



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

OPTIMIZACIÓN DE LA SECCIÓN DE SÓLIDOS DE UNA
EMPRESA FARMACÉUTICA. ESTUDIO DE MÉTODOS Y
TIEMPOS.

Alfonso Zarzosa Iriarte
Amaya Pérez Ezkurdia
Pamplona, junio 2011



ÍNDICE

	Pag.
1-INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	4
1.1-AJUSTES INTERNOS Y EXTERNOS.....	5
1.2-SEPARACIÓN DE LOS AJUSTES INTERNOS Y EXTERNOS.....	6
1.3-TRANSFORMACIÓN DE AJUSTES INTERNOS EN EXTERNOS.....	6
1.4-RACIONALIZACIÓN DE TODOS LOS ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE AJUSTE.....	7
2-PUNTO DE PARTIDA.....	8
2.1-GRANULACIÓN.....	8
2.1.1-GRANULACIÓN HÚMEDA.....	8
2.1.2-GRANULACIÓN SECA.....	9
2.2-COMPRESIÓN.....	9
2.3-RECUBRIMIENTO.....	9
3-DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE LIMPIEZA ACTUALMENTE.....	9
3.1-LIMPIEZA EN MEZCLADO EN “V” ACTUAL.....	10
3.2-LIMPIEZA EN COMPRIMIDORA ACTUAL.....	11
3.3-LIMPIEZA EN RECUBRIDORA ACTUAL.....	13
4-MEJORAS EN EL PROCESO DE MEZCLADO.....	16
5-MEJORAS EN EL PROCESO DE COMPRESIÓN.....	22
6-MEJORAS EN EL PROCESO DE RECUBRIMIENTO.....	37
7-CÁLCULO DE HORAS DE TRABAJO INCREMENTADAS AL PERSONAL DE LIMPIEZA.....	45
8-SOLUCIONES AL INCREMENTO DE TRABAJO DEL PERSONAL DE LIMPIEZA.....	46
8.1-MEDIDA 1.....	46
8.2- MEDIDA 2.....	46
8.2.1-INSTALACIÓN DE UN TÚNEL DE LAVADO.....	46
8.2.2-INTALACIÓN DE UNA MÁQUINA DE LIMPIEZA DE PIEZAS.....	47



8.3-MEDIDA 3.....	47
9-INCREMENTO DE HORAS AL PERSONAL DE MOVIMIENTOS.....	48
10-SOLUCIÓN AL INCREMENTO DE HORAS DEL PERSONAL DE MOVIMIENTOS.....	48
11-DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE LIMPIEZA CON LA APLICACIÓN DE LAS MEJORAS ELEGIDAS.....	49
11.1-LIMPIEZA EN MEZCLADO EN “V” CON MEJORAS.....	49
11.2-LIMPIEZA EN COMPRIMIDORA CON MEJORAS.....	50
11.3-LIMPIEZA EN RECUBRIDORA CON MEJORAS.....	52
12-RAZONAMIENTO DE LA VIAVILIDAD DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	55
13-GASTOS.....	57
14-CONCLUSIONES.....	61
15-BIBLIOGRAFÍA.....	63



1-INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Con este estudio de los procesos productivos, de la sección de sólidos de la empresa farmacéutica, Laboratorios Cinfa, tenemos como objetivo mejorar en la medida de lo posible, la productividad, y cuando nos sea posible las condiciones de trabajo. El proyecto se centrará principalmente en reducir los tiempos de limpieza de máquinas, que suponen casi la totalidad del tiempo en que las máquinas permanecen sin producir. Esta empresa, se dedica a fabricar medicamentos genéricos en diferentes formatos. La planta posee diferentes secciones para cubrir un amplio abanico de medicamentos en diferentes presentaciones, líquidos (jarabes), blister (comprimidos o pastillas y cápsulas) y polvos (sobres o papeletas). La sección de la empresa en la que nosotros nos vamos a centrar es la de sólidos, que es la encargada de abastecer tanto a la parte de blister como a la de sobres. Puede decirse que en la parte de la empresa llamada sólidos, se encargan de abastecer a las demás partes de la empresa de su materia prima. Posteriormente en cada sección envasan los medicamentos en los diferentes formatos para su posterior venta al público.

En la sección de sólidos, el proceso al que se someten los productos se divide en tres fases. La primera fase consiste en un mezclado de las diferentes materias primas que componen cada medicamento, que a su vez puede llevar dos diferentes vías, húmeda o seca. La segunda fase consiste en comprimir el producto para darle la forma de pastilla deseada. Por ésta fase sólo pasan los medicamentos destinados al formato pastilla. Y por último la fase de recubrimiento, que consiste en dar una capa que envuelva la pastilla.

Para lograr mejorar la productividad de esta sección, nos hemos centrado principalmente en los tiempos muertos de las máquinas. Intentaremos con la aplicación de diversas mejoras, reducir sustancialmente dichos tiempos. Con un primer estudio rápido de la sección, sabemos que un porcentaje elevadísimo de tiempo, las máquinas están paradas. De todo este tiempo, casi el total es debido a los periodos de limpieza de las mismas. Cada vez que se finaliza un lote de producción, se realiza una limpieza más o menos exigente. No hay que olvidar que en la industria farmacéutica, hay que llevar un control de limpiezas muy superior y mucho más exhaustivo que en otro tipo de industrias como puede ser la del automóvil.

Lo primero que haremos, será estudiar todas y cada una de las tareas que efectúa actualmente el operario cuando realiza una limpieza de máquina. Grabaremos a los operarios con la ayuda de una videocámara. A continuación, se estudiará minuciosamente cada tarea realizada y el tiempo invertido en la misma. Después se pensarán mejoras que reduzcan los tiempos de las limpiezas. Para finalizar, se desarrollarán los nuevos procedimientos a seguir, que deberán realizar de ahora en adelante los operarios durante las limpiezas de las máquinas. En el diseño de los nuevos desarrollos, se eliminarán tareas innecesarias que se realizan en la actualidad, y se aplicarán las mejoras diseñadas para los diferentes procesos.

Para lograr esto hemos hecho uso de la herramienta del S.M.E.D. que es una herramienta de gestión de la producción muy usada en automoción. **SMED** es el acrónimo de *Single-Minute Exchange of Die*: cambio de herramienta en (pocos) minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase *single minute* (expresar los



minutos en un solo dígito). Se entiende por cambio de utillaje el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria. Hemos intentado llevar a cabo esta herramienta a nuestra situación, la de un laboratorio farmacéutico, que está regido por una normativa muy diferente y muchísimo más exigente en lo que a limpiezas y cambios entre un proceso productivo y el siguiente se refiere. Teniendo en cuenta este aspecto sabemos que no podremos llegar a expresar los tiempos de cambio en minutos con un solo dígito, pero si podemos reducirlos sustancialmente. En la realización de un SMED se distinguen dos tipos de ajustes :

Ajustes / tiempos internos: Corresponde a operaciones que se realizan a máquina parada, fuera de las horas de producción .

Ajustes / tiempos externos: Corresponde a operaciones que se realizan (o pueden realizarse) con la máquina en marcha, o sea durante el periodo de producción.

La realización de un SMED se desarrolla principalmente en 4 etapas:

- 1- Ajustes internos y externos.
- 2- Separación de ajustes internos y externos.
- 3- Transformación de ajustes internos en externos.
- 4- Racionalización de todos los aspectos de la operación de ajuste.

1.1-AJUSTES INTERNOS Y EXTERNOS

Es una fase preliminar.

En los ajustes tradicionales, los ajustes internos y externos están mezclados: lo que podría hacerse en externo se hace en ajustes internos. Es necesario estudiar en detalle las condiciones reales de la máquina. Una buena aproximación es un análisis continuo de producción con un cronómetro. Un sistema más eficaz es utilizar una o más cámaras de vídeo, cuyas filmaciones podrán ser analizadas en presencia de los mismos operarios. En nuestro caso hemos grabado con una videocámara todos los procesos para poder desgranar todos los tiempos y analizar minuciosamente cada tarea a continuación.

En un cambio de producción, deben definirse las operaciones a realizar:

- preparación de la máquina, del puesto de trabajo;
- limpieza y el orden del puesto de trabajo...
- verificación de la materia prima y de los productos químicos;
- correcta regulación del equipo;
- ajuste a patrones, ventanas referentes de fabricación;



- realización y la prueba;
- aprobación y liberación para la producción.

1.2-SEPARACIÓN DE LOS AJUSTES INTERNOS Y EXTERNOS

Es la primera etapa del método SMED, y es la más importante: distinguir entre ajustes internos y externos.

Actividades Internas: Tienen que ejecutarse cuando la máquina está parada.

Actividades Externas: Pueden ejecutarse mientras la máquina está operando.

En nuestro caso en particular, nos hemos centrado principalmente en el estudio de los tiempos de cambio entre un lote y el siguiente, y todas las tareas realizadas en éste periodo de tiempo son internas, y difícilmente pueden pasar a ser externas. Ya que hay que ceñirse a la estricta normativa de las empresas farmacéuticas (normativa GMP). Pero podemos lograr reducirlas, y solapar éstas tareas, acortando así notablemente el tiempo de parada de las máquinas entre lote y lote producido.

1.3-TRANSFORMACIÓN DE AJUSTES INTERNOS EN EXTERNOS

Es la segunda etapa del método.

El objetivo es transformar los ajustes internos en externos, por ejemplo: preparación de sopletes, ajuste de color, medición de viscosidad, verificación de cantidad de producto, envío de piezas o aviso al taller de problemas, patrones y ventanas en máquina, etc.

Dentro de los cambios tenemos también las tareas repetitivas o que no agregan valor en sí, como es el regular una o varias mariposas sistemáticamente; para esto podemos acondicionar los equipos siempre y cuando sea necesario.

Es fundamental aquí realizar un detallado listado cronológico de las operaciones que se realizan durante la máquina parada. Para ello es aconsejable el seguimiento de las operaciones en por lo menos 10 lotes distintos. Nosotros hemos realizado la grabación de un sólo cambio de lote en cada uno de los procesos productivos de la planta, ya que los tiempos de cambio y limpieza son demasiado extensos para grabarlos 10 veces. Para asegurarnos de que los tiempos con los que hemos realizado el estudio son válidos, hemos contrastado con los operarios cada uno de los tiempos de las tareas grabadas, repitiendo las grabaciones de aquellas partes que por necesidades productivas se salían de la normalidad.

Luego debe evaluarse detalladamente cada una de estas operaciones para determinar cuales pueden moverse y/o simplificarse.



1.4-RACIONALIZACIÓN DE TODOS LOS ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE AJUSTE

Es la tercera etapa del método. Su objetivo es reducir al mínimo el tiempo de ajustes.

La conversión en ajustes externos permite ganar tiempo, pero racionalizando los ajustes se puede disminuir aún más el tiempo de cambio.

Para esto debemos utilizar el estudio realizado en el caso anterior.

Para determinar el logro del método debemos comparar los tiempos previos a la reforma contra los propuestos y validar los mismos con por lo menos 10 lotes de práctica.

En nuestro caso más que en los tiempos de ajustes nos hemos centrado en intentar reducir los tiempos de limpieza entre un lote productivo y el siguiente, ya que es donde más tiempo se pierde con gran diferencia. No hay que olvidar que la normativa GMP es muy estricta con las limpiezas y como consecuencia se alargan mucho en el tiempo.

En adelante también explicaremos varias medidas tomadas para mejorar las condiciones laborales, ergonomía etc.

En definitiva dejar claro que este proyecto no es ni mucho menos un SMED estrictamente, pero sí que se ha partido de ésta herramienta como base y punto de partida de todo el proyecto.

En cuanto a la normativa que rige a las empresas farmacéuticas, hago a continuación una breve introducción. Dicha normativa es la normativa GMP (Good Manufacturing Procedures, en castellano, buenas prácticas de fabricación): apuntan fundamentalmente al perfeccionamiento de los procedimientos de manufactura; se controlan los procesos de fabricación y la calidad de las materias primas. La relación directa entre el control de plagas y el GMP está comprendida en las exigencias de calidad y sanidad, es decir:

- Materias primas libres de infestaciones, contaminaciones o materias extrañas.
- Líneas de producción en óptimo estado sanitario ambiental, para evitar contaminaciones o pérdidas en el proceso productivo.
- Manejo integrado de plagas mediante productos y procedimientos no contaminantes.



2-PUNTO DE PARTIDA

En la actualidad el proceso productivo de la sección de sólidos de la planta de Areta (Huarte) de Laboratorios Cinfa, podemos resumirlo en tres fases muy diferenciadas.

Estas tres fases se han estudiado por separado, ya que trabajan de manera independiente. El producto ha de pasar por las tres fases, pero tras finalizarse una, puede estar almacenado incluso varios días antes de empezar la siguiente. Dependiendo de las necesidades productivas, averías, u otros factores, y también debido a la gran diversidad de productos que se realizan en la planta, cada una de estas tres fases pueden estar llevando a cabo la realización de lotes de numeración muy diferenciada.

Estas tres fases son:

- 1-Granulación.
- 2-Compresión.
- 3-Recubrimiento.

2.1-GRANULACIÓN

En esta etapa de la producción, básicamente lo que se realiza es una mezcla de todas las materias primas que finalmente conforman el producto o medicamento. Dependiendo del producto que se esté elaborando habrá que seguir un protocolo u otro, y varían además de las materias primas, los tiempos de mezclado, y otros factores del proceso. Todos estos factores están detalladamente explicados en unos protocolos de elaboración previamente establecidos.

Dentro de la granulación existen dos vías diferentes:

- 1- Granulación húmeda
- 2- Granulación seca

2.1.1-GRANULACIÓN HÚMEDA

En este proceso los excipientes son mezclados con agua o disoluciones acuosas. Dentro de éste proceso, en una primera fase se mezclan en una cuba las diferentes materias primas junto con la solución acuosa y se mezcla todo mediante el giro de unas aspás. Después se pasa toda la masa formada mediante aspiración a otro depósito donde unas corrientes de aire con humedad y temperatura controlada, van secando el producto teniéndolo en suspensión. Para finalizar se pasa todo este producto por una tamizadota para acabar en un mezclador (mezclador “V” o un “bicono”) donde se le incluyen más excipientes y mediante giro vertical se termina de mezclar y homogeneizar. Después se descarga el producto a bidones para ser almacenado hasta que se proceda a introducirlo en la siguiente fase.



2.1.2-GRANULACIÓN SECA

En este proceso se carga directamente las materias primas al mezclado “V” o al “Bicono” previo paso de parte de las materias primas por la tamizadota para asegurar el desgrane, y se procede al mezclado mediante el giro. Después se descarga el producto a bidones para ser almacenado hasta que se proceda a introducirlo en la siguiente fase.

2.2-COMPRESIÓN:

En esta fase se lleva a cabo la realización del comprimido o pastilla que llega a nuestras casas. Los bidones de producto elaborados en la fase anterior se colocan con la ayuda de unos elevadores eléctricos sobre las máquinas comprimidoras para abastecer a éstas, mediante la acción de la gravedad. Una vez el producto está dentro de la máquina comprimidora, se distribuye por unas cavidades donde el producto sufre una fuerza de compresión efectuada por los punzones de la máquina, y el producto en polvo que teníamos sale en forma de pastilla. Estas pastillas salen de la máquina y pasan por un detector de metales, que examina cada comprimido, y si detecta alguna partícula metálica en un comprimido, automáticamente lo escupe. Finalmente todas las pastillas que no han sido escupidas pasan por un desempolvador para acabar en otros bidones. Estos bidones se llevan al almacén de nuevo para esperar a su siguiente fase.

