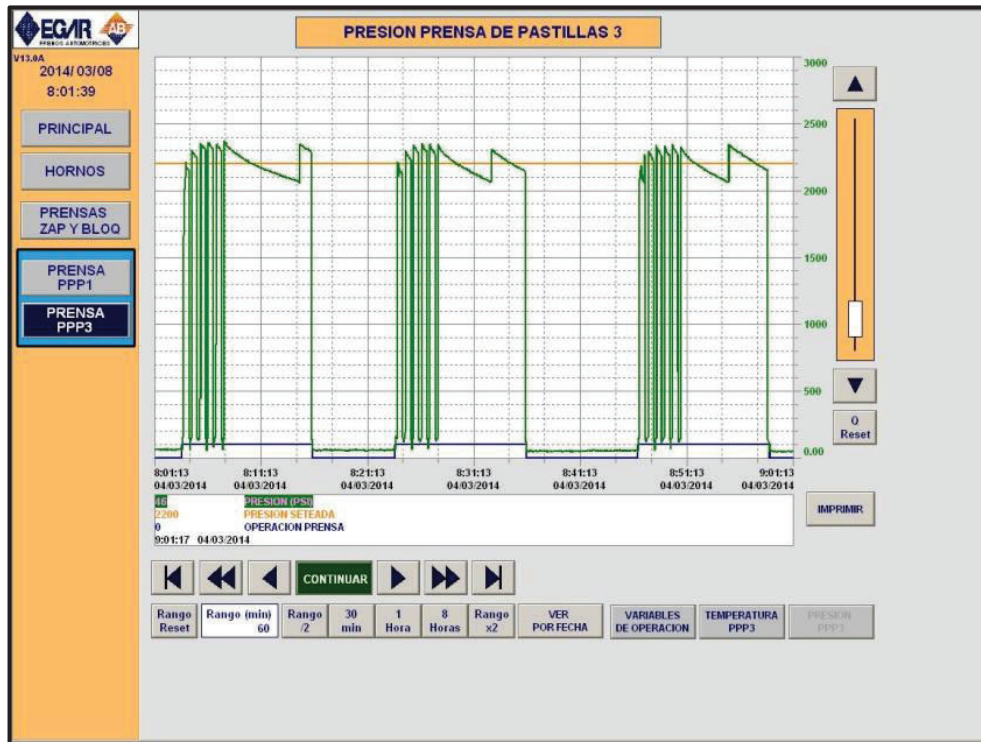


Figura AVIII.2. Gráfica de presión y temperatura de la prensa PPP3

(Egar S.A, 2014)

