

CAPÍTULO 4

RESULTADOS: MEJORAS DERIVADAS DEL VALUE STREAM MAPPING

4.1. LOOP PROCESOS MARCAPASOS

Antes de establecer cómo se van a desarrollar las mejoras, se deben separar los flujos por *loops* o segmentos referidos a una misma o mismas mejoras. De esta manera, su aplicación resulta más sencilla y no se pierde visión de conjunto.

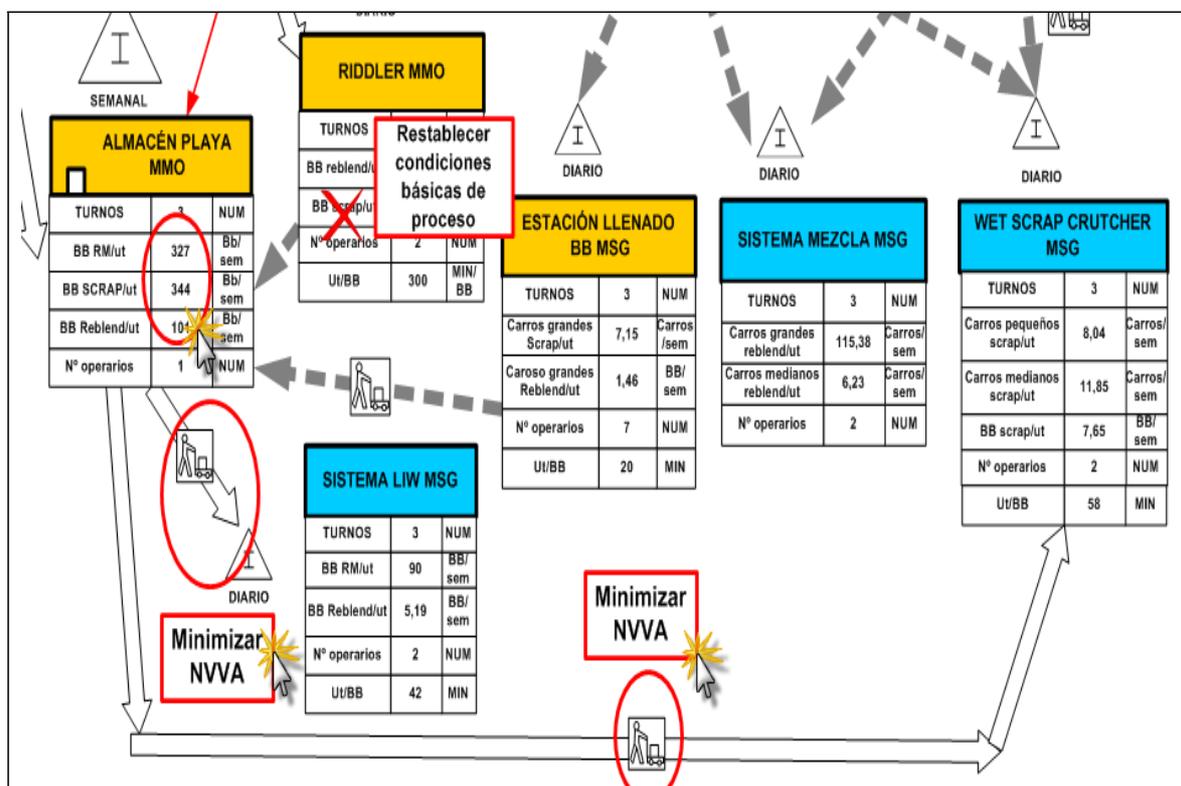


Fig. 29. *Procesos marcapasos Value Stream Mapping*

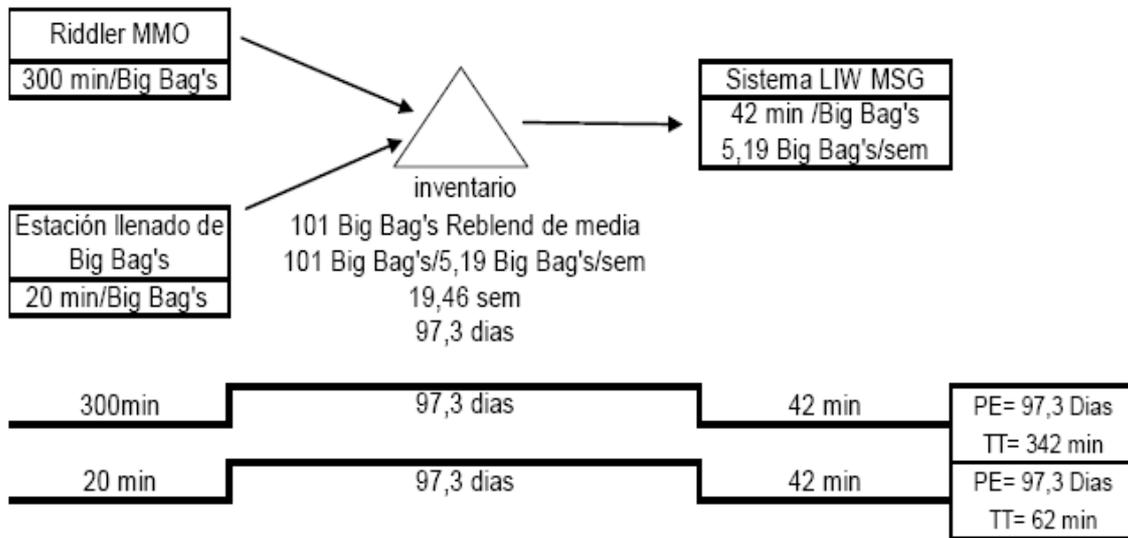
Este loop incluye:

- Centros de consumo de Big Bag's de Reblend y Scrap mediante sistema LIW y sistema Wet Scrap Crutcher.
- Estación de llenado de Big Bag's
- Inventario de Almacén playa de Big Bag's de Reblend y Scrap

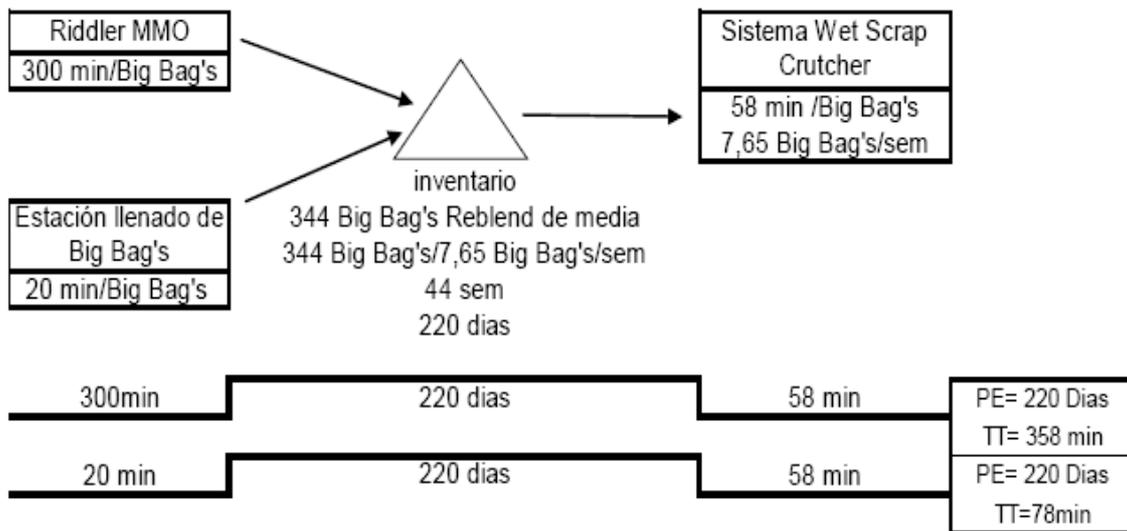
4.1.1. ANÁLISIS DE LOOP

Con los datos que se han obtenido (cabe recordar su carácter orientativo), se dibuja lo que se conoce como **línea de tiempo** por debajo de las casillas de proceso y triángulos de inventario; De esta manera, se puede calcular el plazo de entrega o tiempo que tarda un Big Bag en recorrer la cadena.

Línea de tiempo del flujo de Big Bag's de Reblend



Línea de tiempo del flujo de Big Bag's de Scrap



Los plazos de entrega que representan los inventarios, se calculan dividiendo la cantidad de elementos del inventario por el número de elementos por unidad de tiempo que pide el cliente. En este caso, el plazo de entrega de los Big Bag's de Reblend o Scrap, se calcula dividiendo el número medio de Big Bag's que se almacenan en Almacén playa entre el número de Big Bag's por semana que reciclan los sistemas LIW o Wet Scrap Crutcher.