2.3-RECUBRIMIENTO:

Los comprimidos elaborados en la fase anterior, son llevados a los bombos de recubrimiento. Son unas máquinas que una vez introducidos los comprimidos en el bombo comienzan a girar, y con unas pistolas difusoras, los comprimidos van recibiendo una capa homogénea de una solución concreta elaborada según el protocolo oportuno. El giro de los bombos logra que los comprimidos reciban todos una capa homogénea de la solución que les dosifican las pistolas. Este recubrimiento puede tener diversas funciones, los comprimidos pueden recubrirse para aguantar la acción de los jugos gastrointestinales, y así el medicamento comience a hacer su efecto en el momento preciso, o sencillamente por estética. Una vez finalizada esta fase los comprimidos son descargados del bombo a unos bidones y llevados al almacén para esperar a ser envasados en la sección de acondicionado de la fábrica.

3-DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE LIMPIEZA ACTUALMENTE

A continuación se va a describir una por una las tareas que realizan actualmente los operarios de las máquinas durante las limpiezas de las mismas. Describiremos todas las acciones que realizan y el tiempo empleado en cada una de ellas. Toda esta información se obtiene tras realizar el estudio de las grabaciones de la videocámara.



3.1-LIMPIEZA EN MEZCLADO EN “V” ACTUAL

Desmontar TR	4min
Llevar TR l lavadero	1min
Limpiar TR en el lavadero	12min
Echar agua desmineralizada a la TR	0min, 47s
Dejar TR en el secadero	0min, 20s
Buscar hojas de limpieza y rellenarlas	1min, 40s
Limpieza informática de TR	1min, 05s
Recoger manguera de aspiración	0min, 34s
Soltar otra manguera de la “V”	1min, 11s
Llevar manqueras al lavadero	1min, 35s
Coger manguera para lavar “V”	1min,
Colocarla	0min, 15s
Colocar escalera	0min, 10s
Abrir tapa y tirar precinto y brida	1min, 27s
Colocar escalera y subirse	0min, 11s
Abrir tapa y sacudir filtro	0min, 17s
Guardar filtro en bolsa y ponerle brida	0min, 31s
Recoger filtros y colocar un bidón en la “V”	2min, 09s
Cambiarse de guantes y colocarse EPIS	0min, 37s
Estirar manguera y subirse a la escalera	0min, 39s
Limpiar la v con la manguera	2min
Coger cinta, cerrar y precintar tapa	0min, 50s
Coger y colocar brida	0min, 37s
Colocar escalera en la otra boca y subirse	0min, 40s
Abrir tapa	0min, 19s
Lavar “V” con la manguera	1min
Cerrar boca de la “V” y coger brida	0min, 37s
Poner brida al gatillo de la pistola	0min, 42s
Coger cubo, alcohol y bicarbonato	2min, 55s
Cambiarse guantes y colocarse EPIS	0min, 20s
Verter en la “V” bicarbonato y alcohol	1min, 35s
Cerrar, precintar, y colocar brida en la tapa	2min, 55s
Apartar bidón, y poner la “V” en giro	1min, 50s
Llevar al lavadero lanza de aspiración	2min, 09s
Buscar útiles de limpieza	4min, 51s
Trocear papel bayeta	0min, 25s
Esperar que acabe el giro de la “V”	1min
Tocar pantalla de la “V”	0min, 10s
Abrir puertas y colocar bidón	0min, 55s
Colocar escalera y manguera	0min, 40s
Ponerse EPIS abrir y recoger tapa	1min, 25s
Reparar a manguerazos la “V”	0min, 55s
Recoger manguera	0min, 25s
Coger del secadero y colocar la tapa al bidón	1min, 10s
Buscar llave inglesa	0min, 53s
Soltar boquilla “V” y apartarla	0min, 47s



Recoger útiles sucios al lavadero	4min
Buscar manguera para agua sanitizada	3min, 30s
Recoger clamb y meter bidón a la sala	0min, 50s
Colocar manguera	0min, 50s
Abrir tapa del bidón y colocar escalera	0min, 25s
Abrir llave agua y colocar manguera	2min, 25s
Verter agua sanitizada por un brazo de la "V"	2min, 20s
Girar "V"	1min, 30s
Preparar escalera y coger trapos	0min, 55s
Meterse en la "V" y limpiar	8min, 35s
Girar "V"	0min, 48s
Colocar bidón y escalera	0min, 20s
Verter agua sanitizada por el otro brazo	1min, 10s
Desconectar manguera, vaciarla y enroscarla	1min, 23s
Limpiar exterior "V", armarios y puertas	21min, 26s
Recoger manguera al lavadero	1min, 33s
Recoger útiles al lavadero	2min, 10s
Recoger trozos de papel al lavadero	0min, 47s
Finalizar limpiezas informáticas	0min, 23s
Avisar al personal de limpieza	1min
Recoger bolsa de basura	1min, 25s
Limpieza de sala	10min
Total	121min, 11s

3.2-LIMPIEZA EN COMPRIMIDORA ACTUAL

Fin de lote informático	2min
Cerrar bolsas y bidones	1min, 50s
Rellenar hojas de limpieza y del lote	3min
Limpiar bidones	1min
Recoger método patrón, pesar y ubicar lote	19min, 50s
Rellenar hojas y datos informáticos	4min
Iniciar limpiezas informáticas	0min, 50s
Coger utensilios de desmontaje	3min
Bajar y sacar bidón de la sala	5min, 50s
Subir brazo del bidón, introducir carro en la sala	2min, 45s
Desmontar, aspirar y colocar en el carro	25min
Desmontaje de retenes y punzones superiores	1min, 43s
Soltar prisioneros de las matrices	4min
Pasar piezas al carro de lavadora e introducirlas	16min, 14s
Sacar carro de la sala e introducir otro	2min, 17s
Desmontar matricería	7min, 34s
Llevar matricería a lavar y recoger utensilios	2min, 33s
Aspirar máquina y recoger manguera a lavadero	11min, 26s
Recoger útiles de limpieza	4min
Limpiar máquina	75min



Recoger sala y útiles de limpieza	3min
Echar silicona a los agujeros	2min
Limpieza de sala	19min
Introducir carro con piezas limpias en la sala	1min
Sacar piezas de lavadora y colocarlas en el carro	14min, 50s
Introducir matricería en la lavadora	3min, 30s
Comprobar limpieza	8min, 35s
Rellenar documentación de “verdes”	3min, 50s
Avisar a calidad	1min, 50s
Consultar planificación	2min
Montaje del soplador	2min, 50s
Coger método patrón	0min, 50s
Recoger matricería	5min
Recoger aceite y utensilios	1min
Llamada para saber si está repesado el producto	1min, 50s
Coger guantes	0min, 50s
Comprobación y montaje de cajas	7min, 50s
Comprobación y montaje punzones superiores	3min
Montaje otras piezas de la máquina	5min
Protocolo informático	4min
Montaje de otras piezas de la máquina	7min, 36s
Montaje detector de metales	2min, 33s
Recoger carro y herramientas	1min, 41s
Comprobar funcionamiento	1min, 50s
Comprobar calibre con galgas	1min, 40s
Coger bidón tolva y goma	2min, 25s
Rellenar y poner pegatina en la tarjeta	1min, 30s
Preparar tolva y colocar bidón	4min, 40s
Llevar carrito del bidón	0min, 50s
Protocolo informático	2min, 30s
Ensayos unitarios	20min
Colocar y comprobar detector de metales	4min, 25s
Recoger palet, bidones y colocarle bolsas	4min
Echar silicona a la cuesta de salida	2min
Modificar velocidad de máquina	4min
Realizar controles y poner soplador en marcha	2min, 50s
Poner pegatina al bidón y recoger útiles	1min, 50s
Protocolo y observaciones informáticas	9min, 50s
Pesaje de pérdidas de arranque	1min, 50s
Colocar mangueras de aspiración	2min, 36s
Finalizar protocolo	1min
Total	360min, 12s



3.3-LIMPIEZA EN RECUBRIDORA ACTUAL

Desmontar jaulas	0min, 47s
Echar talco y dejar girando	0min, 35s
Llevar carro con jaulas al lavadero	1min, 06s
Mirar comprimidos y parar giro del bombo	0min, 20s
Coger palets de almacén	1min, 20s
Colocar tubos de descarga	1min, 13s
Quitar tapas y colocar bidones para la descarga	0min, 39s
Descargar comprimidos en los bidones	7min, 16s
Sacar bidones de la sala	1min, 48s
Rellenar hojas de limpieza	1min, 03s
Quitar del bombo capa seca de producto	0min, 40s
Quitar tubo de vaciado de comprimidos	0min, 40s
Coger manguera de aspiración y colocarla	0min, 37s
Aspirar partes de la máquina	2min, 05s
Recoger manguera de aspiración	0min, 45s
Cerrar tapa y poner bombo en proceso de limpieza	1min
Pesaje de lote intercalando vistazos al lavado	11min, 10s
Coger carro	0min, 30s
Finalizar lote informático, chatarrear	6min, 15s
Entregar hojas al jefe de turno	0min, 25s
Desmontar piezas de las pistolas	19min, 15s
Llevar carro al lavadero	0min, 20s
Preparar fregadera para limpiar piezas	4min, 10s
Buscar rollo de papel y llevarlo al lavadero	0min, 43s
Limpiar carro y prepararlo con papel	2min, 05s
Limpiar y secar piezas de las pistolas	31min, 17s
Llevar papel a la sala	0min, 30s
Llevar carro al secadero	0min, 36s
Coger pistola de agua y papel	2min, 33s
Colocar pistola y rociar los dos bombos	7min, 16s
Coger estropajo con jabón del lavadero	0min, 39s
Volver a rociar, coger cubo e introducirse	1min, 06s
Limpiar depósito con estropajo	5min, 49s
Aclarar bombo con pistola	6min, 46s
Secarse y vigilar máquina del compañero	6min, 52s
Verter con el cubo agua desmineralizada	2min, 53s
Preparar cubo y trapos para limpiar trasera	0min, 55s
Acceder a la zona técnica	2min
Limpiar parte trasera del bombo	3min, 05s
Volver a la sala	1min, 36s
Preparar cubo y papel para limpiar el frontal	1min, 26s
Limpiar frontal de la máquina	14min
Desmontar pieza de ajuste de la tapa	1min
Llevar pieza al lavadero	0min, 25s
Continuar limpieza del frontal de la máquina	36min, 32s
Continuar limpieza del bombo	0min, 50s



Llevar pieza metálica de la tapa al lavadero	0min, 18s
Lavarla y secarla	0min, 34s
Volver a la sala con la pieza y colocarla	0min, 19s
Poner bombo a secar mediante la receta	0min, 28s
Llevar al lavadero tubo de descarga	1min, 35s
Buscar al personal de limpieza	0min, 41s
Volver a la sala	0min, 30s
Soltar pistola de agua y llevar al lavadero	2min, 32s
Informatizar limpiezas	0min, 52s
Recoger basura de la sala	0min, 30s
Recoger papel y cubo al lavadero	0min, 36s
Lavar y secar pieza de la puerta del bombo	0min, 41s
Llevar basura y recoger carro	1min, 52s
Recoger otro cubo al lavadero	0min, 38s
Coger guantes y aceite para montar pistolas	1min, 10s
Montar pistolas en el pasillo	7min, 51s
Coger y ponerse guantes	0min, 30s
Seguir con el montaje de las pistolas	13min, 29s
Meter carro en la sala	0min, 15s
Montar pistolas en el brazo	7min, 50s
Coger cepillo y papel	0min, 40s
Repasar limpieza	1min, 30s
Montar piezas del armario frontal	2min, 07s
Montaje piezas de la puerta del bombo	1min, 43s
Limpiar carro y coger utensilios	2min, 42s
Repasar limpieza	4min, 38s
Recoger carro con jaulas limpias	1min, 51s
Recoger depósito de soluciones del secadero	2min
Revisar bombo y cerrar puertas	0min, 16s
Finalizar limpiezas informáticas	2min
Hablar con el encargado	0min, 32s
Seguir limpiezas informáticas y rellenar hojas	2min, 20s
Vigilar máquina de la compañera	1min, 30s
Coger documentación del siguiente lote	1min
Buscar y recoger materiales del siguiente lote	2min, 15s
Leer documentos	0min, 15s
Vigilar máquina de la compañera y coger cubo	1min, 20s
Preparar depósito de soluciones	0min, 40s
Rellenar hojas de limpieza	0min, 55s
Iniciar protocolo informático	2min
Coger y ponerse manguitos	0min, 30s
Verter en el depósito agua de la solución	4min, 57s
Vigilar máquina de la compañera	5min, 20s
Colocar y cerrar depósito	0min, 36s
Protocolo informático	0min, 57s
Abrir bolsa y verterla al depósito	1min, 51s
Vigilar máquina de la compañera	5min, 16s
Montar jaulas	3min, 19s



Guardar carro	0min, 42s
Localizar nuevo lote	0min, 35s
Coger traspaleta	1min
Meter primer palet en la sala	1min, 50s
Pasar información a la compañera	1min, 05s
Cambiar traspaleta por una pequeña	2min, 03s
Introducir en la sala el resto del lote	2min, 30s
Tocar mandos de la gs	0min, 37s
Cargar núcleos en la máquina	8min, 56s
Sacar bidones vacíos para hacer sitio	0min, 44s
Continuar con la carga de núcleos	6min, 52s
Sacar más bidones vacíos	1min, 24s
Terminar de cargar los núcleos en la máquina	9min, 40s
Sacar bidones y palets al pasillo	1min, 55s
Recoger y llevarse basura	1min, 49s
Coger utensilios limpios	1min, 16s
Colocar pieza de la bomba	5min, 20s
Colocar depósito y conectarlo	1min, 56s
Poner pistolas a purgar	0min, 54s
Recoger utensilios y coger guantes	1min, 45s
Meter carro	1min, 40s
Sacar jaulas para precintar y recolocar	6min
Montar pistolas	4min, 17s
Recoger utensilios	0min, 28s
Protocolos informáticos	2min
Poner máquina en funcionamiento y observar	7min, 10s
Introducir y ajustar pistolas	1min, 55s
Reajuste sen las pistolas	3min, 14s
Controlar pesos de los núcleos	3min, 50s
Terminar protocolo informático	3min, 55s
Llamar a calidad para que pase verdes	0min, 55s
Protocolo informático, acceder a control de planta	1min, 36s
Total	357min, 59s



4-MEJORAS EN EL PROCESO DE MEZCLADO

MEJORA: V1	NOMBRE: DESVÍO DE LIMPIEZA DE LA TAMIZADORA
MÁQUINA: TAMIZADORA TR	PROCESO: MEZCLADO

En el proceso de limpieza de los mezcladores “V” el operario, tal y como se puede observar en el estudio de tiempos, comienza la limpieza desmontando la tamizadora TR (es una máquina eléctrica móvil, con una malla y un rompedor, por la cual pasa todo el producto mientras se carga por aspiración al mezclador). Así desgrana y homogeniza todo el producto. En total el operario entre desmontar, llevar al lavadero, limpiar, echar agua desmineralizada, dejar en el secadero y rellenar hojas de limpieza de máquina, invierte más de 20 minutos. Toda ésta tarea es muy sencilla de realizar y no precisa de unos conocimientos específicos, en consecuencia podría ser efectuada perfectamente por el personal de limpieza. El operario sólo debería encargarse de llevar la “TR” al lavadero, y una vez ahí se encargaría el personal de limpieza de lavarla. Se lograría así, ahorrar más de 20 minutos en cada limpieza de mezclador “V”. Ya que durante ésta tarea la máquina está parada, y así lograríamos recortar el tiempo que permanece sin producir.