ANEXO IX

REGISTRO DE PAROS MESES ENERO-MAYO DEL 2014

Tabla AIX.1. Registro de paros, enero 2014

PAROS ENERO 2014		DATOS DE PRODUCCION				FALLA EN:		ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO			TIEMPO DE TRABAJO (DAS)	TIEMPO DE PARO (DAS)	DESPERDILLO (%)	OBSERVACION
FECHA	EQUIPO	TIEMPO PARO (H)	POSSIBLE CAUSA (PRODUCCION)	ELEMENTOS DE MAQUINA	EQUIPO DE MEDICION SEGUIMIENTO									
02/01/2014	PRENSA PF2D	1.5	REVISION TIERRICUPLA		X					22	0.125	99.43		
06/01/2014	CORTADORA MULTIPLE DE BLOQUES	5.0	CAMBIO DE DISCOS DE CORTE	X						22	0.625	97.16		
07/01/2014	CORTADORA MULTIPLE DE ZAPATAS	3.0	REVISION DE RODAMIENTOS	X						22	0.375	98.30		
07/01/2014	PRENSA PPB3 (PPZE)	9.0	CORRECCION DE MATRIZ ABERTA	X						22	0.375	98.30		
10/01/2014	RECTIFICADORA DE FILOS DE ZAPATAS Y BLOQUES ARZ2B	3.0	REVISION EMPUJADO DE LA MAQUINA	X						22	0.375	98.30		
10/01/2014		3.0	CAMBIO DE PIEDRA SEGMENTADA	X									LAS PIEDRAS DAMATADAS PRESENTAN DESGASTE, POR LO QUE LA CARGA ELECTRICA AUMENTA Y EL ACABADO ES DEFICIENTE. SE DISPONE DE UNA PIEDRA NUEVA PARA LOS INTERIORES, PERO LA APRECIACION DEL OBRERO INDICA QUE SALE LOS PRODUCTOS PEQUEÑOS CON MANCHAS. SE COMPROBARA ESTA APRECIACION	
29/01/2014	RECTIFICADORA DE SEGMENTOS, BRES	0.6	CAMBIO DE PIEDRA DE INTERIORES	X						22	0.70	96.83		
30/01/2014		0.5	CALIBRACIONES	X										
31/01/2014		1.5	CAMBIO DE PIEDRA	X										
14/01/2014	PREMOLDEADORA DE PASTILLAS, PDP	1.5	REVISION DE LA MAQUINA	X						22	0.19	99.15		
14/01/2014	RECTIFICADORA DE EXTERIORES DE BLOQUES 1	6.0	CORRECCION DE PIEDRA Y RODILLO DE ABRASTE	X						22	0.75	96.59		
17/01/2014		3.0	CAMBIO DE MANTENIMIENTO	X										
23/01/2014	RECTIFICADORA DE EXTERIORES DE BLOQUES, AREB 2	1.5	REVISION DE MOTOR	X						22	1.56	92.90	SE CAMBIA EL NUEVO EJE DE LA PIEDRA DE ACABADO, COMPRADA AL PROVEEDOR METALTEC. PRESENTA DESGASTE EN EL SITO DE LOS RODAMIENTOS.	
24/01/2014		8.0	CAMBIO DE RODAMIENTOS	X										
17/01/2014		1.0	REVISION (REMORDIDOS)	X										
20/01/2014	TALADRO HELIMATICO 3, AT13	8.0	MANTENIMIENTO	X						22	1.94	91.19	EL ACOPLE QUE TRANSMITE EL MOVIMIENTO ES UN DISPOSITIVO DE BRONCE NERVADO, PERO SU INSTALACION GUARDA CIERTA COMPLEJIDAD	
23/01/2014		6.5	MANTENIMIENTO	X										
17/01/2014	EQUILIBRADORA DE ZAPATAS Y BLOQUES, AEZB	0.8	TROBADO DE CINTA	X						22	0.09	99.57		

(Egar S.A, 2013)