Se observa que mientras el tiempo de transformación o gestión de los palets no supera las 5 horas (en el caso que provengan del Riddler de MMO), el tiempo que tarda un Big Bag desde su generación hasta su consumo llega a los 97,3 días en el caso de Big Bag's de Reblend y a casi 220 días en el caso de Big Bag's de Scrap.

4.1.1.1. PROBLEMÁTICA ASOCIADA AL RECICLAJE DE BIG BAG'S DE REBLEND

Los Big Bag's de Reblend provienen del Riddler de MMO siendo de marcas de cualquier tipo, o de la estación de llenado de Big Bag's siendo de marcas de baja rotación. Ambos tipos son almacenados en el Almacén playa a la espera de ser reclamados para su reciclaje en marcas compatibles. El encargado de suministrar estos Big Bag's desde Almacén playa hasta MSG es el torero de Almacén playa, que prioriza el suministro de primeras materias, dejando en último término el de intermedios. Por esta razón, en múltiples ocasiones, desde que se demanda un Big Bag de intermedio hasta que es suministrado pasa un tiempo excesivo, sucediendo incluso que la marca en la que podría ser reciclado haya acabado su turno de producción. En ocasiones, la orden de suministro de intermedios no se ejecuta.

En el caso de que finalmente el Big Bag sea suministrado a MSG, la gestión del mismo desde que se recoge hasta que se deposita en el Sistema LIW no es óptima, tal y como demuestran los análisis del apartado siguiente.

4.1.1.2. PROBLEMÁTICA ASOCIADA AL RECICLAJE DE BIG BAG'S DE SCRAP

Los Big Bag's de Scrap provienen del Rotex de PSG, del Riddler de MMO y de los carros grandes ensacados en la estación de llenado de Big Bag's. En este caso, a la problemática de la gestión del suministro (igual que para los Big Bag's de Reblend), se une el hecho de estar a la cola en la lista de prioridades a la hora de ser reciclado en el sistema Wet Scrap Crutcher, de uso común para todas las unidades logísticas de Scrap.

Analizando las siguientes gráficas relativas al consumo de Big Bag's de Scrap y a su generación a partir de la estación de llenado de Big Bag's, se observa que:

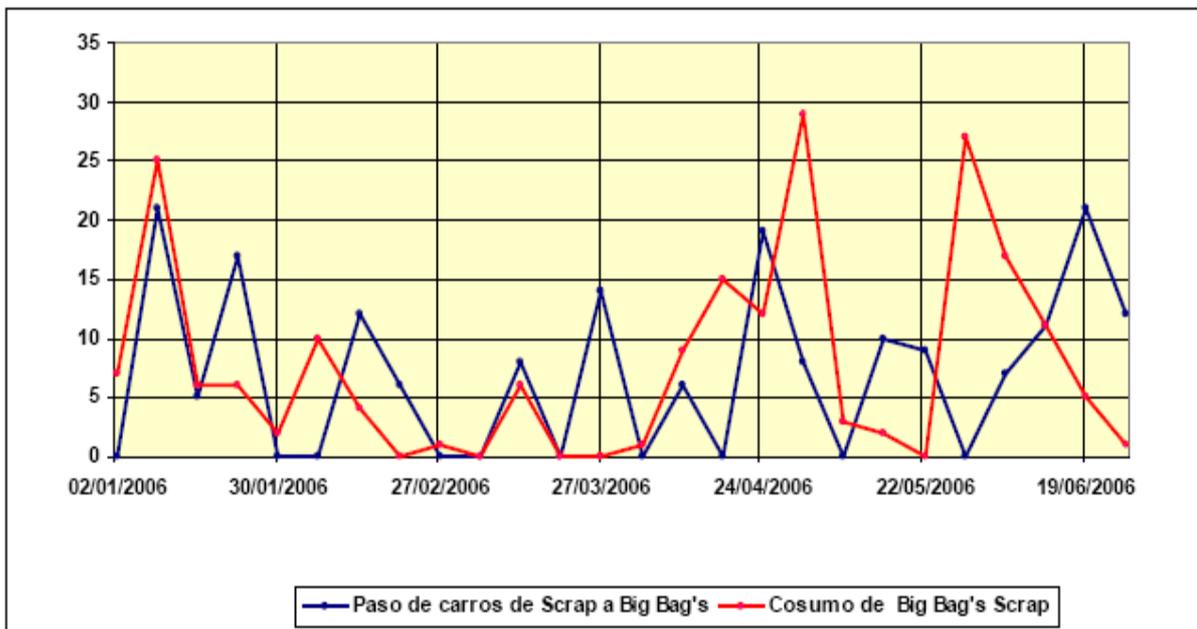


Fig. 30. No sincronización entre generación y consumo.