Tareas operario según situación actual:

-desmontar TR.....	4min, 0s
-llevar TR al lavadero.....	1min, 0s
-limpiar TR en el lavadero.....	12min, 0s
-echar agua desmineralizada.....	0min,47s
-dejar TR en el secadero.....	0min,20s
-coger hojas de limpieza y rellenarlas.....	1min,40s
-declarar la limpieza informáticamente.....	1min, 5s
Tiempo total.....	<u>21min,52s</u>

Tareas operario según situación propuesta:

-llevar TR al lavadero.....	1min, 0s
-volver a la sala para comenzar limpieza del mezclador “V”.....	0min,30s
Tiempo total.....	<u>1min,30s</u>

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 21min,52s-1min,30s = 20min,22s

Ahorro de tiempo anual:

$$20\text{min},22\text{seg}/\text{limpieza} * 14\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 855400\text{s} = 237\text{horas},36\text{min},40\text{s}$$

Esta tarea implica una carga de trabajo extra para el personal de limpieza, que más tarde hablaremos de sus posibles soluciones.



MEJORA: V2	NOMBRE: DESVÍO DE LIMPIEZA SUPERFICIES EXTERIORES
MÁQUINA: MEZCLADOR “V”	PROCESO: MEZCLADO

En el proceso de limpieza de los mezcladores “V” el operario, tal y como se puede observar en el estudio de tiempos, es el operario quien se encarga de efectuar la limpieza de los armarios de acero inoxidable dentro de los cuales está la maquinaria del mezclador “V” así como de la limpieza de las puertas de seguridad de metacrilato. Estas tareas tampoco precisan de conocimientos específicos y podría efectuarlas el personal de limpieza, solapando la limpieza del mezclador “V” que realizaría el operario. Se lograría así, ahorrar varios minutos en cada limpieza de mezclador “V”. Ya que durante esta tarea la máquina está parada, y así lograríamos recortar el tiempo que permanece sin producir.

Tareas operario según situación actual:

-limpiar “V” por fuera, armarios y puertas de metacrilato.....21min,26s

Tiempo total.....21min,26s

Tareas operario según situación propuesta:

-avisar al personal de limpieza para que solape la limpieza.....1min, 0s

-volver a la sala para continuar con las tareas de limpieza.....0min,30s

Tiempo total.....1min,30s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 21min,26s-1min,30s = 19min,56s

Ahorro de tiempo anual:

$19\text{min},56\text{s}/\text{limpieza} * 14\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 837200\text{s} = 232\text{h},33\text{min},19\text{s}$

Esta tarea implica una carga de trabajo extra para el personal de limpieza, que más tarde hablaremos de sus posibles soluciones.



MEJORA: V3	NOMBRE: COLOCACIÓN EN CADA SALA DE ÚTILES Y HERRAMIENTA
MÁQUINA: MEZCLADOR “V”	PROCESO: MEZCLADO

Durante la limpieza del mezclador “V” el operario pierde tiempo en ir a buscar herramientas para el desmontaje, papel balleta, secante, bicarbonato y diferentes útiles de limpieza. Se ahorraría tiempo en cada limpieza mediante la colocación de tiradores de rollos de papeles en cada sala, así como de un armario para la colocación de las herramientas y juntas que se usan en cada limpieza. De esta manera evitaríamos la pérdida de tiempo existente actualmente en ir y venir al lavadero u otras salas en busca de todos estos elementos.

Tareas operario según situación actual:

-coger cubo, llenar de alcohol y coger bicarbonato.....2min,55s
 -buscar rollos de papel, cubo con agua, jabón, alcohol y estropajo.....4min,51s
 -buscar llave inglesa.....0min,53s
 -recoger rollos de papel al lavadero.....0min,47s

Tiempo total.....9min,26s

Tareas operario según situación propuesta:

-coger cubo y llenar de alcohol.....1min,55s
 -coger cubo con agua, jabón, alcohol y estropajo.....2min,21s

Tiempo total.....4min,16s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 9min,26s-4min,16s = 5min, 10s

Ahorro de tiempo anual:

5min,10s/limpieza*14limpiezas/semana*50semanas/año=217000s = 60h,16min,40s

Esta mejora teniendo en cuenta la herramienta necesaria para cada sala, sumándole el coste del armario para albergarla, los soportes para colocar los rollos de papel secante y bayeta, y teniendo en cuenta que en la planta hay nueve máquinas de comprimir tendría un coste aproximado de:

-bote con difusor para alcohol.....5€
 -portabobinas de papel para pared x2.....60€
 -juego de destornilladores.....25€
 -llaves.....20€
 -armario herramienta.....150€



Precio total para una sala.....260€

Precio total para todas las salas de comprimir:
260€/sala x 4 salas = 1040€

MEJORA: V4	NOMBRE: CAMBIO DE JUNTAS
MÁQUINA: MEZCLADOR "V"	PROCESO: MEZCLADO

Durante la limpieza del mezclador "V", el operario precinta en varias ocasiones las tapas del mismo. Esto es debido a que las juntas de las tapas están preparadas para el polvo. En el lavado se introducen agua y otros líquidos dentro del mezclador sin cambiar de juntas, entonces el líquido atraviesa las juntas y gotea. Por esta razón los operarios colocan precinto en los cierres de las tapas. La mejora consistiría en tener un juego de juntas para agua en el armario para herramienta, propuesto en la mejora V3, y en cada limpieza cambiar las juntas de polvo por juntas de agua. Una vez finalizada la limpieza, habría que colocar de nuevo las juntas de polvo para trabajar con el nuevo lote. Esta mejora no supondría ahorro de tiempo alguno pero tampoco pérdida, ya que el tiempo que se tardaría en cambiar de juntas es similar al que se tarda en precintar y desprecintar las tapas del mezclador. Además conseguiríamos ganar en limpieza y evitaríamos el riesgo de que puedan aparecer en los lotes de producto partes de precinto. Lo cual significa tener que retamizar el lote entero o incluso tener que tirarlo.

Esta mejora supondría el siguiente gasto:

-juntas de agua.....250€

Precio total para todas las salas de comprimir:
250e/sala x 4 salas = 1000€



MEJORA: V5	NOMBRE: LIMPIEZA CON VAPORETA
MÁQUINA: MEZCLADOR “V”	PROCESO: MEZCLADO

Para realizar la limpieza a fondo del interior de los mezcladores “V” los operarios se introducen totalmente en su interior. Esta operación es sucia ya que el operario se introduce en el interior con calzado y además de ser muy incómoda, al salir del interior, en repetidas ocasiones se golpean con el detector de giro del mezclador. Lo que se propone en ésta mejora, es el uso de un aparato de vapor. Además de facilitar la limpieza y evitar el tener que frotar para quitar las adherencias del interior del mezclador, al poseer una lanza a través de la punta de la cual sale el vapor, el operario podría acceder a todos los puntos sin necesitar introducirse en el mezclador.

Tareas operario según situación actual:

- preparar escalera y coger trapos.....0min,55s
 - meterse en la v y limpiar.....8min,35s
- _____
- Tiempo total.....9min, 30s

Tareas operario según situación propuesta:

- coger de formatos la vaporeta karcher.....1min,15s
 - enchufar karcher y limpiar mezclador.....4min, 0s
 - desenchufar y recoger karcher a formatos.....2min,10s
 - reparar a mano si es necesario.....2min, 0s
- _____
- Tiempo total.....9min,25s

El ahorro de tiempo es insignificante, pero se gana en comodidad del operario, ergonomía e higiene con ésta nueva disposición de tareas.



Esta mejora supondría una inversión de1400€
 ‘Optimización de la sección de sólidos de una empresa farmacéutica. Estudio de métodos y tiempos’



MEJORA: V6	NOMBRE: ORDENAR ALMACÉN
MÁQUINA: MEZCLADOR “V”	PROCESO: MEZCLADO

Actualmente, en el almacén de la sección de sólidos, dónde se guardan los bidones entre una fase del proceso y la siguiente, no existe ningún orden establecido para realizar el almacenamiento. El espacio es muy escaso y el personal de movimientos internos de la sección tiene dificultad para mantenerlo ordenado. Esto ocasiona que cuando el operario de cualquier máquina de la sección, cuando va en busca del siguiente lote que ha de introducir en su sala para trabajar, pierda unos minutos en buscarlo. Ya que comienza a buscarlo sin un orden establecido. Lo que se propone, es que se guarden los bidones siguiendo un sencillo orden, por ejemplo en orden alfabético de izquierda a derecha, de esta forma el operario cuando va a buscar el producto con el que tiene que trabajar en el lote que va a comenzar, sepa por que zona tiene que comenzar la búsqueda. No se puede estimar el tiempo que se ahorrará con esta tarea, pero se rasará algún minuto en cada lote, ya que en la actualidad los operarios pierden varios minutos en la búsqueda del producto pertinente en el almacén. Otra solución mejor y que se ahorraría una mayor cantidad de tiempo, sería que el personal de movimientos se encargara de, una vez finalizado el lote, tras la llamada del operario, se llevase los bidones para realizar el repesaje y cierre de la orden. En esta fase no haría falta que el personal de movimientos se encargara de llevarles el lote nuevo para trabajar tras la realización de las limpiezas, ya que mientras el mezclador en “V” gira, el operario tiene tiempo de buscar el nuevo lote y llevarlo a la puerta de la sala. De esta manera el operario podría comenzar directamente la limpieza de la máquina. Acortando así el tiempo de parada de la misma. Con el personal existente en la actualidad de movimientos internos esta tarea no es viable, ya que supondría un gran incremento en sus tareas.

Tareas operario según situación actual:

-recoger método patrón.....	1min,30s
-pesar lote, pérdidas y ubicarlo en el almacén.....	5min,10s
-realizar cuentas, rellenar hojas y datos informáticos.....	3min, 0s
Tiempo total.....	9min, 40s

Tareas operario según situación propuesta:

-Avisar a movimientos para que se lleven el lote terminado.....	1min, 0s
Tiempo total.....	1min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 9min, 40seg - 1min, 0s = 8min,40s.

Ahorro de tiempo anual:

8min, 40seg/limpieza*14 limpiezas/semana*50 semanas/año= 364000s = 101h, 6min, 40s.



5-MEJORAS EN EL PROCESO DE COMPRESIÓN

MEJORA: C1	NOMBRE: COLOCACIÓN DE ÚTILES Y HERRAMIENTA
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Durante la limpieza de la máquina comprimidora, el operario pierde tiempo en ir a buscar papel bayeta, secante, estropajo y diferentes útiles de limpieza. De la misma manera el operario pierde tiempo yendo a buscar herramienta, buscándola, y volviendo a la sala con la misma. Se ahorraría tiempo en cada limpieza mediante la colocación de tiradores de rollos de papel en cada sala, así como de un armario para la colocación de las herramientas y los útiles que se usan en cada limpieza. De esta manera evitaríamos la pérdida de tiempo existente actualmente en ir y venir al lavadero u otras salas en busca de todos estos elementos.

Tareas operario según situación actual:

-buscar herramientas de desmontaje.....	1min,15s
-buscar rollos de papel y bote de alcohol y cubo.....	2min,25s
-recoger útiles de limpieza.....	4min, 0s
-recoger la sala, y otros útiles de limpieza.....	3min, 0s

Tiempo total.....10min,40s

Tareas operario según situación propuesta:

-recoger cubo del lavadero.....	0min,30s
-recoger sala y cubo al lavadero.....	2min, 0s

Tiempo total.....2min,30s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 10min,40s-2min, 30s = 8min, 10s

Ahorro de tiempo anual:

$$8\text{min},10\text{seg}/\text{limpieza} * 15\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 367500\text{s} = 102\text{h},5\text{min}, 0\text{s}.$$

Esta mejora teniendo en cuenta la herramienta necesaria para cada sala, sumándole el coste del armario para albergarla, los soportes para colocar los rollos de papel secante y bayeta, y teniendo en cuenta que en la planta hay nueve máquinas de comprimir tendría un coste aproximado de:

-bote con difusor para alcohol.....	5€
-portabobinas de papel para pared x2.....	60€
-desatascador de matrices (viene con la máquina).....	0€
-juego de destornilladores.....	25€



-juego de llave allen.....	10€
-armario herramienta.....	150€
Precio total para una sala.....	250€

Precio total para todas las salas de comprimir:
 250e/sala x 9 salas = 2250€

MEJORA: C2(HERGONOMICA)	NOMBRE: ATORNILLADOR ELÉCTRICO
MÁQUINA: COMPRESIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Las cajas o matrices en las cuales se forma el comprimido, son unos cilindros con una cavidad en su centro, con la forma de la pastilla que se va a formar, en la cual se forma el comprimido. El proceso consiste en que éstas matrices con el giro de la máquina, pasa por el dosificador de producto, llenando su hueco interior de producto, seguidamente ese producto sufre una precompresión y una compresión aplicada por los punzones superiores e inferiores que convierten éste producto en una pastilla o comprimido. Estas matrices están sujetas al disco portamatrices por unos tornillos para asegurar su fijación. Al montar y desmontar la máquina para su limpieza y posterior montaje, cada uno de estos tornillos se aprietan y se aflojan manualmente. Teniendo en cuenta que las máquinas comprimidoras tienen 21 o 32 matrices por máquina, se convierte en una tarea que lleva su tiempo y además puede llegar a ser molesta para las muñecas de los operarios. La mejora consiste en usar un destornillador eléctrico en vez de la llave manual que se usa actualmente, mejorando así el tiempo de desmontaje y montaje y la salud laboral de los operarios.

Tareas operario según situación actual:

-soltar tornillos de las matrices.....	4min, 0s
-colocar tornillos de las matrices.....	5min, 0s
Tiempo total.....	9min, 0s

Tareas operario según situación propuesta:

-soltar tornillos de las matrices con la llave eléctrica.....	2min,30s
-colocar tornillos de las matrices con la llave eléctrica.....	3min, 0s
Tiempo total.....	5min,30s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 9min, 0s-5min, 30s = 3min, 30s

Ahorro de tiempo anual:

'Optimización de la sección de sólidos de una empresa farmacéutica. Estudio de métodos y tiempos'



$$3\text{min},30\text{s}/\text{limpieza} * 15\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 157500\text{s} = 43\text{h},45\text{min}, 0\text{s}.$$

Esta mejora supondría el siguiente gasto:

-destornillador eléctrico.....150€

Precio total para todas las salas de comprimir:

$$150\text{€}/\text{sala} * 9\text{ salas} = 1350\text{€}$$

MEJORA: C3	NOMBRE: COLGADOR PARA RODADOR
MÁQUINA: COMPRESIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Cuando el operario coloca el bidón en la comprimidora, acto seguido se encarga de llevar el carrito o rodador sobre los cuales se transportan los bidones al lavadero. Cuando se acaba el lote y quita el bidón del brazo elevador en el que se encuentra ha de ir de nuevo a buscar un rodador sobre el cual transportar el bidón para sacarlo de la sala y llevarlo al lavadero. Estas dos acciones se podrían suprimir con la colocación de un gancho o colgador en la propia sala en el cual dejar el rodador cuando colocamos el bidón en el brazo elevador para comenzar un nuevo lote. Habría que colocar el gancho en un lugar cómodo, que no moleste al operario, y sobre todo que no pueda golpearse con él. Un lugar idóneo sería colocarlo detrás de la puerta.