Tabla AIX.2. Registro de paros, febrero y marzo 2014

PAROS MARZO 2014										
FECHA	EQUIPO	DATOS DE PRODUCCION			FALLA EN: ELEMENTOS DE MAQUINA	ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO	TIEMPO TOT. TRABAJADO (hrs)	TIEMPO DE PARO (hrs)	DISPONIBILIDAD (%)	OBSERVACION
		TIEMPO PARO (H)	POSSIBLE CAUSA (PRODUCCION)	EQUIPO DE MEDICION, SEGUIMIENTO						
12/03/2014	CEJADORA, AVL	6.0	ARREGLO	X	AJUSTES	21	1.4375	93.15	Los ajustes son necesarios cuando se pasa de una referencia a otra y por el cambio de discos.	
13/03/2014	CORTADORA MULTIPLE DE BLOQUES, ACMB	5.5	ARREGLO Y CAMBIO DE DISCOS	X	CAMBIO DE DISCOS	21	0.875	95.83		
11/03/2014	CORTADORA MULTIPLE DE BLOQUES, ACMB	7.0	CAMBIO DE BANDAS	X	CAMBIO DE DISCOS	21	0.125	99.40		
18/03/2014	CORTADORA MULTIPLE DE ZAPATAS	1.0	NO ARRASTRA LA TEJA	X	AJUSTE BANDAS DE ARRASTRE	21	0.042	99.80		
21/03/2014	MEZCLADOR HUMEDO, MMIS	1.0	ARREGLO FUGA DE AGUA	X	REPARACION PROVISIONAL DE FUGAS DE AGUA DEL ENRIADOR	21	0.375	98.21		
21/03/2014	MEZCLADOR SECO, MMG	3.0	ARREGLO MOTOR CHOPPERS	X	REPARACION EJE DE UN CHOPPER, POR ROTURA	21	0.19	99.11		
26/03/2014	RECTIFICADORA DE BLOQUES 2	1.5	REVISION Y AJUSTES	X	REVISION DISPOSITIVO DE ENTRADA	21	0.44	97.92		
18/03/2014	TALADRO NEUMATICO 1, ATN1	3.5	ARREGLO	X	REVISION POLEA MOTOR	21	1.13	94.64	REQUIERE REPARACION DEL EJE SERVADO PRINCIPAL PARA TOTAL SE REPARACION DE LOS SERVIDORES PARA FABRICARLO EXTERNAMENTE.	
27/03/2014	TALADRO NEUMATICO 3, ATN3	3.0	REMORDIDO	X	REPARACION ACOPLE NERVADO	21				
28/03/2014		6.0	ARREGLO	X	REPARACION ACOPLE NERVADO					
PAROS FEBRERO 2014										
FECHA	EQUIPO	DATOS DE PRODUCCION			FALLA EN: ELEMENTOS DE MAQUINA	ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO	TIEMPO TOT. TRABAJADO (hrs)	TIEMPO DE PARO (hrs)	DISPONIBILIDAD (%)	OBSERVACION
		TIEMPO PARO (H)	POSSIBLE CAUSA (PRODUCCION)	EQUIPO DE MEDICION, SEGUIMIENTO						
05/02/2014	CORTADORA MULTIPLE DE ZAPATAS, ACMB	1.0	CALIBRACION DE CORTE	X	CAMBIO DE DISCOS	20	0.3125	98.44		
06/02/2014		1.5	CALIBRACION DE ANCHO DE PEZAS	X	CALIBRACION					
10/02/2014		6.0	CALIBRACION DE MAQUINA	X	CAMBIO DE GUIAS					
17/02/2014	RECTIFICADORA DE INTERIORES DE ZAPATAS, ARIZ	4.0	REVISION	X	AJUSTES	20	2.25	88.75	EL PISTON QUE PRESIONA LA PIEZA CONTRA EL EJE POR TIENE DESGASTE, POR LO QUE SE DEBE RECONSTRUIR CONSTRUYENDO, NUEVA BASE, NUEVAS GUIAS	
24/02/2014		8.0	CALIBRACION	X	CAMBIO DE PISTON QUE PRESIONA LA TEJA CON EL TAMBOR					
10/02/2014	TALADRO NEUMATICO 2	8.0	DAÑO	X	ACOPLE NERVADO	20	1	95.00		
10/02/2014	PREMOLDEDORA DE BLOQUES, PDB	0.8	FALTA DE AIRE	X	ENCENDER COMPRESOR DE AIRE	20	0.031	99.84		
10/02/2014	SISTEMA DE PESAJE	0.8	PROBLEMA DE COMUNICACION	X		20	0.09	99.53		
10/02/2014	BANDA TRANSPORTADORA DE SELLADORA	3.0	NO ARRASTRA LA BANDA	X	CAMBIO DE CHUMACERAS	20	0.38	98.13		
17/02/2014	CODIFICADORA	0.3	NO MARCA	X	LIMPIEZA FILTRO DE TINTA	20	0.03	99.84		
24/02/2014	RECTIFICADORA DE PASTILLAS, BRP	3.0	REVISION	X	REVISION DE RODAMIENTOS EJE DE CAMBIO DE RODAMIENTOS EJE DE RODILLO DE ARRSTRE	20	1.375	93.13	EL PARO SE DA POR LA REPARACION DEL EJE DEL RODILLO DE ARRASTRE	
25/02/2014		8.0	REVISION	X						