Tanto la generación como el consumo presentan una gran irregularidad (\cong dispersión) a lo largo de las semanas. La desviación estándar en ambos casos es elevada:

$\mu_{\text{paso de carros a BB}} = 7,15$	$\mu_{\text{consumo de BB}} = 7,65$
$S_{\text{paso de carros a BB}} = 7,10$	$S_{\text{consumo de BB}} = 8,60$

El caso de la dispersión en la generación de Big Bag's de Scrap a partir del vaciado de carros grandes, depende tanto de los errores producidos durante la producción como de las necesidades de carros disponibles para producciones venideras, por lo que su control resulta complejo y escapa a los objetivos del estudio. La dispersión, en el caso del consumo de Big Bag's, se debe a las causas indicadas anteriormente (dificultad de suministro y sistema de prioridades).

Además de la irregularidad de los procesos, éstos no están sincronizados; Ambas incidencias son la causa de las continuas acumulaciones de inventario en Almacén playa.

Para los Big Bag's de Reblend la situación es análoga. En ambos casos resulta necesario que en el momento que las unidades sean reclamadas, se transfieran en el menor tiempo posible, optimizando la gestión de los mismos y minimizando tiempos de espera y demás actividades NVAA (Non Value Added Activities). También es esencial que la sincronización entre generación y consumo sea lo más elevada posible.

4.1.2. HERRAMIENTAS DE MEJORA

Para revisar un proceso y analizar cuáles son las actividades que aportan valor y las que no, existen múltiples herramientas. Entre las más comunes destacan: (Anexo D: Herramientas para eliminar NVAA)

- Filmación de los procedimientos: Filmación de los pasos que constituyen un procedimiento.
- Flow Chart: Representación gráfica de un proceso mediante símbolos específicos.
- Man-Machine Chart: Diagrama de Gantt en el que se indica mediante segmentos las operaciones y su duración.
- Travel Chart: Instrumento gráfico que representa el mapa del lugar de trabajo y en el que quedan reflejados todos los movimientos que se realizan para llevar a cabo una actividad.
- From/to matrix: Tabla en la que se indican las unidades (materiales, elementos etc.) que se intercambian entre dos procesos consecutivos o no.
- 5W + 1H: Expresión que proviene de la primera inicial de las siguientes palabras en inglés: What, Who, Where, When, Why, How.
- ECRS: Análisis cuyo nombre resume sus objetivos respecto las

actividades NVAA (Eliminar, Reducir, Combinar y Simplificar)

Para analizar el proceso de suministro de Big Bag's desde el Almacén hasta los centros de consumo, se considera oportuno aplicar: un 5W + 1H, un Flow Chart y un ECRS, pues son herramientas cuyo proceso de elaboración está ligado y sus resultados se complementan. Se realiza el mismo análisis para los Big Bag's generados en la estación de llenado de Big Bag's, que son transportados y almacenados en Almacén playa. Los tiempos incluidos son tomados cronometrando directamente los pasos a seguir en cada proceso.