Tareas operario según situación actual:

-coger carrito portabidones del lavadero para sacar el bidón vacío.....0min,50s
 -dejar carrito portabidones en el lavadero tras colocar el bidón del lote nuevo.....0min,50s

Tiempo total..... 1min,40s

Tareas operario según situación propuesta:

-coger el carrito portabidones del gancho de la sala.....0min,02s
 -dejar carrito portabidones en el gancho de la sala tras colocar el bidón del lote nuevo.....0min,02s

Tiempo total.....0min,04s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 1min, 40s-0min, 04s = 1min, 36s

Ahorro de tiempo anual:



$$1\text{min},36\text{s}/\text{limpieza} * 15\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 72000\text{s} = 20\text{h.}$$

Esta mejora supondría el siguiente gasto:

-colgador.....20€

Precio total para todas las salas de comprimir:

20€/sala x 9 salas = 180€

MEJORA: C4(SALUD LABORAL)	NOMBRE: CERRAMIENTO BIDÓN-TOLVA
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Los operarios de las máquinas comprimidoras, cuando están preparando el montaje para comenzar la fabricación del nuevo lote, precintan una bolsa de plástico, a la tolva del bidón, a la cual rajan el fondo. Con esta acción lo que pretenden es cerrar el espacio que queda entre la tolva del bidón y la máquina comprimidora, para encauzar la caída del producto a la máquina, y que salga una menor cantidad del mismo al ambiente. Ya que el operario a pesar de llevar mascarilla, respira ese aire con partículas de producto. Dicha medida además de no cerrar de una manera estanca el camino que recorre el producto, desde la tolva del bidón hasta su entrada en la máquina comprimidora, puede dar lugar a que aparezca en algún comprimido una partícula de la bolsa precintada a la tolva del bidón, o incluso alguna partícula del mismo precinto. Lo cual ocasionaría automáticamente la revisión de todo el lote, o incluso tener que tirar dicho lote. La mejora C4, consiste en colocar entre la tolva del bidón y el techo de la máquina comprimidora, un tubo de silicona con un enganche a la tolva del bidón y otro a la boquilla de entrada de producto del techo de la comprimidora, ambos totalmente estancos. De esta manera se consigue evitar totalmente la salida de producto al ambiente, mejorando las condiciones del trabajador, y no sólo eso sino que también se consigue asegurarnos de que no caerán al producto partículas de plástico ni precinto. Esta tarea no conseguirá ahorro de tiempo pero mejorará los aspectos ya comentados.

Tareas operario según situación actual:

-buscar precinto.....1min, 0s
 -coger bolsa.....0min,30s
 -preparar la tolva colocando la bolsa con precinto.....0min,40s
 Tiempo total..... 2min,10s

Tareas operario según situación propuesta:

-colocar junta clamb a la tolva.....0min,40s
 -colocar junta clamb al orificio del techo de la comprimidora.....0min,40s



Tiempo total.....1min,20s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 1min, 40s-0min, 04s = 1min, 36s

Ahorro de tiempo anual:

$1\text{min},36\text{s}/\text{limpieza} * 15\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 72000\text{s} = 20\text{h}.$



Esta mejora supone la siguiente inversión:

-juntas.....180€

Precio total para todas las salas de comprimir:

$180\text{€}/\text{sala} * 9\text{ salas} = 1620\text{€}$



MEJORA: C5	NOMBRE: DESEMPOLVADOR DE REPUESTO
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Actualmente el operario de las máquinas comprimidoras, una vez terminada la limpieza, comienza el montaje de la comprimidora, desempolvador, y detector de metales, cuando el personal de limpieza ha acabado de lavar y se han terminado de secar en el secadero todas las piezas de estas máquinas mandadas a lavar en cada limpieza. Montar el detector de metales, es una tarea que se realiza en muy poco tiempo, ya que apenas tiene piezas. Pero realizar el montaje del desempolvador, sí que lleva más tiempo al operario, ya que tiene que montar bastantes más piezas. Como en la sección hay nueve salas de compresión, y cada sala tiene un desempolvador, todos ellos iguales, lo que se propone es adquirir un desempolvador más. De esta manera habría siempre uno limpio en la sala de formatos para que el operario lo coja directamente y no pierda tiempo realizando su montaje.

Tareas operario según situación actual:

-introducir carro con piezas limpias	0min,15s
-montaje de desempolvador.....	2min,17s
Tiempo total.....	<u>2min,32s</u>

Tareas operario según situación propuesta:

-introducir desempolvador en la sala.....	0min,15s
Tiempo total.....	<u>0min,15s</u>

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 2min, 32s-0min, 15s = 2min, 17s

Ahorro de tiempo anual:

$$2\text{min},17\text{s}/\text{limpieza} * 15\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 102750\text{s} = 28\text{h},32\text{min},30\text{s}.$$

Esta mejora supone la siguiente inversión:

Adquisición de un desempolvador de recambio.

Desempolvador6500€



MEJORA: C6	NOMBRE: ORDENAR ALMACÉN DE PUNZONERÍA
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Cuando el operario se dispone a coger la matricería necesaria para empezar el montaje de la máquina para el nuevo lote, hay que llevar a cabo un proceso informatizado. En el método patrón, está puesto que punzones inferiores, superiores, y matrices han de usarse. El operario introduce el código de la matricería en el ordenador y éste le saca la bandeja con los punzones superiores, inferiores o cajas que le haya pedido el operario. Esta operación, el operario ha de repetirla tres veces, para la matricería superior, la inferior, y las cajas, ya que suelen estar almacenadas en diferentes bandejas. Lo que se propone es que la punzonería que se va a usar para un producto, se almacene en la misma bandeja, así el ordenador sólo tendrá que sacar una bandeja en vez de tres.

Tareas operario según situación actual:

-ir a de la sala de compresión a la sala del almacén de matricería.....0min,55s
 -sacar matricería.....2min,54s
 -volver a la sala de compresión con la matricería.....0min,55s

Tiempo total.....4min,44s

Tareas operario según situación propuesta:

-ir a de la sala de compresión a la sala del almacén de matricería.....0min,55s
 -sacar matricería.....1min,10s
 -volver a la sala de compresión con la matricería.....0min,55s

Tiempo total.....3min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 4min, 44s - 3min, 0s = 1min, 44s

Ahorro de tiempo anual:

$1\text{min},44\text{s}/\text{limpieza} * 15\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 78000\text{s} = 21\text{h},40\text{min}, 0\text{s}.$



MEJORA: C7	NOMBRE: COPIAS DE LOS MÉTODOS PATRÓN
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Una sala de compresión de las nueve existentes en la planta, está separada de las demás, en la denominada parte vieja de la sección. Cuando el operario que se encuentra en dicha sala, ha de comenzar un nuevo lote, tiene que desplazarse a la zona nueva a recoger el método patrón del producto que va a fabricar. Para acceder a la zona nueva ha de cambiarse de ropa dos veces, recoger el método patrón, volver a cambiarse dos veces y acceder a su sala. Toda esta tarea se evitaría con la colocación de una copia de los métodos patrones en la sala de formatos de la parte vieja.

Tareas operario según situación actual:

-ir al vestuario de la parte vieja.....	0min,30s
-cambiarse de ropa.....	1min, 0s
-ir al sas*de la parte nueva.....	0min,55s
-ir ponerse bata calzas y gorro.....	0min,55s
-coger método patrón.....	3min, 0s
-quitarse en el sas gorro calzas y bata.....	1min, 0s
-ir a la parte vieja.....	0min,55s
-cambiarse de ropa.....	1min, 0s
-volver a la sala.....	0min, 30s
Tiempo total.....	<u>9min, 45s</u>

Tareas operario según situación propuesta:

-ir a de la sala de formatos de la parte vieja.....	0min,30s
-coger método patrón.....	1min,15s
-volver a la sala	0min,30s
Tiempo total.....	<u>2min, 15s</u>

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 9min, 45s - 2min, 15s = 7min, 30s

Ahorro de tiempo anual:

$$7\text{min},30\text{s}/\text{limpieza} * 1,5\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 33750\text{s} = 9\text{h},22\text{min},30\text{s}.$$

El ahorro de tiempo de esta mejora sólo repercutiría a una máquina en particular, por eso hemos calculado 1,5 limpiezas semanales.

* El sas es el lugar donde se cambian de ropa los operarios para pasar de una zona a otra.



MEJORA: C8	NOMBRE: PUNZONES MULTICABEZA
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Los punzones que se usan actualmente son todos ellos de cabeza única. Es decir, con cada golpe de presión cada punzón realiza un comprimido. En los productos que no presentan problemas de adherencias a las superficies de las cabezas de los punzones, se va a usar punzones multicabeza. Estos punzones tienen por ejemplo tres cabezas por punzón, con lo cual realizan tres comprimidos en cada golpe de presión de cada punzón. Esta medida consigue que se reduzca considerablemente el tiempo de compresión de un lote, ya que la máquina produce el triple de comprimidos a la hora. El inconveniente de esta medida es que no puede aplicarse a muchos productos de los que se realizan actualmente. En algunos productos no se podrá hacer uso de punzones multicabeza por ser problemáticos y adherirse a los punzones, ya que en punzones multicabeza las adherencias del producto serían más dificultosas de limpiar. Otros productos tampoco podrán usar punzones multicabeza debido a que los comprimidos que se realizan son muy grandes y en la matriz sólo hay suficiente superficie para un único comprimido.

Los ahorros de tiempo de esta medida no se pueden calcular, ya no se sabe a cuantos productos se podrá aplicar el uso de punzones multicabeza, pero en aquellos productos que sí se pueda hacer uso de estos punzones, el ahorro de tiempo será muy grande.





MEJORA: C9	NOMBRE: TORRETA INTERCAMBIABLE
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

En el total del tiempo invertido en limpiar la máquina, se invierte la mayor parte del mismo en limpiar la torreta. Es la parte que gira con los punzones para que estos hagan su recorrido y compriman el producto. Con la idea de suprimir o reducir este tiempo al mínimo posible, las máquinas de comprimir que se adquieran de ahora en adelante, tienen como particularidad, que su torreta es intercambiable. Es decir, una vez que se ha terminado la producción del lote en curso, con ayuda de un brazo mecánico se extrae la torreta con la matricería, y se procede a limpiar los cristales y la base de la máquina. Una vez acabada esta tarea se coloca otra torreta limpia con la matricería que precisa el nuevo lote que se quiere producir y ya está la máquina lista para producir. Paralelamente a esta acción la torreta sucia será limpiada por el personal de limpieza y se preparará con la matricería que precise el lote que se quiera comprimir después del nuevo que se va a comenzar. De esta forma el tiempo que se ahorraría en cada limpieza sería muy elevado porque no solo se recorta el tiempo de parada de máquina que se está limpiando la torreta, sino que también se evita el tiempo de desmontar la matricería y montar la del nuevo lote.

Tareas operario según situación actual:

-recoger carro y utensilios de desmontaje.....	2min, 0s
-desmontaje de retenes y punzones superiores.....	1min, 50s
-soltar prisioneros de las cajas.....	4min, 0s
-desmontar punzones inferiores.....	7min, 30s
-llevar matricería al lavadero y recoger carro y utensilios de desmontaje.....	2min, 30s
-aspirar torreta.....	5min, 0s
-limpieza de torreta.....	32min, 15s
-echar silicona a los agujeros.....	2min, 0s
-recoger matricería.....	5min, 0s
-recoger aceite y utensilios.....	1min, 0s
-colocar matricería.....	21min, 50s
-colocar retenes.....	2min, 0s

Tiempo total.....86min, 55s

Tareas operario según situación propuesta:

-recoger carro y utensilios de desmontaje de torreta.....	2min, 0s
-desmontaje de torreta.....	1min, 15s
-llevar torreta al lavadero.....	1min, 30s
-coger y llevar a la sala la torreta de repuesto.....	2min, 30s
-colocar torreta.....	2min, 0s

Tiempo total.....9min, 15s



Ahorro de tiempo en cada limpieza: 86min, 55s - 9min, 15s = 77min, 40s.

Ahorro de tiempo anual:

El ahorro anual se ha calculado para una máquina, ya que no se sabe cuántas máquinas habrá en un futuro con esta característica.

$77\text{min},40\text{s}/\text{limpieza} * 1,5\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 349500\text{s} = 97\text{h}, 5\text{min}, 0\text{s}$.

MEJORA: C10	NOMBRE: CAMBIO DEL ORDEN DE LA MAQUINARIA
MÁQUINA: COMPRESIONADORA	PROCESO: COMPRESIÓN

En las salas de compresión además de la máquina comprimidora, hay en todas y cada una de ellas un detector de metales, por donde pasan todos los comprimidos que salen de la comprimidora para evitar que puedan llevar cualquier partícula metálica, y también hay un desempolvador, por el que pasan los comprimidos al salir del detector de metales para que los comprimidos caigan finalmente al bidón donde se almacenan con el menor polvo posible. El orden de estas tres máquinas no es el más lógico, ya que los comprimidos pasan por el detector de metales antes que por el desempolvador, y podría darse el caso de que en algún comprimido se adhiriera una partícula metálica a su paso por el desempolvador, y no hay manera de detectarlo. Puesto que, tras pasar por el desempolvador, los comprimidos caen al bidón donde son almacenados.

El orden lógico de estas tres máquinas sería que a la salida de la comprimidora, estuviese el desempolvador, y por último los comprimidos pasaran por el detector de metales. Así se aseguraría que los comprimidos caen al bidón sin ninguna partícula metálica. Para realizar esta mejora que desde luego no tiene mejora de tiempos, ya que el proceso costaría exactamente lo mismo que cuesta actualmente, hay que colocar bajo los desempolvadores unas plataformas con altura regulable, para que encajen perfectamente entre la comprimidora y el detector de metales. Estos soportes regulables, con ruedas y de acero inoxidable, cuestan cada uno 4500 euros.

Total para toda la zona de compresión:

$$4500 \times 9 \text{ salas de compresión} = 40500 \text{ €}$$

Esta inversión es necesaria para asegurar el perfecto funcionamiento y cumplir las exigencias de calidad.