Tabla AIX.3. Registro de paros, mayo y abril 2014

PAROS MAYO 2014									
FECHA	DATOS DE PRODUCCION			FALLA EN: ELEMENTOS DE MAQUINA	ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO	TIEMPO TOT. TRABAJADO (DMS)	TIEMPO DE PARO (DMS)	DISPONIBILIDAD (%)	OBSERVACION
	EQUIPO	TIEMPO PARO (H)	POSIBLE CAUSA (PRODUCCION)						
05/05/2014	SELLADORA DE PRODUCTO TERMINADO	0.7	NO ARRANCA	X	AJUSTES SELLADORA POR CAMBIO DE SOLVENTES Y TINTA	22	0.208	99.05	
06/05/2014		1.0	REVISION POR ARBANQUE (TECNICO)	X					
05/05/2014	PREMOLDEADORA DE PASTILLAS 1	1.0	REVISION	X	CAMBIO DE SENSORES INDUCTIVOS DE CELDA IZQUIERDA	22	0.13	99.43	
15/05/2014	RECTIFICADORA DE EXTERIORES DE BLOQUES NUEVA, AREB 2	3.0	REVISION DE TOPE	X	REPARACION SUELDAS DE TOPE QUE SUJETAN EL BLOQUE	22	1.1	94.89	1) LA PIEDRA PRINCIPAL PRESENTA ZONAS DE GRIETAS Y FALTA DE UNIFORMIDAD EN ESTAS ZONAS SE SOBRECARGA... SE DEBE GESTIONAR EL REEMPLAZO 2) EL TAMBOR DE ARRASTRE TIENE PROBLEMAS EN LAS ROSCAS QUE SUJETAN LAS MASCARILLAS. SE DEBE GESTIONAR SU REPARACION. 3) LOS TOPE DE ENTRADA Y SALIDA DE LA TEJA PRESENTAN PROBLEMAS EN LA OPERACION. SE DEBE REDISEÑAR ESTOS TOPE.
16/05/2014		6.0	ARREGLO DE TOPE	X					
19/05/2014	LAMINADORA NUEVA	0.5	NO PRENDE LA MAQUINA	X	REPOSICION DE LAS PROTECCIONES, ACTIVADAS POR SOBRECARGA	22	0.06	99.72	
26/05/2014	MEZCLADORA HUMEDA	3.0	FUGA DE AGUA SOLDADURA	X	REPARACION FUGA DE AGUA	22	0.375	98.30	
27/05/2014	TALADRO NEUMATICO 3	2.0	DAÑO NO BAJA EL EJE	X	CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ACOPLE NERVADO EN BRONCE	22	0.25	98.86	
PAROS ABRIL 2014									
FECHA	DATOS DE PRODUCCION			FALLA EN: ELEMENTOS DE MAQUINA	ACCION TOMADA POR MANTENIMIENTO	TIEMPO TOT. TRABAJADO (DMS)	TIEMPO DE PARO (DMS)	DISPONIBILIDAD (%)	OBSERVACION
	EQUIPO	TIEMPO PARO (H)	POSIBLE CAUSA (PRODUCCION)						
07/04/2014	MEZCLADOR SECO	2.0	CHOPPERS	X	CAMBIO DE MOTOR DE CHOPPER	21	0.25	98.81	
28/04/2014	SELLADORA EBS 6100	1.0	FALLA DE EQUIPO	X	AMPUTURA DE DIAMETROS EN DISCOS Y CAMBIO DE DISCOS (6)	21	0.125	99.40	
15/04/2014	CORTADORA MULTIPLE DE ZAPATAS	3.0	CAMBIO DE DISCOS	X	REPERICION TAMBOR Y BALANCEO	21	0.375	98.21	
29/04/2014	RECTIFICADORA DE INTERIORES BLOQUES 1	2.0	BALANCEO TAMBOR	X		21	0.25	98.81	