4.1.2.1. ANÁLISIS 5W +1H SUMINISTRO DE BIG BAG'S DE REBLEND Y SCRAP DESDE ALMACÉN PLAYA HASTA 4ª/ 3ª PLANTA

Situación actual										
Actividad	¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	Tiempo estimado (s)	Distancia (m)	Problema	
1	Ver producción del día	Leer diario de producción y/o comunicarse con coordinador de turno	Tener conocimiento aproximado de las posibilidades de reciclaje mediante sistema LIW (4ª planta) de Big Bag's para Reblend o mediante el sistema Wet Scrap Crutcher (3ª planta) para los de Scrap.	Operario 4ª/3ª	3ª planta (Sala de Control)	Cada turno	Comunicación verbal (con coordinador) y escrita (diario de producción + SOP "hoja de reciclaje Big Bag's")	300	Ø	No preciso, se requiere experiencia
2	Comunicación con torero de MMO/operario suministro	Llamada para informar de los BB que requiere	Dar orden de suministro	Operario 4ª/3ª	3ª planta (Sala de Control)	Cuando se considere oportuno, según las producciones programadas	Comunicación telefónica	180	Ø	Tiempo excesivo de ejecución
3	Espera de suministro	Esperar a que torero realice su operación	El torero requiere un tiempo para recoger y transportar Big Bag's a la zona de suministro	Operario 4ª/3ª + torero MMO/operario suministro	4ª/3ª planta	Cuando lo requiera	Mediante apiladora eléctrica o carretilla retráctil	900 (15 min.)	700	Tiempo excesivo de ejecución
4	Subida del ascensor a 4ª/3ª PLANTA	Accionar montacargas	Estacionar en la planta requerida	Operario 4ª/3ª	4ª/3ª planta	Cuando Big Bag's solicitados estén en 1ª planta	Ø	0-60(4ª) 0-40(3ª)	Ø	Actividad sin valor añadido
5	Bajada operario a 1ª PLANTA	Accionar montacargas	Estacionar en la planta requerida	Operario 4ª/3ª	1ª planta	Cuando llegue el montacargas	Ø	60 (4ª) 40 (3ª)	Ø	Actividad sin valor añadido
6	Recoger BB	Desplazarse con transpaleta manual	Ubicarse en la zona de entrega de BB	Operario 4ª/3ª	1ª planta	El BB demandado se encuentre en el área prevista	Mediante transpaleta manual	30	35	Actividad sin valor añadido
7	Volver al ascensor con BB cargado	Desplazarse con transpaleta manual	Ubicarse en montacargas	Operario 4ª/3ª	1ª planta	Tras recoger BB	Mediante transpaleta manual	30	35	Actividad sin valor añadido
8	Depositar BB en el interior del montacargas	Maniobrar con transpaleta	Colocar BB en montacargas	Operario 4ª/3ª	1ª planta	Tras paso 8	Mediante transpaleta manual	5		Actividad sin valor añadido

9	Repetir 6+7+8 para el segundo BB	Bis 6+7+8	Bis 6+7+8	Operario 4º/3º	1ª planta		Mediante transpaleta manual	65	70	Actividad sin valor añadido
10	Subida operario a 4º/ 3ª PLANTA	Accionar montacargas	Subir a planta aditivos	Operario 4º/3º	4º/3ª planta	Una vez los dos Big Bag's están colocados en el montacargas	Montacargas	60 (4ª) 40 (3ª)		Actividad sin valor añadido
11	Sacar un BB y dejarlo en buffer	Ubicar BB en el espacio que le corresponde	Tener control sobre BB y no entorpecer paso de transpaleta ni operarios	Operario 4º/3º	4º/3ª planta	Tras paso 10	Mediante transpaleta manual	20-25	25	Actividad sin valor añadido
12	Volver a ascensor y recoger 2º BB y ubicarlo en buffer	Ubicar BB en el espacio que le corresponde	Tener control sobre BB y no entorpecer paso de transpaleta ni operarios	Operario 4º/3º	4º/3ª planta	Tras paso 11	Mediante transpaleta manual	25-30	40	Actividad sin valor añadido
13	Suministrar un BB al sistema LIW	Colocar Big Bag en el sistema LIW	Para hacer efectivo el reciclaje de su contenido.	Operario 4ª	4ª planta	Tras paso 12	SOP	755		Actividad requerida
13 bis	Suministrar un BB al sistema Wet Scrap Crutcher	Colocar Big Bag en el sistema Wet Scrap Crutcher	Para hacer efectivo el reciclaje de su contenido.	Operario 3ª	3ª planta	Tras paso 12	SOP	1800		Actividad requerida
						Suministro Big Bag's de Reblend		≈ 2500 (42 min.)		
						Suministro Big Bag's de Scrap		≈ 3485 (58 min.)		

Tabla 13. Análisis 5W + 1H suministro de Big Bag's de Reblend y Scrap.

Nota: El operario de 4ª planta es el encargado de la gestión de Big Bag's de Reblend. El operario de 3ª planta es el encargado de la gestión de Big Bag's de Scrap.

4.1.2.2. ANÁLISIS FLOW CHART: SUMINISTRO DE BIG BAG'S DE REBLEND Y SCRAP DESDE ALMACÉN PLAYA HASTA 4ª/ 3ª PLANTA

Actividad		Tiempo	 Operación	 Transporte	 Inspección	 Espera	 Almacenaje
1	Ver producción del día	300	X				
2	Comunicación con torero de MMO/operario suministro	180	X				
3	Espera de suministro	900 (15 min.)				X	
4	Subida del ascensor a 4ª /3ª PLANTA	0-60(4ª) 0-40(3ª)				X	
5	Bajada operario a 1ª PLANTA	60 (4ª) 40 (3ª)		X			
6	Recoger BB	30		X			
7	Volver a ascensor con BB cargado	30		X			
8	Depositar BB en el interior del montacargas	5		X			
9	Repetir 6+7+8 para el segundo BB	65		X			
10	Subida operario a 4ª/3ª PLANTA	60 (4ª) 40 (3ª)		X			
11	Sacar un BB y dejarlo en buffer	20-25	X				
12	Volver a ascensor y recoger 2º BB y ubicarlo en buffer	25-30	X				
13	Suministrar un Big Bag al sistema LIW	755	X				
13 bis	Suministrar un Big Bag al sistema Wet Scrap Crutcher	1800	X				