MEJORA: C11	NOMBRE: INSTALACIÓN MÁQUINA PULIDORA
MÁQUINA: PULIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

En la actualidad, en el proceso productivo de la planta, la matricería que se usa en el proceso de compresión, es decir punzones y cajas, no reciben ningún tratamiento especializado. La matricería una vez acabado el lote de producción, se quita de la máquina y se lleva al lavadero. Una vez allí el personal de limpieza la limpia haciendo uso de agua y jabón corrientes, y alcohol si es necesario, y se deja en el secadero. Finalmente, una vez se haya secado se introduce en el pater noster (es una estantería informatizada donde se guardan todas las matricerías en uso así como diversos utillajes). Para alargar la vida útil de los punzones y además mejorar sus cualidades en los procesos productivos, existen diversos tratamientos. Mediante estos tratamientos se consigue que las adherencias del producto a los punzones sea menor, y así poder comprimir a mayor velocidad, mejorando considerablemente los tiempos de producción.

Para estos fines existe una máquina de pulido de punzones, que mediante el giro de los punzones, friccionándolos con cáscara de nuez y parafinas consiguen grandes resultados. Después del lavado de la matricería, y antes de ser guardados, sería conveniente introducir los punzones en dicha máquina. El proceso en máquina es inferior a 5 minutos, y esto puede acortar los procesos productivos de manera muy considerable, ya que permite con depende que productos aumentar la velocidad de compresión de la máquina hasta un 20 por ciento más.

La máquina supondría una inversión de 24000€

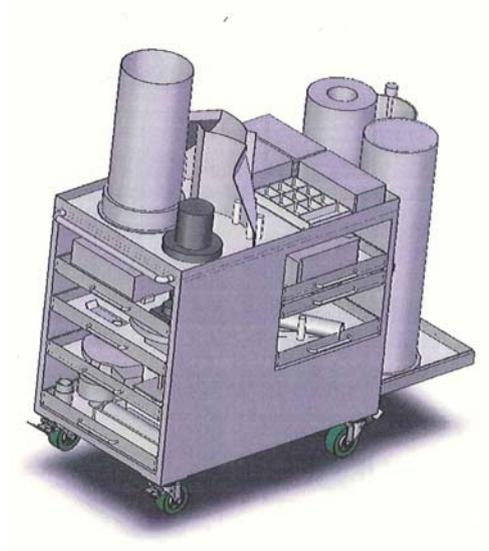




MEJORA: C12	NOMBRE: CARRO DE DESMONTAJE
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

En el proceso de cambio de lote de la producción, los operarios usan carros de acero inoxidable para dejar las piezas que desmontan de las comprimidoras y llevarlas posteriormente al lavadero. Estos carros no están diseñados exclusivamente para estas funciones, son carros planos con dos o tres baldas, y las piezas no van seguras del todo durante su transporte de la sala de comprimir al lavadero. Además de este defecto, el operario puede equivocarse y desmontar alguna pieza de la máquina que no debiera desmontar o dejarse sin desmontar alguna que sí debiera hacerlo. Lo que se ha pensado para evitar estos dos defectos, es el diseño de un carro en el cual todas las piezas que han de llevarse al lavadero estén bien fijadas en el carro, y tengan cada una su posición en él. De ésta forma el operario ve si están todos los espacios del carro ocupados por su correspondiente pieza, no dando lugar al error en el desmontaje.

El carro supone un gasto de 4000€





MEJORA: C13	NOMBRE: ORDENAR ALMACÉN
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

Actualmente, en el almacén de la sección de sólidos, donde se guardan los bidones entre una fase del proceso y la siguiente, no existe ningún orden establecido para realizar el almacenamiento. El espacio es muy escaso y el personal de movimientos internos de la sección tiene dificultad para mantenerlo ordenado. Esto ocasiona que cuando el operario de cualquier máquina de la sección, cuando va en busca del siguiente lote que ha de introducir en su sala para trabajar, pierda unos minutos en buscarlo. Ya que comienza a buscarlo sin un orden establecido. Lo que se propone, es que se guarden los bidones siguiendo un sencillo orden, por ejemplo en orden alfabético de izquierda a derecha, y de esta forma el operario cuando va a buscar el producto con el que tiene que trabajar en el lote que va a comenzar, sepa por qué zona tiene que comenzar la búsqueda. No se puede estimar el tiempo que se ahorrará con esta tarea, pero se rasará algún minuto en cada lote, ya que en la actualidad los operarios pierden varios minutos en la búsqueda del producto pertinente en el almacén. Otra solución mejor y que ahorraría una mayor cantidad de tiempo sería que el personal de movimientos se encargara de colocar los bidones del lote que se va a comenzar en la puerta de la sala correspondiente. De tal manera que el operario solamente tuviera que abrir la puerta e introducirlo en la sala.

Una vez finalizado el lote, el operario debería llamar al personal de movimientos, y sacar los bidones a la puerta de la sala. Una vez allí, el personal de movimientos se encargase de llevárselos y realizar el repesaje y cierre de la orden. De esta manera el operario podría comenzar directamente la limpieza de la máquina. Cortando así el tiempo de parada de la misma. Con el personal existente en la actualidad de movimientos internos esta tarea no es viable, ya que supondría un gran incremento en sus tareas.

Tareas operario según situación actual:

-limpiar bidones.....	1min, 0s
-recoger método patrón, pesar lote, pérdidas y ubicarlo.....	7min,50s
-realizar cuentas, rellenar hojas y datos informáticos.....	3min,50s
-comprobar producto a introducir.....	2min,30s
-coger método patrón.....	0min,50s
Tiempo total.....	16min, 0s

Tareas operario según situación propuesta:

-Avisar a movimientos para que se lleven el lote terminado.....	1min, 0s
-Avisar a movimientos para que traigan el lote nuevo.....	1min, 0s
Tiempo total.....	2min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 16min, 0s - 2min, 0s = 14min, 0s.



Ahorro de tiempo anual:

$$14\text{min, } 0\text{s}/\text{limpieza} * 15 \text{ limpiezas}/\text{semana} * 50 \text{ semanas}/\text{año} = 630000\text{s} = 175\text{h}$$

MEJORA: C14	NOMBRE: PIEZAS DE RECAMBIO
MÁQUINA: COMPRIMIDORA	PROCESO: COMPRESIÓN

En la grabación efectuada durante la limpieza y cambio de lote en la máquina comprimidora, se observa que el operario termina sus tareas y se dedica a ayudar a otros compañeros, porque no están limpias las piezas de la máquina para comenzar con el montaje. El personal de limpieza, si coinciden varias limpiezas de máquina a la vez, no da abasto y el operario ha de esperar para poder comenzar el montaje de máquina. Este tiempo de espera oscila dependiendo de la cantidad de máquinas en cambio de lote, que hayan mandado sus piezas a lavar, coincidan en ese momento. Lo que se sugiere en esta mejora, ya que en la actualidad hay nueve máquinas de comprimir en la sección, es comprar un juego de piezas de recambio, de las piezas que se quitan de la máquina en cada limpieza. Así se evitaría que el operario tuviese que parar en espera de que le lleven las piezas limpias, para poder comenzar el montaje de máquina para el lote nuevo y vuelva a producir.

Tareas operario según situación actual:

-llevar carro de piezas sucias al lavadero.....	1min,30s
-esperar a que le entreguen las piezas limpias.....	138min, 0s
Tiempo total.....	139min,30s

Tareas operario según situación propuesta:

- llevar carro de piezas sucias al lavadero.....	1min,30s
-coger carro con piezas de recambio de la sala de formatos.....	1min,30s
Tiempo total.....	3min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 139min, 30s - 3min, 0s = 136min, 30s.

Ahorro de tiempo anual:

$$136\text{min, } 30\text{s}/\text{limpieza} * 15 \text{ limpiezas}/\text{semana} * 50 \text{ semanas}/\text{año} = 6142500\text{s} = 1706\text{h, } 15\text{min, } 0\text{s.}$$

La compra de estas piezas, supondría una inversión de 40916€



6-MEJORAS EN EL PROCESO DE RECUBRIMIENTO

MEJORA: R1	NOMBRE: SOLAPAMIENTO DE LIMPIEZA
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

En el desgane de los tiempos de las operaciones realizadas por el operario de la máquina recubridora, se invierte gran cantidad de tiempo en la limpieza de la fachada de la máquina. Dicha fachada cubre prácticamente una pared entera de la sala en la que está instalada, y es de acero inoxidable. Limpiar ésta superficie no precisa de conocimientos específicos ni de especial dificultad, ya que consiste solamente en pasar papel bayeta con agua y jabón por toda la superficie y secarlo a continuación con papel secante. La mejora propuesta es que sea el personal de limpieza quien se encargue de limpiar toda esta superficie. De esta manera el operario de la recubridora puede solapar tareas como desmontar limpiar y dejar en el secadero las pistolas de recubrir. Ahorrando así gran cantidad de tiempo en cada limpieza, ya que actualmente el operario invierte en esta tarea más de 50 minutos. Teniendo en cuenta que durante este tiempo la máquina está parada y al solapar la tarea podremos ponerla de nuevo en marcha casi una hora antes, al cabo del año se lograrán recubrir muchos lotes más.

Tareas operario según situación actual:

-preparar cubo y papel para limpiar frontal de la máquina.....	1min,26s
-limpiar frontal de la máquina.....	14min,00s
-tras intercalar otras tareas, vuelve a limpieza del frontal de la máquina....	50min, 0s
-recoger basura de la sala.....	0min,30s
-recoger al lavadero rollos de papel y cubo.....	0min,36s
-avisar al personal de limpieza para que limpie la sala.....	0min,41s
Tiempo total.....	67min,13s

Tareas operario según situación propuesta:

-avisar al personal de limpieza para que limpie frontal máquina y sala.....	1min, 0s
Tiempo total.....	1min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 67min,13s-1min, 0s = 66min,13s.

Ahorro de tiempo anual:

$66\text{min},13\text{s}/\text{limpieza} * 8\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 1589200\text{s} = 441\text{horas},26\text{min},40\text{s}.$

Esta tarea implica una carga de trabajo extra para el personal de limpieza, que más tarde hablaremos de sus posibles soluciones.



MEJORA: R2	NOMBRE: COLOCACIÓN EN CADA SALA DE ÚTILES Y HERRAMIENTA
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

Durante la limpieza del bombo de recubrimiento, el operario pierde tiempo en ir a buscar papel bayeta, secante, estropajo y diferentes útiles de limpieza. Además, en este caso, sí tienen herramientas en la propia sala, pero no está ordenada, y tienen parte de ésta compartida con otros bombos de recubrimiento. Se ahorraría tiempo en cada limpieza mediante la colocación de tiradores de rollos de papel en cada sala, así como de un armario para la colocación de las herramientas y juntas que se usan en cada limpieza. De esta manera evitaríamos la pérdida de tiempo existente actualmente en ir y venir al lavadero u otras salas en busca de todos estos elementos.

Tareas operario según situación actual:

- buscar rollo de papel y llevarlo al lavadero.....0min,43s
- coger estropajo y jabón del lavadero.....0min,39s
- recoger rollos de papel y cubo al lavadero.....0min,36s
- coger cepillo y papel para repasar limpieza.....0min,40s

Tiempo total.....1min,55s

Tareas operario según situación propuesta:

-estas tareas se suprimirían teniendo en el armario de la sala todos estos elementos necesarios para la limpieza y colgadores para los rollos de papel.

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 1min,55s-0min, 0s = 1min, 55s

Ahorro de tiempo anual:

$$1\text{min},55\text{s}/\text{limpieza} * 8\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 46000\text{s} = 12\text{h},46\text{min},40\text{s}.$$

Esta mejora teniendo en cuenta la herramienta necesaria para cada sala, sumándole el coste del armario para albergarla, los soportes para colocar los rollos de papel secante y bayeta, y teniendo en cuenta que en la planta hay tres máquinas de recubrimiento, tendría un coste de:

- bote con difusor para alcohol.....5€
- portabobinas de papel para pared x2.....60€
- juego de llaves.....35€
- llaves específicas.....0€
- armario herramienta.....150€



Precio total para una sala.....250€

Precio total para todas las salas de comprimir:
250e/sala x 3 salas = 750€

MEJORA: R3	NOMBRE: PISTOLAS DE RECAMBIO
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

El operario de la máquina de recubrimiento durante la limpieza se encarga de quitar del brazo las pistolas que dosifican la solución para recubrir los comprimidos en el bombo, para después proceder a su desmontaje, lavado y secado. Una vez realizadas todas estas tareas se pueden montar de nuevo las pistolas para proceder a rociar un nuevo lote. Todas estas tareas que al cabo de la limpieza suponen mucho tiempo, podrían evitarse si se dispusiera de unas pistolas de recambio. De tal manera que una vez quitadas las pistolas del brazo, se llevasen al lavadero, y tras limpiar el brazo que soporta las pistolas (tarea que se realiza en muy poco tiempo) se procedería a colocar las pistolas de recambio.

Tareas operario según situación actual:

-coger carro.....0min,30s
 -coger herramienta, desmontar piezas del armario inferior, pistolas y colocarlas en el carro.....19min,15s
 -llevar carro al lavadero.....0min,20s
 -preparar fregadera, dejar piezas a remojo, limpiar con la pistola de agua las pistolas.....4min,10s
 -buscar rollo de papel y llevarlo al lavadero.....0min,43s
 -limpiar carro y prepararlo con papel para depositar las piezas limpias....2min,05s
 -limpiar piezas y soplarlas con la pistola de aire.....31min,17s
 -llevar rollo de papel a la sala.....0min,30s
 -llevar carro con piezas al secadero.....0min,36s
 -montar pistolas.....22min,05s
 -colocar pistolas en el brazo.....7min,50s

Tiempo total.....69min,16s

Tareas operario según situación propuesta:

-coger carro.....0min,30s
 -coger herramienta, desmontar piezas del armario inferior, soltar brazo con pistolas y colocarlo todo en el carro.....5min,58s
 -llevar carro al lavadero y traer las pistolas de recambio.....1min,00s
 -colocar pistolas de recambio en el brazo.....7min,50s

Tiempo total.....15min,18s



Ahorro de tiempo en cada limpieza: 69min,16s-15min,18s = 53min, 58s

Ahorro de tiempo anual:

$$53\text{min},58\text{s}/\text{limpieza} * 8\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 1295200\text{s} = 359\text{h},46\text{min},40\text{s}.$$

Esta mejora supondría una inversión teniendo en cuenta las tres máquinas de recubrimiento de:

-pistolas gs 600.....	18000€
-soporte pistolas.....	2000€
-pistolas gs 300.....	12000€
-soporte pistolas.....	1500€
-pistolas gs 150.....	9000€
-soporte pistolas.....	1000€
Total.....	43500€

MEJORA: R4	NOMBRE: CAMBIO EN LOS SOLAPAMIENTOS DE DESCANSOS
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

A lo largo de los turnos de trabajo, en esta sección de la planta realizan dos paradas de la producción, una de 20 minutos y otra de 25. Son dos descansos en los cuales los operarios pueden acceder al área de descanso de la fábrica. Como la máquina de recubrimiento es el cuello de botella de la producción, cuando todos los operarios se van al descanso, uno de los operarios de los tres que están trabajando en una de las tres máquinas de recubrimiento, se queda trabajando, a cargo de las tres máquinas. Cuando vuelven todos sus compañeros del descanso, entonces él se toma el suyo. De esta forma se pretende no paralizar las máquinas de recubrimiento, pero el operario que se queda a cargo de las máquinas, sin ir con sus compañeros al descanso, si está en proceso de limpieza, tiene que parar sus tareas en varias ocasiones para asegurar que los procesos de las máquinas de recubrir de sus compañeros siguen correctamente su trabajo. Partiendo de esta base, la mejora que se propone es la siguiente: Cuando llega la hora del descanso, en vez de quedarse sólo un operario de los tres que están en las tres máquinas de recubrir, debería quedarse igualmente un operario de esos tres, pero si en una de las tres máquinas de recubrir se está efectuando una limpieza, debe quedarse además un operario de una máquina de comprimir, para echar vistazos a los procesos productivos de las máquinas de recubrir que están en proceso, permitiendo así que el operario de la recubridora pueda continuar sin interrupciones con su limpieza. Además, así, cuando vayan a su descanso a la vuelta de sus compañeros, no está un operario solo, sino que tiene un compañero para el tiempo de descanso. Además de ahorrar algo de tiempo con esta mejora, se mejora la moral de el trabajador.