ANEXO X
PRODUCTIVIDAD PPP3, MÉTODO ANTIGUO

Tabla AX.1. Productividad noviembre 2013

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/ jornada	Productividad / HH	Observaciones
V	01-nov-13	15	8	720,00	90,00	
S	02-nov-13					
D	03-nov-13					
L	04-nov-13	15	8	720,00	90,00	
M	05-nov-13	16	8	768,00	96,00	
M	06-nov-13	15	8	720,00	90,00	
J	07-nov-13	14	8	672,00	84,00	
V	08-nov-13	13	8	624,00	78,00	
S	09-nov-13				88,00	Promedio 8 horas
D	10-nov-13					
L	11-nov-13	11	8	528,00	66,00	
M	12-nov-13	14	8	672,00	84,00	
M	13-nov-13	19	8	912,00	114,00	
J	14-nov-13	25	11	1 200,00	109,09	
V	15-nov-13	19	8	912,00	114,00	
S	16-nov-13				94,50	Promedio 8 horas
D	17-nov-13					
L	18-nov-13	20	11	960,00	87,27	
M	19-nov-13	24	11	1 152,00	104,73	
M	20-nov-13	19	8	912,00	114,00	
J	21-nov-13	19	8	912,00	114,00	
V	22-nov-13					
S	23-nov-13				96,00	Promedio 11 horas
D	24-nov-13				114,00	Promedio 8 horas
L	25-nov-13					
M	26-nov-13					
M	27-nov-13	19	8	912,00	114,00	
J	28-nov-13	24	11	1 152,00	104,73	
V	29-nov-13	25	11	1 200,00	109,09	
S	30-nov-13				106,91	Promedio 11 horas

Tabla AX.2. Productividad diciembre 2013

Día	Fecha	Cargas realizadas	Jornada	Pastillas/jornada	Productividad / HH	Observaciones
D	01-dic-13					
L	02-dic-13	28	11	1 344,00	122,18	
M	03-dic-13	22	11	1 056,00	96,00	
M	04-dic-13	21	11	1 008,00	91,64	
J	05-dic-13	21	11	1 008,00	91,64	
V	06-dic-13					
S	07-dic-13				100,36	Promedio 11 horas
D	08-dic-13					
L	09-dic-13	27	11	1 296,00	117,82	
M	10-dic-13	21	11	1 008,00	91,64	
M	11-dic-13	20	11	960,00	87,27	
J	12-dic-13	20	11	960,00	87,27	
V	13-dic-13	13	8	624,00	78,00	
S	14-dic-13				96,00	Promedio 11 horas
D	15-dic-13					
L	16-dic-13					
M	17-dic-13	19	11	912,00	82,91	
M	18-dic-13	19	11	912,00	82,91	
J	19-dic-13	20	11	960,00	87,27	
V	20-dic-13	9	4	432,00	108,00	
S	21-dic-13				84,36	Promedio 11 horas
D	22-dic-13					
L	23-dic-13	21	11	1 008,00	91,64	
M	24-dic-13	15	8	720,00	90,00	
M	25-dic-13					
J	26-dic-13	23	11	1 104,00	100,36	
V	27-dic-13	19	8	912,00	114,00	
S	28-dic-13				96,00	Promedio 11 horas
D	29-dic-13				102,00	Promedio 8 horas
L	30-dic-13					
M	31-dic-13					