Suministro de Big Bag's Reblend	NVAA	1745 S / 2 BIG BAG'S	VAA	755 S
Suministro de Big Bag's Scrap	NVAA	1685 S / 2 BIG BAG'S	VAA	1800 S

Tabla 14. Análisis Flow chart suministro de Big Bag's de Reblend y Scrap

4.1.2.3. ANÁLISIS ECRS: SUMINISTRO DE BIG BAG'S DE REBLEND Y SCRAP DESDE ALMACÉN PLAYA HASTA 4ª/ 3ª PLANTA

Operación		Situación actual	Mejora					
Actividad	Problema	Eliminar	Combinar	Reducir	Simplificar	Idea	Objetivo	
1	Ver producción del día	No preciso, se requiere experiencia				X	Decisión automatizada	Reducir tiempo de consulta y aumentar
2	Comunicación con torero de MMO/operario	Tiempo excesivo de ejecución			X			
3	Espera de suministro	Tiempo excesivo de ejecución			X		Supermercado	Minimizar el tiempo de
4	Subida del ascensor a 4ª/3ª PLANTA	Actividad sin valor añadido			X		Plataforma hidráulica específica para Big Bag's	Evitar esperas debido a múltiple utilización del
5	Bajada operario a 1ª PLANTA	Actividad sin valor añadido	X				Plataforma hidráulica específica para Big Bag's	Eliminar desplazamientos innecesarios
6	Recoger BB	Actividad sin valor añadido	X				Proceso a eliminar con mejora punto 5	Eliminar actividades innecesarias
7	Volver a ascensor con BB cargado	Actividad sin valor añadido	X					
8	Depositar BB en el interior del montacargas	Actividad sin valor añadido	X					
9	Repetir 6+7+8 para el segundo	Actividad sin valor añadido	X					
10	Subida operario a 4ª /3ª PLANTA	Actividad sin valor añadido	X				Plataforma hidráulica específico para Big Bag's	Evitar esperas debido a múltiple utilización del ascensor
11	Sacar un BB y dejarlo en buffer	Actividad sin valor añadido				X		
12	Volver a ascensor y recoger 2º BB y ubicarlo	Actividad sin valor añadido				X		
13	Suministrar un Big Bag al sistema LIW/ sistema Wet Scrap Crutcher	Actividad requerida				X		

Tabla 15. Análisis ECRS suministro de Big Bag's de Reblend y Scrap

4.1.2.4. ANÁLISIS 5W +1H PASO DE CARROS GRANDES DE REBLEND Y SCRAP A BIG BAG'S

Situación actual										
Actividad	¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	Tiempo estimado (s)	Distancia (m)	Problema	
1	Preparación del Big Bag vacío (Colocar palets, colgar Big Bag, subir Big Bag y sellar boca de llenado, anotar fecha y hora del carro y tipología, dar orden de apertura del carro)		Disponibilidad de carros insuficiente	Operario 1ª/3ª	1º planta	Parada por falta de carros	∅	70	∅	∅
2	Llenado del Big Bag	Llenado del Big Bag's a partir de carros de Scrap o Reblend de la 2ª planta		Operario 1ª/3ª	1º planta	Tras paso 1	Sistema de pesaje y ensacado	240	∅	∅
3	Preparación Big Bag's llenos (Quitar sello y cerrar big-bag, calcular el PESO NETO, poner la etiqueta en el Big Bag en el porta documentos y grapar)		Identificación estándar	Operario 1ª/3ª	1º planta	Tras paso 2	∅	140	∅	∅
4	Dejar el Big Bag en el área asignada		Para poder ser recogido por el torero de Almacén playa	Operario 1ª/3ª	1º planta	Tras paso 3	Mediante transpaleta manual		35	Actividad sin valor añadido
5	Dejar el Big Bag en Almacén playa		Almacenaje de todos los Big Bag's intermedios	Torero MMO	Almacén playa	Tras paso 4	Mediante carretilla retráctil	755	700	Actividad sin valor añadido
						Llenado de Big Bag's	≅ 1.205 s (20 min.)			