Tareas operario según situación actual:

-vigilar máquina de la compañera.....	1min,30s
-vigila máquina de la compañera.....	1min,20s
-vigilar máquina de la compañera.....	5min,20s
-vigilar máquina de la compañera.....	5min,16s
Tiempo total.....	13min,26s

Tareas operario según situación propuesta:

-todas estas tareas se reducirían a cero con la aplicación de ésta mejora.

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 13min,26s- 0min, 0s = 13min, 26s

Ahorro de tiempo anual:

$13\text{min}, 26\text{s}/\text{limpieza} * 8\text{limpiezas}/\text{semana} * 50\text{semanas}/\text{año} = 322400\text{s} = 89\text{h}, 33\text{min}, 20\text{s}$.

MEJORA: R5(HERGONOMICA)	NOMBRE: CARRO ELEVADOR
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

En la actualidad la carga de comprimidos al bombo la realiza el operario manualmente. Introducen los bidones en la sala y una vez ahí, vuelcan los bidones en el interior del bombo de recubrimiento. Así repitiendo la operación una y otra vez hasta completar el lote. Un lote está compuesto por un número considerable de bidones, lo cual supone la repetición de una tarea bastante incómoda. Sobre todo teniendo en cuenta que es femenino parte del personal que trabaja en este puesto. En base a la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación de cargas (REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril B.O.E. nº 97, de 23 de abril), teniendo en cuenta la carga máxima que no debe superar un trabajador/a y aplicando los coeficientes marcados a aplicar en dicha guía técnica, teniendo en cuenta los movimientos llevados a cabo durante la carga, se obtendrían los siguientes pesos máximos.

Peso máximo para hombre:

19 kg debido a la altura en la cual está la boca carga del bombo de recubrimiento.
0,84 coeficiente de corrección debido a que el desplazamiento vertical supera los 100 cm.
Ésto da un total de $19\text{kg} \times 0,84 = 15,96\text{ kg}$



Peso máximo para mujer:

11,4 kg debido a la altura a la cual está la boca de carga del bombo de recubrimiento.

0,84 coeficiente de corrección debido a que el desplazamiento vertical supera los 100 cm.

Esto da un total de $11,4\text{kg} \times 0,84 = 9,576\text{ kg}$

Dependiendo de lo que se haya llenado las bolsas de comprimidos del interior de los bidones, en la fase previa de compresión, estos pesos, sobre todo el obtenido para el personal femenino puede verse en ocasiones superado. A pesar de no ser una tarea repetitiva, ya que normalmente no se realiza más de una vez en cada turno, se ha querido mejorar esta situación. Primero se pensó en la posibilidad de instalar una manguera de vacío que cargara los comprimidos al bombo de recubrimiento. Pero además de ser más difícil de instalar, hay muchos comprimidos muy frágiles que debido a la fuerza de aspiración que sería necesaria para realizar la carga se verían rotos. Lo cual nos hace automáticamente desestimar esta opción, debido a que es una falta grave que se encuentren comprimidos rotos en un lote, suponiendo automáticamente la revisión del lote o incluso el tener que tirarlo. Con esta acción se pretende mejorar las condiciones laborales del operario en el momento de la carga mediante el uso de un carro elevador para bidones, que incluye además la posibilidad de girar el bidón para facilitar el vertido al bombo de recubrimiento. Dicho carro se guardaría en la sala de formatos, que se encuentra a escasos metros de las salas de recubrimiento. Esta mejora no supone en absoluto un recorte en los tiempos de parada de la máquina, pero supone una mejora considerable en cuestión de ergonomía. De esta forma se evita el punto que podría ocasionar alguna lesión en un operario debido al exceso de peso. A continuación se muestra el carro diseñado en colaboración con una empresa de ingeniería para dicha tarea.

Esta mejora supondría una inversión de 6200€

MEJORA: R6	NOMBRE: ORDENAR ALMACÉN
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

Actualmente, en el almacén de la sección de sólidos, dónde se guardan los bidones entre una fase del proceso y la siguiente, no existe ningún orden establecido para realizar el almacenamiento. El espacio es muy escaso y el personal de movimientos internos de la sección tiene dificultad para mantenerlo ordenado. Esto ocasiona que cuando el operario de cualquier máquina de la sección, cuando va en busca del siguiente lote que ha de introducir en su sala para trabajar, pierda unos minutos en buscarlo. Ya que comienza a buscarlo sin un orden establecido. Lo que se propone es que se guarden los bidones siguiendo un sencillo orden, por ejemplo en orden alfabético de izquierda a derecha, de ésta forma el operario cuando va a buscar el producto con el que tiene que trabajar en el lote que va a comenzar, sepa por que zona tiene que comenzar la búsqueda. No se puede estimar el tiempo que se ahorrará con esta tarea, pero se rasará algún minuto en cada lote, ya que en la actualidad los operarios pierden varios minutos en la búsqueda del producto pertinente en el almacén. Otra solución mejor y que se ahorraría una mayor cantidad de tiempo sería que el personal de movimientos se encargara de colocar los bidones del lote

‘Optimización de la sección de sólidos de una empresa farmacéutica. Estudio de métodos y tiempos’ 42



que se va a comenzar en la puerta de la sala correspondiente. De tal manera que el operario solamente tuviera que abrir la puerta e introducirlo en la sala.

Una vez finalizado el lote, el operario debería llamar al personal de movimientos, y sacar los bidones a la puerta de la sala. Una vez allí, el personal de movimientos se encarga de llevárselos y realizar el repesaje y cierre de la orden. De esta manera el operario podría comenzar directamente la limpieza de la máquina. Acortando así el tiempo de parada de la misma. Con el personal existente en la actualidad de movimientos internos ésta tarea no es viable, ya que supondría un gran incremento en sus tareas.

Tareas operario según situación actual:

-pesaje de lote, intercalando vistazos al lavado de bombo.....	1min, 0s
-finalizar el lote informáticamente, rellenar hojas, dar fabricación, chatarreo informático.....	6min,15s
-localizar nuevo lote.....	0min,35s
-coger transpaleta.....	1min, 0s
-meter primer palet en la sala.....	1min,50s
-cambiar transpaleta por una pequeña.....	2min,03s
-meter en la sala el resto del lote.....	2min,30s
Tiempo total.....	14min,13s

Tareas operario según situación propuesta:

-Avisar a movimientos para que se lleven el lote terminado.....	1min, 0s
-Avisar a movimientos para que traigan el lote nuevo.....	1min, 0s
Tiempo total.....	2min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 16min, 0s - 2min, 0s = 14min, 13s

Ahorro de tiempo anual:

14min, 13s/limpieza*8 limpiezas/semana*50 semanas/año= 341200s = 94h, 46min, 40s.



MEJORA: R7	NOMBRE: AMPLIACIÓN DE LOS DESAGÜES
MÁQUINA: BOMBO DE RECUBRIMIENTO	PROCESO: RECUBRIMIENTO

En la actualidad el lavado interior de los bombos de recubrimiento lo realizan los operarios de dichas máquinas manualmente, haciendo uso de jabón, estropajo, manguera de agua, así como de otros útiles. En la realización de ésta tarea se pierde tiempo yendo a por dichos útiles, en la realización de la limpieza, y por último recogiendo los elementos utilizados en la misma. Todo éste tiempo podría ahorrarse usando la limpieza automática que dispone la máquina. Actualmente no se hace uso de ella porque la realización de la misma supone el uso de gran cantidad de agua, y los desagües que tienen estas máquinas se saturan y termina inundándose las zonas técnicas de los bombos de recubrimiento. En ésta mejora lo que se propone es realizar una obra de ampliación de los desagües para así poder hacer uso de la limpieza automática consiguiendo ahorrar así gran cantidad de tiempo en cada limpieza.

Tareas operario según situación actual:

-quitar del bombo capa seca del producto de recubrimiento.....	0min,40s
-colocar pistola y rociar bombo.....	6min, 0s
-coger estropajo con jabón del lavadero.....	0min,39s
-volver a rociar con la pistola el bombo y coger cubo del cuarto del depósito para meterse a limpiar el bombo.....	1min,06s
-limpiar depósito con estropajo.....	5min,49s
-aclerar bombo con pistola.....	6min,46s
-coger cepillo y papel para repasar limpieza.....	0min,40s
-limpiar.....	1min,30s
Tiempo total.....	22min,30s

Tareas operario según situación propuesta:

-poner bombo en limpieza automática.....	1min, 0s
Tiempo total.....	1min, 0s

Ahorro de tiempo en cada limpieza: 22min, 30s - 1min, 0s = 21min, 30s.

Ahorro de tiempo anual:

21min, 30s/limpieza*8 limpiezas/semana*50 semanas/año= 516000s = 143h, 20min, 0s.

Esta mejora supondría una inversión de.....12000 €



7-CÁLCULO DE HORAS DE TRABAJO INCREMENTADAS AL PERSONAL DE LIMPIEZA:

En base a las mejoras sugeridas, el personal de limpieza recibiría una carga de trabajo añadida a la que tiene actualmente. Tanto en la fase de mezclado en “V” como en la fase de recubrimiento, con el objetivo de acortar los tiempos que las máquinas están paradas debido a las limpiezas de las mismas, se ha propuesto el solape de varias tareas por el personal de limpieza. De manera que varias acciones que actualmente desarrollan los operarios de las máquinas en cada limpieza, sean realizadas por personal de limpieza, pudiendo ir simultáneamente desarrollando otras tareas los operarios de las máquinas. Esto da como resultado un acorte de los tiempos de limpieza de las máquinas, que son la mayor parte del total de los tiempos en que las máquinas permanecen paradas, consiguiéndose así que las máquinas estén produciendo más horas al cabo del año. De esta manera, sin realizar la compra de más máquinas, se produce una mayor cantidad de producto, con el consecuente aumento de ingresos. A continuación se realiza el cálculo de las horas que añadimos a la carga de trabajo del personal de limpieza en cada una de las fases de la producción, y finalmente la suma total.

MEZCLADOR EN “V” :

$42\text{min}, 18\text{s} / \text{limpieza} = 2538\text{s}/\text{limpieza} \times 14 \text{ limpiezas/semana} = 35532 \text{ s/semana} = 9\text{h},52\text{min},12\text{s/semana}$

COMPRESIONES :

No se incrementa el trabajo del personal de limpieza.

RECUBRIMIENTO:

$66\text{min}, 32\text{s}/\text{limpieza} = 3992\text{s}/\text{limpieza} \times 8 \text{ limpiezas/semana} = 31936 \text{ s/semana} = 8\text{h},52\text{min},16\text{s/semana}$

TOTAL DE HORAS DE TRABAJO AÑADIDO AL PERSONAL DE LIMPIEZA:

$35532 \text{ s/semana} + 31936\text{s/semana} = 67468 \text{ s/semana} = 18\text{h},44\text{min},28\text{s}$



8-SOLUCIONES AL INCREMENTO DE TRABAJO DEL PERSONAL DE

LIMPIEZA:

Debido a las nuevas tareas encomendadas a los operarios de limpieza en las diferentes mejoras explicadas anteriormente, en las fases de mezclado en “V” y recubrimiento, se han pensado diferentes soluciones para conseguir que éstos, tengan una carga de trabajo idéntica a la que tienen en la actualidad.

A continuación se explican tres medidas para conseguir que la situación de los empleados de limpieza no empeore, o incluso mejore.

8.1-MEDIDA 1

La mejora C14, explicada en el apartado de mejoras de la fase de compresión, de llevarse a cabo, ya conseguiría un desahogo en las tareas del personal de limpieza. Las máquinas de compresión, debido a que es el tipo de máquina con mayor número dentro de la sección, supone la mayor carga de trabajo para el personal de limpieza. Con esta mejora, que consiste en tener piezas de recambio, de todas las piezas que se envían para ser lavadas por los empleados de la limpieza, en cada limpieza de máquina, se conseguiría dar más margen de tiempo al operario de limpieza, para efectuar el lavado de las piezas. Sin producirse una parada de máquina por no disponer de piezas limpias para el montaje de máquina tras la limpieza. Aseguraríamos de esta forma que el operario de la máquina comprimidora disponga siempre de las piezas limpias para comenzar el montaje de máquina tras la limpieza.

8.2- MEDIDA 2

Otra medida que solucionaría el problema de la carga de trabajo añadido al personal de limpieza, sería la instalación de un túnel o máquina de lavado. La idea es facilitar el trabajo o parte del trabajo que actualmente realiza el personal de limpieza, realizándolo de una manera más rápida. Consiguiéndose así, limpiar la cantidad de piezas que ya se limpian en la actualidad, en un tiempo menor, para liberar la cantidad de tiempo necesaria para la realización de las tareas añadidas con la aplicación de las mejoras. Existen varias opciones posibles.

8.2.1-INSTALACIÓN DE UN TÚNEL DE LAVADO

Instalación de un túnel de lavado de bidones, o de palets y bidones, ya que en la actualidad invierten gran cantidad de su tiempo en la limpieza de los mismos. De manera que los operarios de las máquinas en vez de llevarles los bidones para que los laven, los metieran en el túnel de limpieza y salieran del mismo limpios y secos, en condiciones de ser usados de nuevo para comenzar un nuevo lote. Quedando así todas las horas que el personal de limpieza invierte actualmente en limpiar los mismos, dispuestas para ser ocupadas por las tareas encomendadas en las mejoras para reducir el tiempo de parada de máquinas. El inconveniente de este tipo de máquinas, es la necesidad de un espacio acondicionado para la instalación de la misma, y la inversión económica.



8.2.2-INTALACIÓN DE UNA MÁQUINA DE LIMPIEZA DE PIEZAS

Instalación de una máquina de limpieza de piezas. Actualmente se lavan manualmente, todas las piezas enviadas por los operarios de las máquinas al lavadero. Esto, además de suponer un proceso de lavado más lento, implica también un proceso de limpieza ligado a la buena operatividad del personal de limpieza. Mientras que si se instala una máquina, se asegura la realización de una limpieza estandarizada y repetitiva no expuesta a factores con posible variabilidad. Para un lavado perfecto de las piezas con formas de difícil acceso para su limpieza, la tecnología más recomendada, es la de los ultrasonidos. Esta tecnología asegura la limpieza hasta de las zonas más inaccesibles, así como una limpieza estandarizada y exactamente igual cada vez que se efectúa. Consiste en una máquina modular, que efectúa en cada cuba un proceso diferente. Por ejemplo, en la primera cuba aplica los ultrasonidos, para despegar toda la suciedad adherida en el proceso. En la segunda aplica un aclarado. En la tercera cuba efectúa un aclarado con agua desmineralizada, que es un requerimiento de la normativa, y por último se realiza un secado, por medio de corrientes de aire frías o calientes u otras técnicas. Esta opción tiene como inconveniente, la necesidad de acondicionar un lugar para la instalación de la máquina, y una fuerte inversión económica.