Tabla AX.3. Productividad enero 2014

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/jornada	Productividad / HH	Observaciones
M	01-ene-14					
J	02-ene-14	27	11	1 296,00	117,82	
V	03-ene-14	28	11	1 344,00	122,18	
S	04-ene-14	18	8	864,00	108,00	1 re-cargada
D	05-ene-14				120,00	Promedio 11 horas
L	06-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
M	07-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
M	08-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
J	09-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
V	10-ene-14	18	8	864,00	108,00	
S	11-ene-14				113,45	Promedio 11 horas
D	12-ene-14					
L	13-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
M	14-ene-14	28	11	1 344,00	122,18	
M	15-ene-14	27	11	1 296,00	117,82	
J	16-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
V	17-ene-14	19	8	912,00	114,00	
S	18-ene-14				116,73	Promedio 11 horas
D	19-ene-14					
L	20-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	1 cargada fuera de rango
M	21-ene-14	27	11	1 296,00	117,82	
M	22-ene-14	26	11	1 248,00	113,45	
J	23-ene-14	27	11	1 296,00	117,82	
V	24-ene-14	19	8	912,00	114,00	
S	25-ene-14				115,64	Promedio 11 horas
D	26-ene-14					
L	27-ene-14	52	22	2 496,00	113,45	
M	28-ene-14	45	22	2 160,00	98,18	
M	29-ene-14	45	22	2 160,00	98,18	
J	30-ene-14	52	22	2 496,00	113,45	
V	31-ene-14	19	8	912,00	114,00	

Tabla AX.4. Productividad febrero 2014

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/jornada	Productividad / HH	Observaciones
S	01-feb-14					
D	02-feb-14					
L	03-feb-14	52	22	2 496,00	113,45	
M	04-feb-14	51	22	2 448,00	111,27	
M	05-feb-14	51	22	2 448,00	111,27	
J	06-feb-14	53	22	2 544,00	115,64	
V	07-feb-14	19	8	912,00	114,00	
S	08-feb-14				112,91	Promedio 11 horas
D	09-feb-14					
L	10-feb-14	52	22	2 496,00	113,45	
M	11-feb-14	52	22	2 496,00	113,45	
M	12-feb-14	22	11	1 056,00	96,00	
J	13-feb-14	56	22	2 688,00	122,18	
V	14-feb-14	19	8	912,00	114,00	
S	15-feb-14				111,27	Promedio 11 horas
D	16-feb-14					
L	17-feb-14	49	22	2 352,00	106,91	
M	18-feb-14	48	22	2 304,00	104,73	
M	19-feb-14	23	11	1 104,00	100,36	
J	20-feb-14	51	22	2 448,00	111,27	
V	21-feb-14	12	5	576,00	115,20	
S	22-feb-14				105,82	Promedio 11 horas
D	23-feb-14					
L	24-feb-14	27	11	1 296,00	117,82	
M	25-feb-14	51	22	2 448,00	111,27	
M	26-feb-14	53	22	2 544,00	115,64	
J	27-feb-14	52	22	2 496,00	113,45	
V	28-feb-14	18	8	864,00	108,00	
					114,55	Promedio 11 horas

Tabla AX.5. Productividad marzo 2014

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/jornada	Productividad / HH	Observaciones
S	01-mar-14					
D	02-mar-14					
L	03-mar-14	25	11	1 200,00	109,09	
M	04-mar-14	23	11	1 104,00	100,36	
M	05-mar-14	26	11	1 248,00	113,45	
J	06-mar-14	26	11	1 248,00	113,45	
V	07-mar-14	18	8	864,00	108,00	
S	08-mar-14				109,09	Promedio 11 horas
D	09-mar-14					
L	10-mar-14	51	22	2 448,00	111,27	
M	11-mar-14	54	22	2 592,00	117,82	
M	12-mar-14	55	22	2 640,00	120,00	
J	13-mar-14	56	22	2 688,00	122,18	
V	14-mar-14	20	8	960,00	120,00	
S	15-mar-14				117,82	Promedio 11 horas
D	16-mar-14					
L	17-mar-14	48	22	2 304,00	104,73	
M	18-mar-14	23	11	1 104,00	100,36	
M	19-mar-14	55	22	2 640,00	120,00	
J	20-mar-14	28	11	1 344,00	122,18	
V	21-mar-14					
S	22-mar-14				111,82	Promedio 11 horas
D	23-mar-14					
L	24-mar-14	26	11	1 248,00	113,45	
M	25-mar-14	27	11	1 296,00	117,82	
M	26-mar-14	25	11	1 200,00	109,09	
J	27-mar-14	24	11	1 152,00	104,73	
V	28-mar-14	14	8	672,00	84,00	
S	29-mar-14				111,27	Promedio 11 horas
D	30-mar-14					
L	31-mar-14	54	22	2 592,00	117,82	