Tabla 16. Análisis 5W +1H Paso de Carros grandes de Reblend y Scrap a Big Bag's

4.1.2.3. ANÁLISIS FLOW CHART Y ECRS: LLENADO DE BIG BAG'S DE REBLEND Y SCRAP EN ESTACIÓN DE LLENADO DE BIG BAG'S

Actividad	Tiempo	○ operación	➡ Transporte	□ Inspección	D Espera	▽ Almacenaje
1 Preparación del Big Bag vacío	70	X				
2 Llenado del Big Bag	240	X				
3 Preparación Big Bag lleno		X				
4 Dejar el Big Bag en el área	140		X			
5 Dejar el Big Bag en Almacén playa	755		X			
Llenado de Big Bag		NVAA	895 S	VAA	310 S	

Operación	Situación actual	Mejora					
		Eliminar	Combinar	Reducir	Simplificar	Idea	Objetivo
1 Preparación del Big Bag vacío	∅						
2 Llenado del Big Bag	∅						
3 Preparación Big Bag's lleno	∅						
4 Dejar el Big Bag en el área asignada	Actividad sin valor añadido			X		Supermercado	Eliminar desplazamientos innecesarios
5 Dejar el Big Bag en Almacén playa	Actividad sin valor añadido			X			Eliminar desplazamientos innecesarios

Tabla 17. Análisis Flow Chart y ECRS: Llenado de Big Bag's de Reblend y Scrap en estación de llenado de

Big Bag's

Una vez analizados los procesos de suministro de Big Bag's de Scrap y Reblend y de llenado en la estación de Big Bag's, se observa que son actividades en las que el tiempo dedicado a actividades NVAA es considerable.

En el caso de suministro de los Big Bag's intermedios desde Almacén playa, las actividades sin valor añadido suponen un 69,8% del tiempo invertido en el caso de Big Bag's de Reblend y un 48,35% en el caso de Scrap. En la operación de llenado de Big Bag's mediante la ensacadora, un 74,27% del tiempo es dedicado a actividades sin valor añadido.

Para paliar estas ineficiencias, y a partir de los análisis ECRS, se consideran las siguientes propuestas:

- Supermercado
- Automatización en la selección Big Bag's de Reblend o Scrap
- Montacargas exclusivo para Big Bag's (el actual ascensor puede alojar como máximo: 2 Big Bag's ,1 operario de aditivos y transpaleta manual)

4.1.3. PROYECTO 1: SUPERMERCADO DE BIG BAG'S DE SCRAP Y REBLEND

Mediante los análisis realizados, se puede deducir que gran parte de los pasos que no ofrecen valor añadido a esta actividad (NVAA), se deben a que la distancia entre Almacén playa y el centro de consumo de Big Bag's es muy elevada.

Ya que los centros de consumo se han calificado como procesos marcapasos, es importante que el flujo de Big Bag's hacia ellos sea lo más efectivo posible.

Aunque la implementación del supermercado se proyecta principalmente para mejorar el suministro de Big Bag's de intermedios a MSG, éste también ofrece la posibilidad de disminuir el tiempo invertido en el traslado de Big Bag's generados en la "estación de llenado de Big Bag's" de MSG hasta el Almacén playa, tal como indica el flujo parcial E2. Calidad MSG supone el mayor porcentaje de generación de Big Bag's intermedios.

Un "supermercado", tradicionalmente diseñado según la utilización de tarjetas Kanban. En el presente caso se deben responder las siguientes cuestiones:

- Tamaño de los Big Bag's y espacio para su manipulación

El tamaño de los Big Bag's, incluyendo los palets de madera (1.000 x 1.200 mm) que se transportan mediante apiladoras eléctricas o carretillas retráctiles, supone un volumen de aproximadamente 1,5 m³. Los sistemas de transporte que se utilizan para desplazarlos requieren también de un espacio físico (ancho de pasillo) para poder circular y maniobrar con seguridad.

El único espacio disponible para poder almacenar una cantidad mínima de Big Bag's se encuentra en la 1^o planta de MSG, al lado del horno de la torre y directamente enfrente a una de las salidas del departamento de MMO. En realidad,

este espacio resulta de paso para el transporte de Big Bag's de RM e intermedios desde Almacén playa hasta MSG y su adaptación a supermercado resulta una evolución casi natural.