8.3-MEDIDA 3

Otra opción, mucho más sencilla, y posiblemente la más versátil, es la contratación de más personal de limpieza. Si tenemos en cuenta, que las tareas añadidas al trabajo del personal de limpieza, semanalmente no alcanzan las 20 horas, esto supone que cubriríamos con creces todas estas funciones, con la contratación de una persona más en la sección, en régimen de media jornada. El turno de noche en la empresa, siempre es mucho más flojo en carga de trabajo, ya que no están nunca ni mucho menos, todas las máquinas funcionando. Así que no haría falta apoyo del personal de limpieza durante ese turno. De manera que si la persona añadida, tuviera un horario de 12:00 a 16:00 horas, cubriendo la mitad de sus horas en el turno de mañana, y la otra mitad en el turno de tarde, para apoyar por igual los dos turnos fuertes de trabajo, se debería cubrir perfectamente el incremento de la carga de trabajo añadida al personal de limpieza.

Hay muchas piezas de las máquinas comprimidoras, que debido a al recubrimiento que llevan, se deterioran con la acción de los ultrasonidos. Si a eso sumamos que la máquina es muy cara, que es necesario acondicionar una sala bastante grande para su instalación y funcionamiento, y que tiene un gran consumo eléctrico, y de agua, se ha descartado la instalación de la máquina ultrasónica que se baraja dentro de la MEDIDA2, para reducir la carga de trabajo del personal de limpieza.



9-INCREMENTO DE HORAS AL PERSONAL DE MOVIMIENTOS

Debido a las mejoras V6, C13 Y R6, el personal de movimientos tendrá una carga de trabajo añadida. Básicamente estas mejoras consisten en que ciertas tareas llevadas a cabo actualmente por los operarios de las máquinas al finalizar el lote que están produciendo, pasen a ser realizadas por el personal de movimientos. De esta manera los operarios pueden comenzar directamente la limpieza de la máquina y antes se logrará poner en marcha la máquina para dar producción al siguiente lote. Así se disminuirán las horas durante las cuales las máquinas permanecen sin producir.

MEZCLADOR EN “V” :

$10\text{min} / \text{limpieza} = 600\text{s} / \text{limpieza} \times 14 \text{ limpiezas} / \text{semana} = 8400 \text{ s} / \text{semana} = 2\text{h}, 20\text{min} / \text{semana}$

COMPRESIONES :

$16\text{min} / \text{limpieza} = 960\text{s} / \text{limpieza} \times 15 \text{ limpiezas} / \text{semana} = 14400 \text{ s} / \text{semana} = 4\text{h} / \text{semana}$

RECUBRIMIENTO:

$14\text{min} / \text{limpieza} = 840\text{s} / \text{limpieza} \times 8 \text{ limpiezas} / \text{semana} = 6720 \text{ s} / \text{semana} = 1\text{h}, 52\text{min} / \text{semana}$

TOTAL DE HORAS DE TRABAJO AÑADIDO AL PERSONAL DE LIMPIEZA:

$8400 \text{ s} / \text{semana} + 14400\text{s} / \text{semana} + 6720 \text{ s} / \text{semana} = 29520 = 8\text{h}, 12\text{min}$

10-SOLUCIÓN AL INCREMENTO DE HORAS DEL PERSONAL DE MOVIMIENTOS

El incremento de horas de trabajo para el personal de movimientos no resulta muy abultado como para incorporar más personal. Pero por otro lado actualmente ya se encuentran bastante saturados de carga de trabajo como para poder realizar éste incremento de tareas.

Como hemos sugerido anteriormente la incorporación de una persona a media jornada para solucionar el incremento de trabajo al personal de limpieza, lo ideal sería que ésta persona recibiese formación de movimientos, e incorporarla a régimen de jornada completa. Encargándose así también de éstas nuevas tareas del personal de movimientos. Sumando las 20 horas semanales de incremento de horas de trabajo al personal de limpieza y las 8 horas de incremento de horas de trabajo al personal de movimientos, hacen un total de 28 horas. Entendiéndose así que una única persona a jornada completa podría ocuparse de todo.



11-DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE LIMPIEZA CON LA APLICACIÓN DE LAS MEJORAS ELEGIDAS.

11.1-LIMPIEZA EN MEZCLADO EN “V” CON MEJORAS

Desmontar TR	4min
Llevarla al lavadero y llamar personal limpieza	2min
Recoger manguera aspiración “V”	0min, 34s
Soltar otra manguera de la “V”	1min, 11s
Llevar mangueras al lavadero	1min, 35s
Coger manguera para lavar “V”	1min
Colocarla	0min, 15s
Colocar escalera	0min, 10 s
Abrir tapa y colocar juntas de agua	2min
Colocar escalera y subirse	0min, 11s
Abrir tapa y sacudir filtro	0min, 17s
Guardar filtro en bolsa y ponerle brida	0min, 31s
Recoger útiles sucios y coger un bidón	2min, 09s
Cambiarse guantes y ponerse EPIS	0min, 37s
Estirar manguera y subirse a la escalera	0min, 39s
Limpiar “V” con la manguera	2min
Cerrar tapa	0min, 30s
Coger y colocar brida	0min, 37s
Colocar escalera en la otra boca y subir	0min, 40s
Abrir tapa	0min, 19s
Lavar “V” con la manguera	1min
Cerrar boca de la colocar junta y poner brida	1min, 37s
Dejar manguera llenando la “V”	0min, 42s
Coger cubo, alcohol y bicarbonato del armario	1min, 55s
Cambiarse guantes y ponerse EPIS	0min, 20 s
Verter en la “V” bicarbonato y alcohol	1min, 35s
Coger y colocar juntar para líquido	1min, 40s
Poner tapa junta y brida	2min, 20s
Poner la “V” a girar	1min, 50s
Recoger utensilios al lavadero	2min, 09s
Coger útiles de limpieza	2min, 21s
Trocear papel bayeta	0min, 25s
Llamar a limpieza para lavar exteriores “V”	1min
Esperar que acabe el giro de la “V”	1min
Tocar pantalla de la “V”	0min, 10s
Abrir puertas de la “V” y colocar bidón	0min, 55s
Colocar escalera y manguera	0min, 40s
Ponerse EPIS y recoger tapa sucia	1min
Coger karcher de formatos	1min, 15s
Enchufarla y limpiar “V” por dentro	5min
Llevarla formatos	2min, 10s
Llevar manguera y escalera a la otra boca “V”	0min, 20s
Abrir tapa y recogerla	1min, 20s



Repasar “V” a manguerazos	0min, 55s
Recoger manguera	0min, 25s
Recoger y colocar tapa limpia	1min, 10s
Soltar boquilla y apartarla	0min, 47s
Recoger útiles sucios y recoger manguera	4min
Colocar manguera	0min, 50s
Abrir tapa del bidón colocar escalera y subir	0min, 25s
Abrir llave de agua y colocar manguera en “V”	2min, 25s
Girar “V”	1min, 30 s
Preparar escalera y coger trapos	0min, 55s
Meterse en la “V” y repasar limpieza	4min
Girar “V”	0min, 48s
Colocar bidón debajo “V” y colocar escalera	0min, 20s
Verter agua sanitizada por un lado de la “V”	2min, 20s
Verter agua por el otro lado de la “V”	1min, 10s
Desconectar manguera, vaciarla y enroscarla	1min, 23s
Recoger al lavadero manguera	1min, 33s
Recoger otra manguera bidón y cubo	2min, 10s
Finalizar limpiezas informáticas	0min, 23s
Recoger basura	1min, 25s
Total	73min, 33s

11.2-LIMPIEZA EN COMPRIMIDORA CON MEJORAS

Fin de lote informático	2min
Cerrar bolsas y bidones	1min, 50s
Rellenar hojas de limpieza y del lote	3min
Avisar a movimientos	1min
Iniciar limpiezas informáticas	0min, 50s
Llevar hojas del lote y recoger carros	2min
Bajar y sacar bidón	5min
Subir brazo del bidón e introducir carro	2min, 40s
Desmontaje aspiración y colocación en el carro	20min
Desmontaje de punzones y retenes superiores	1min, 45s
Soltar prisioneros de las cajas	2min
Sacar carro de la sala e introducir otro	2min, 17s
Desmontar matricería	7min, 38s
Llevar matricería al lavadero y llevar utensilios	1min, 33s
Aspirar máquina y recoger manguera	11min, 33s
Recoger útiles de limpieza	2min, 30s
Limpieza de máquina	75min
Recoger útiles de limpieza y sala	1min, 30s
Echar silicona a los agujeros	1min
Limpieza de sala	19min
Introducir carro con piezas limpias en la sala	1min
Sacar piezas de la lavadora llevarlas a la sala	14min, 40s



Introducir matricería en la lavadora	3min, 30s
Comprobar limpieza	8min, 23s
Rellenar documentación de verdes	3min, 41s
Avisar a calidad	1min, 49s
Consultar planificación	2min
Coger soplador de recambio	0min, 20s
Coger método patrón	0min, 45s
Recoger matricería	3min, 15s
Recoger al armario aceite y utensilios	0min, 30s
Llamada para saber si está repesado el producto	1min, 30s
Problemas informáticos	1min
Coger guantes	0min 37s
Montaje de otras piezas de la máquina	5min
Buscar pegatina del lote	2min
Protocolo informático	4min
Colocar matricería	21min
Colocar retenes	2min
Limpiar aceite de la máquina	1min, 25s
Montaje de otras piezas de la máquina	7min, 30s
Montaje detector de metales	2min 26s
Recoger carro y herramientas	1min
Comprobar funcionamiento	1min, 30s
Comprobar calibres con galgas	1min, 47s
Coger bidón tolva y goma	2min, 25s
Rellenar y poner pegatina en la tarjeta	1min, 30s
Preparar tolva y colocar bidón	4min, 40s
Llevar carrito del bidón	0min, 50s
Protocolo informático	2min, 30s
Ensayos unitarios	20min
Colocar y comprobar detector de metales	4min, 25s
Recoger palet, bidones y colocarle bolsas	4min
Echar silicona a la cuesta de salida	2min
Modificar velocidad de máquina	4min
Realizar controles y poner soplador en marcha	2min, 50s
Poner pegatina al bidón y recoger útiles	1min, 50s
Protocolo y observaciones informáticas	9min, 50s
Pesaje de pérdidas de arranque	1min, 50s
Colocar mangueras de aspiración	2min, 36s
Finalizar protocolo	1min

Total 321min, 12s



11.3-LIMPIEZA EN RECUBRIDORA CON MEJORAS

Desmontar jaulas	0min, 47s
Echar talco y dejar girando	0min, 35s
Llevar carro con jaulas al lavadero	1min, 06s
Mirar comprimidos y parar giro del bombo	0min, 20s
Colocar tubos de descarga	1min, 13s
Quitar tapas y colocar bidones para la descarga	0min, 39s
Descargar comprimidos en los bidones	7min, 16s
Sacar bidones de la sala	1min, 48s
Rellenar hojas de limpieza	1min, 03s
Avisar a movimientos	1min
Quitar tubo de vaciado de comprimidos	0min, 38s
Coger manguera de aspiración y colocarla	0min, 37s
Aspirar partes de la máquina	2min, 05s
Recoger manguera de aspiración	0min, 45s
Cerrar tapa y poner bombo en proceso de limpieza	1min
Coger carro	0min, 30s
Finalizar lote informático, chatarrear	6min, 15s
Entregar hojas al jefe de turno	0min, 25s
Desmontar piezas de las pistolas	19min, 15s
Avisar al personal de limpieza	1min
Poner bombo en limpieza automática	1min
Llevar carro al lavadero	0min, 20s
Preparar fregadera para limpiar piezas	4min, 10s
Limpiar carro y prepararlo con papel	2min, 05s
Limpiar y secar piezas de las pistolas	31min, 17s
Llevar carro al secadero	0min, 36s
Coger estropajo con jabón del lavadero	0min, 39s
Preparar cubo y trapos para limpiar trasera	0min, 55s
Acceder a la zona técnica	2min
Limpiar parte trasera del bombo	3min, 05s
Volver a la sala	1min, 36s
Desmontar pieza de ajuste de la tapa	1min
Llevar pieza al lavadero	0min, 25s
Llevar pieza metálica de la tapa al lavadero	0min, 18s
Lavarla y secarla	0min, 34s
Volver a la sala con la pieza y colocarla	0min, 19s
Poner bombo a secar mediante la receta	0min, 28s
Llevar al lavadero tubo de descarga	1min, 35s
Informatizar limpiezas	0min, 52s
Recoger basura de la sala	0min, 30s
Recoger papel y cubo al lavadero	0min, 36s
Lavar y secar pieza de la puerta del bombo	0min, 41s
Llevar basura y recoger carro	1min, 52s
Recoger otro cubo al lavadero	0min, 38s
Coger guantes y aceite para montar pistolas	1min, 10s
Montar pistolas en el pasillo	7min, 51s



Coger y ponerse guantes	0min, 30s
Meter carro en la sala	0min, 15s
Seguir con el montaje de las pistolas	13min, 29s
Montar pistolas en el brazo	7min, 50s
Coger cepillo y papel	0min, 40s
Repasar limpieza	1min, 30s
Montar piezas del armario frontal	2min, 07s
Montaje piezas de la puerta del bombo	1min, 43s
Limpiar carro y coger utensilios	2min, 30s
Repasar limpieza	4min, 38s
Recoger carro con jaulas limpias	1min, 51s
Recoger depósito de soluciones del secadero	2min
Revisar bombo y cerrar puertas	0min, 16s
Finalizar limpiezas informáticas	2min
Hablar con el encargado	0min, 32s
Seguir limpiezas informáticas y rellenar hojas	2min, 20s
Coger documentación del siguiente lote	1min
Buscar y recoger materiales del siguiente lote	2min, 15s
Leer documentos	0min, 15s
Vigilar máquina de la compañera y coger cubo	1min, 20s
Preparar depósito de soluciones	0min, 40s
Rellenar hojas de limpieza	0min, 55s
Iniciar protocolo informático	2min
Coger y ponerse manguitos	0min, 30s
Verter en el depósito agua de la solución	4min, 57s
Colocar y cerrar depósito	0min, 36s
Protocolo informático	0min, 57s
Abrir bolsa y verterla al depósito	1min, 51s
Montar jaulas	3min, 19s
Guardar carro	0min, 42s
Tocar mandos de la máquina	0min, 37s
Cargar núcleos en la máquina	8min, 56s
Sacar bidones vacíos para hacer sitio	0min, 44s
Continuar con la carga de núcleos	6min, 52s
Sacar más bidones vacíos	1min, 24s
Terminar de cargar los núcleos en la máquina	9min, 40s
Sacar bidones y palets al pasillo	1min, 55s
Recoger y llevarse basura	1min, 49s
Coger utensilios limpios	1min, 16s
Colocar pieza de la bomba	5min, 20s
Colocar depósito y conectarlo	1min, 56s
Poner pistolas a purgar	0min, 54s
Recoger utensilios y coger guantes	1min, 45s
Meter carro	1min, 40s
Sacar jaulas para precintar y recolocar	6min
Montar pistolas	4min, 17s
Recoger utensilios	0min, 28s
Protocolos informáticos	2min



Poner máquina en funcionamiento y observar	7min, 10s
Introducir y ajustar pistolas	1min, 55s
Reajuste sen las pistolas	3min, 14s
Controlar pesos de los núcleos	3min, 50s
Terminar protocolo informático	3min, 55s
Llamar a calidad para que pase verdes	0min, 55s
Protocolo informático, acceder a control de planta	1min, 36s
Total	<hr/> 253min, 14s



12-RAZONAMIENTO DE LA VIABILIDAD DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

A continuación se muestra un cuadro con el tiempo total reducido en la limpieza de cada fase del proceso, y el tiempo medio del proceso de producción de un lote en cada fase del proceso.