Tabla AX.6. Productividad abril 2014

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/ jornada	Productividad / HH	Observaciones
M	01-abr-14	53	22	2 544,00	115,64	
M	02-abr-14	53	22	2 544,00	115,64	
J	03-abr-14	52	22	2 496,00	113,45	
V	04-abr-14	17	8	816,00	102,00	
S	05-abr-14				114,91	Promedio 11 horas
D	06-abr-14					
L	07-abr-14	55	22	2 640,00	120,00	
M	08-abr-14	54	22	2 592,00	117,82	
M	09-abr-14	54	22	2 592,00	117,82	
J	10-abr-14	48	22	2 304,00	104,73	
V	11-abr-14	16	8	768,00	96,00	
S	12-abr-14				115,09	Promedio 11 horas
D	13-abr-14					
L	14-abr-14	27	11	1 296,00	117,82	
M	15-abr-14	26	11	1 248,00	113,45	
M	16-abr-14	24	11	1 152,00	104,73	
J	17-abr-14	16	8	768,00	96,00	
V	18-abr-14					
S	19-abr-14				112,00	Promedio 11 horas
D	20-abr-14					
L	21-abr-14	23	11	1 104,00	100,36	
M	22-abr-14	28	11	1 344,00	122,18	
M	23-abr-14	28	11	1 344,00	122,18	
J	24-abr-14	28	11	1 344,00	122,18	
V	25-abr-14					
S	26-abr-14				116,73	Promedio 11 horas
D	27-abr-14					
L	28-abr-14					
M	29-abr-14					
M	30-abr-14					

ANEXO XI

PRODUCTIVIDAD PPP3, NUEVO MÉTODO, JUNIO 2014

Tabla AXI.1. Productividad PPP3, nuevo método, junio 2014

Día	Fecha	Cargas realizadas	jornada	Pastillas/jornada	Productividad / HH	Observaciones
D	01-jun-14					
L	02-jun-14	25	11	1 200	109,09	Nuevo método, Operador nuevo , un piso con respaldo
M	03-jun-14	26	11	1 248	113,45	
M	04-jun-14	23	11	1 104	100,36	
J	05-jun-14	24	11	1 152	104,73	
V	06-jun-14	19	8	912	114,00	
S	07-jun-14				106,91	Promedio 11 horas
D	08-jun-14					
L	09-jun-14	30	11	1 440	130,91	Nuevo método, 1 piso con respaldo
M	10-jun-14	32	11	1 536	139,64	
M	11-jun-14	29	11	1 392	126,55	
J	12-jun-14	25	11	1 200	109,09	
V	13-jun-14	17	8	816	102,00	
S	14-jun-14				126,55	Promedio 11 horas
D	15-jun-14					
L	16-jun-14	13	11	624	56,73	Método antiguo
M	17-jun-14	15	11	720	65,45	
M	18-jun-14	23	11	1 104	100,36	
J	19-jun-14	22	11	1 056	96,00	
V	20-jun-14	18	8	864	108,00	
S	21-jun-14				79,64	Promedio 11 horas
D	22-jun-14					
L	23-jun-14	62	22	2 976	135,27	Nuevo método, 4 pisos sin respaldo
M	24-jun-14	66	22	3 168	144,00	
M	25-jun-14	57	22	2 736	124,36	
J	26-jun-14	68	22	3 264	148,36	
V	27-jun-14	22	8	1 056	132,00	
S	28-jun-14				138,00	Promedio 11 horas
D	29-jun-14					
L	30-jun-14					