	TIEMPO AHORRADO EN UNA LIMPIEZA	TIEMPO AHORRADO ANUALMENTE	TIEMPO MEDIO DE LIMPIEZA DE UN LOTE
MEZCLADOR "V"	1h, 3min, 34s	741h, 36min, 40s	4h
COMPRESIÓN (con mejora C14)	2h, 36min, 38s	1957h, 55min, 0s	6h
*COMPRESIÓN (sin mejora C14)	0h, 40min, 38s	507h, 55min, 0s	6h
RECUBRIMIENTO	2h, 20min, 15s	935h, 0min, 0s	6h, 40min

* Para la suma de horas totales hemos escogido las horas de compresión sin la mejora C14, ya que su aplicación supone una fuerte inversión de dinero, y el ahorro de tiempo que supone no siempre es tan alto como sería en la limpieza concreta en la que hemos realizado el despiece de tiempos. Ese día en concreto, coincidirían muchas limpiezas y eso supuso que se colapsaran las labores del personal de limpieza, pero normalmente los operarios de las comprimidoras no han de esperar a que les lleguen las piezas limpias para comenzar el montaje. Así que descartamos la aplicación de esa mejora.

Total de horas ahorradas en un año entre los tres procesos:

$$741h, 36min, 40s + 257h, 55min, 0s + 935h, 0min, 0s = 1934h, 31min, 40s.$$

Toda esta suma total, del tiempo ahorrado con las mejoras sugeridas para los tres procesos, es un tiempo que actualmente las máquinas están sin producir, es decir tiempo muerto. Con la aplicación de estas mejoras todo este tiempo muerto se traduce en tiempo en el que las máquinas pueden estar produciendo lotes de medicamentos.

Si dividimos las horas totales en un año, entre las semanas de un año, y los días laborables de la semana, sale aproximadamente a 8 horas diarias.

$$1934h, 31min, 40s : 50 \text{ sem/año} = 38h, 41min, 26s$$

$$38h, 41min, 26s : 5 \text{ días/sem} = 7h, 44min, 17s$$



Para conseguir un incremento de la producción similar al incremento que supondría la aplicación de todas éstas mejoras, serían necesarias otras medidas mucho más costosas. Sería necesaria la instalación de nueva maquinaria, acondicionamiento de salas blancas donde colocar las mismas, contratación de operarios para trabajar en dichas máquinas, y el incremento de electricidad, agua y demás recursos que esto supondría.

Además con éstas medidas se ganan horas de producción en los tres procesos de la producción de la planta, ganando más horas en el recubrimiento, que actualmente es el cuello de botella. De manera que el crecimiento es coherente, ya que el proceso que más gana con las medidas sugeridas, es el que más se necesita para poder aumentar la producción de la sección.

La compra de una sola máquina, para cualquiera de estos tres procesos, supondría una inversión muchísimo más fuerte que la aplicación de todas estas medidas, ya que la inversión necesaria para la aplicación de las mismas está cerca de ser nula. Además la compra de una máquina podría suponer que en ese proceso incremente mucho la cantidad producida, pero los otros procesos no podrían ir al mismo ritmo, lo cual supondría que no se explotara al máximo la máquina adquirida.

Para hacernos una idea rápida de la repercusión de las medidas adoptadas, vamos a comparar el tiempo total que se invierte en la planta para la producción de un lote. Para esto, hay que sumar el tiempo de los tres procesos. Este tiempo se comparará con el tiempo ahorrado con la aplicación de las mejoras a lo largo de los 3 procesos de limpieza y obtendremos el porcentaje en el que disminuimos el tiempo de parada de máquinas para realizar sus respectivas limpiezas.

Limpieza de mezclador “V”: 2h

Limpieza de comprimidora: 6h

Limpieza de máquina de recubrimiento: 6h

Tiempo total de limpieza : 16h

Tiempo ahorrado en limpieza mezclador “V”: 48min

Tiempo ahorrado en limpieza de comprimidora : 40 min

Tiempo ahorrado en limpieza máquina recubrimiento: 105 min

Tiempo ahorrado total en las limpiezas : 193 min = 3h, 13 min.

Porcentaje de tiempo ahorrado = $(3h, 13min / 16h) \times 100 = (193 \text{ min} / 960 \text{ min})$

$\times 100 = 20,10 \%$



13-GASTOS

Hay gran cantidad de mejoras que no supondría gasto su aplicación directamente, pero si desde el punto de vista que sería necesario la incorporación de otra persona más al personal de limpieza. Hay que tener en cuenta que a continuación vamos a contemplar los gastos derivados de la aplicación de todas las mejoras que se cree que son necesarias. Tanto las mejoras cuya finalidad es ahorrar tiempos, como aquellas cuya finalidad es mejorar la salud laboral de los trabajadores, así como su ergonomía.

GASTOS EN EL MEZCLADOR “V”

MEJORA V3

Armario con herramienta y colocar bobinas de papel en cada sala.

-bote con difusor para alcohol.....	5€
-portabobinas de papel para pared x2.....	60€
-juego de destornilladores.....	25€
-llaves.....	20€
-armario herramienta.....	150€
	260€

Precio total para todas las salas de comprimir:
260€/sala x 4 salas = 1040€

MEJORA V4

Juntas de agua para el lavado del mezclador.

-juntas de agua.....	250€
----------------------	------

Precio total para todas las salas de comprimir:
250€/sala x 4 salas = 1000€

MEJORA V5

Limpieza del interior del mezclador con la máquina karcher.

-máquina karcher.....	1400€
-----------------------	-------



GASTOS EN COMPRIMIDORAS:

MEJORA C1

Armario con herramientas, y colocación de papel en cada sala.

-bote con difusor para alcohol.....	5€
-portabobinas de papel para pared x2.....	60€
-desatascador de matrices (viene con la máquina).....	0€
-juego de destornilladores.....	25€
-juego de llave allen.....	10€
-armario herramienta.....	150€
	250€

Precio total para todas las salas de comprimir:

$$250\text{€/sala} \times 9 \text{ salas} = 2250\text{€}$$

MEJORA C2

Uso del destornillador eléctrico.....150€

Precio total para todas las salas de comprimir:

$$150\text{e/sala} \times 9 \text{ salas} = 1350\text{€}$$

MEJORA C3

Instalar colgadores para rodadores en cada sala.

-colgador.....20€

Precio total para todas las salas de comprimir:

$$20\text{€/sala} \times 9 \text{ salas} = 180\text{€}$$

MEJORA C4

Colocar juntas estancas tolva del bidón-máquina comprimidora.

-juntas.....180€

Precio total para todas las salas de comprimir:

$$180\text{€/sala} \times 9 \text{ salas} = 1620\text{€}$$

MEJORA C5

Adquisición de un desempolvador de recambio.

Desempolvador6500€

MEJORA C8

Matricería con punzones multicabeza. Esta medida afecta a la velocidad de producción del lote, pero no al tiempo de parada de la máquina para limpiar, así que consideraremos éste gasto a parte del resto. No se puede calcular el gasto porque se irán adquiriendo éstas matricerías poco a poco en los productos que se vea viable.

**MEJORA C9**

Máquinas comprimidoras con torretas intercambiable. Esta medida si afecta al tiempo de parada de la máquina para limpiar, pero consideraremos éste gasto a parte del resto. No se puede calcular el gasto porque se irán adquiriendo éstas máquinas poco a poco cuando se deterioren las actuales.

MEJORA C10

Cambiar el orden de las máquinas en las salas de compresión. Ésta medida tampoco se va a tener en cuenta el gasto porque no es una medida de las adoptadas para reducir tiempos, sino para cumplir mejor con la normativa de la producción.

-soporte móvil con altura regulable.....4500€

Precio total para todas las salas de comprimir:

4500€/sala x 9 salas = 40500€

MEJORA C11

Instalación de una máquina pulidora para la punzonaría.

Ésta medida no afecta al tiempo de parada de la máquina para limpiar, pero reducirá los tiempos de la producción. No podemos calcular el tiempo exacto que se ganará, y como no afecta directamente al tiempo de parada de la máquina, también consideraremos éste gasto aparte.

-máquina pulidora.....24000€

MEJORA C12

Uso del carro nuevo.

-carro.....4000€

GASTOS EN RECUBRIMIENTO:**MEJORA R2**

Armario con herramientas, y colocación de papel en cada sala.

-bote con difusor para alcohol.....5€

-portabobinas de papel para pared x2.....60€

-juego de llaves.....10€

-llaves específicas.....0€

-armario herramienta.....150€

Precio total para una sala.....250e

Precio total para todas las salas de comprimir:

250€/sala x 3 salas = 750€

MEJORA R5

Carro elevador.....6200€

**MEJORA R7**

Ampliación de los desagües.....12000€

TOTAL DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORAS:

1040+1000+1400+2250+1350+180+1620+6500+40500+24000+4000+750+6200+12000=
102790€

MANO DE OBRA:

La colocación por el personal de mantenimiento de los soportes para el papel y de los armarios para la herramienta en las salas no supone gasto, ya que hay personal destinado a esas tareas.

GASTOS INGENIERÍA:

Tres meses de trabajo x 1500e/mes.....4500€

GASTO INCREMENTO PERSONAL DE LIMPIEZA Y DE MOVIMIENTOS INTERNOS:

Una persona a jornada completa 34000 €/año.

GASTO TOTAL DEL PROYECTO:

102790+4500=107290€+ 18000 €/año.

*NOTA1: las mejoras que no aparecen en este apartado es debido a dos razones, o se descartan por no ser viables, como las mejoras C14 y R3, o porque no suponen ningún gasto, como es el caso del resto de las mejoras que se omiten en éste apartado.



14-CONCLUSIONES

Para realizar este proyecto de mejora de la producción en la planta de sólidos de una empresa farmacéutica, nos hemos centrado en disminuir el tiempo de parada de las máquinas. Viendo que la mayor parte del tiempo de parada de las máquinas, es el tiempo dedicado a la limpieza de las mismas, nos hemos centrado en estudiar el proceso llevado a cabo por los operarios en dichas limpiezas.

Se ha llevado a cabo un estudio de los tiempos de las tareas de limpieza realizadas por los operarios, basándonos en la técnica del S.M.E.D. El estudio ha consistido en la grabación de todas y cada una de las tareas realizadas por los operarios en la limpieza de las máquinas para realizar su posterior estudio de tiempos. Una vez realizado el exhaustivo estudio de tiempos se ha procedido al diseño de mejoras para conseguir una reducción del tiempo de limpieza de maquinaria, y si es posible también mejorar la comodidad y ergonomía de los operarios.

Para finalizar se ha calculado el porcentaje de tiempo que se ahorrará con la aplicación de dichas mejoras.

A continuación, comparamos los gastos producidos, en la aplicación de las mejoras que tienen como fin reducir el tiempo de limpieza de maquinaria, con el incremento de ingresos que dicho ahorro de tiempo produciría para la empresa. Demostrando así la viabilidad de las mejoras, así como su tiempo de amortización.

INVERSIÓN EN MEJORAS DE REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE LIMPIEZA:

En este apartado hemos sumado los gastos derivados de la aplicación de aquellas mejoras destinadas a acortar los tiempos de limpieza de maquinaria. A lo largo del proyecto también hemos nombrado diversas mejoras ergonómicas, de salud laboral, o de mejora del proceso, pero no van a tenerse en cuenta en este balance, por tener otros fines diferentes al de mejorar la producción, o sencillamente por no poderse efectuar el cálculo exacto de la mejora de tiempos que su aplicación produciría. A continuación enfrentamos los gastos invertidos en las medidas destinadas a acortar los tiempos de limpieza de maquinaria, con el tiempo que se ahorra con la aplicación de dichas medidas y las ganancias que este tiempo supondría en la empresa.

GASTOS:

-Contratación de una persona para solapar tareas de limpieza y tareas de movimientos internos.....	34000€
-mejora V3.....	1040€
-mejora C1.....	2250€
-mejora C2.....	1350€
-mejora C3.....	180€
-mejora C4.....	1620€
-mejora C5.....	6500€
-mejora R2.....	750€
-mejora R7.....	12000€
Total.....	59690€



Existen más mejoras explicadas anteriormente también destinadas a la reducción de los tiempos de limpieza pero no las nombramos en éste apartado por tener gasto cero o por optar por su no aplicación.

GANANCIAS:

Con la aplicación de las mejoras se consigue disminuir el tiempo de parada en máquina en 1934h, 31min, 40s al cabo de un año. Teniendo en cuenta que para fabricar un lote completo de producto, ha de pasar por los tres procesos de la planta de sólidos, necesitando para completarlos, una media de 17horas (3 horas de mezclado, 7 horas de compresión y 7 de recubrimiento) calculamos el incremento de la producción que supondría para la empresa, dividiendo las horas ahorradas debido a la aplicación de las mejoras, por las horas que cuesta elaborar un lote. Obteniendo así el número de lotes que se podría incrementar anualmente la producción.

$$1934h / 17h/lote = 113,7 \text{ lotes}$$

Para poder transformar este dato a euros, multiplicamos el número de lotes que se incrementaría la producción anualmente, por los euros que gana la empresa de media con cada lote producido, que se ha estimado en 6000 euros.

$$113,7 \text{ lotes} * 6000\text{€/lote} = 6822200 \text{ € anuales.}$$

Esta cifra no es totalmente real, ya que de todo el tiempo ganado debido a las mejoras, no se emplearía la totalidad en producir, parte del mismo se emplearía en limpiezas, ya que al incrementar el número de lotes incrementaría también el número de limpiezas. Por esto mismo aplicamos a la cifra obtenida de ganancias un factor de corrección, estimando que la cuarta parte del tiempo ahorrado, será usado en limpieza de máquinas. Quedando finalmente las ganancias obtenidas de la siguiente manera.

$$6822200 \text{ €} / 4 = 1705550 \text{ €}$$

Si enfrentamos los gastos y el aumento de ingresos debido a las mejoras en un año vemos que se amortiza el ejercicio con creces antes de que finalice el primer año.

$$59690 \text{ € de inversión} / 1705550 \text{ € de ganancia al primer año} * 100 = 3,5 \%$$

Se demuestra que los gastos suponen el 3,5 % de las ganancias que se producirían en un año.



15-BIBLIOGRAFÍA

-Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril B.O.E. nº97, de 23 de abril.

Pamplona junio 2011