- Variedad en la tipología de lo Big Bag's y frecuencia de generación

Existen 2 tipologías de Big Bag's ya mencionadas: Scrap y Reblend. Sin embargo, de Reblend o mezcla existe una subdivisión mayor que abarca todas las "marcas de proceso" y que se extiende a varias decenas.

- Utilidad de las tarjetas Kanban

Cada uno de los Big Bag's, al igual que el resto de unidades de almacenamiento y transporte (carros grandes, medianos y pequeños), presentan una tarjeta de identificación en la que se señala su contenido, procedencia, fecha de generación etc. La incorporación de un nuevo tipo de tarjetas no hará sino más difícil su gestión y manipulación por parte de los operarios. (Anexo E: Identificación de Big Bag's y carros). A partir de esta información, se deduce que la forma idónea para diseñar este espacio sería un "**pasillo PEPS o FIFO**" en vez de un "supermercado" tradicional.

4.1.3.1. DISEÑO DEL PASILLO FIFO.

En resumen, las limitaciones del flujo en estudio que hacen que sea lógica la utilización de un pasillo FIFO son las siguientes:

- Espacio limitado para almacenar Big Bag's
- Gran número de tipologías de Big Bag's
- No eficacia en la utilización de tarjetas Kanban

El espacio disponible de 227,47 m² con altura útil de 5 m.

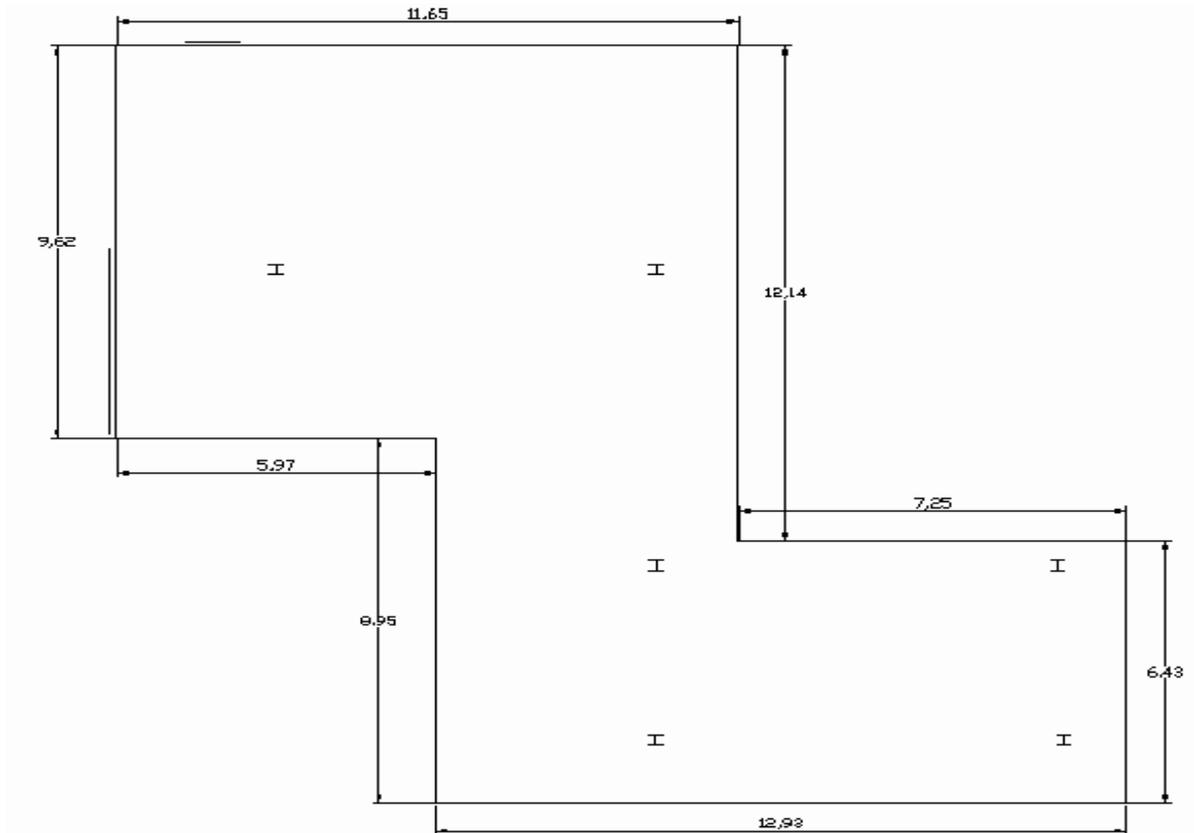
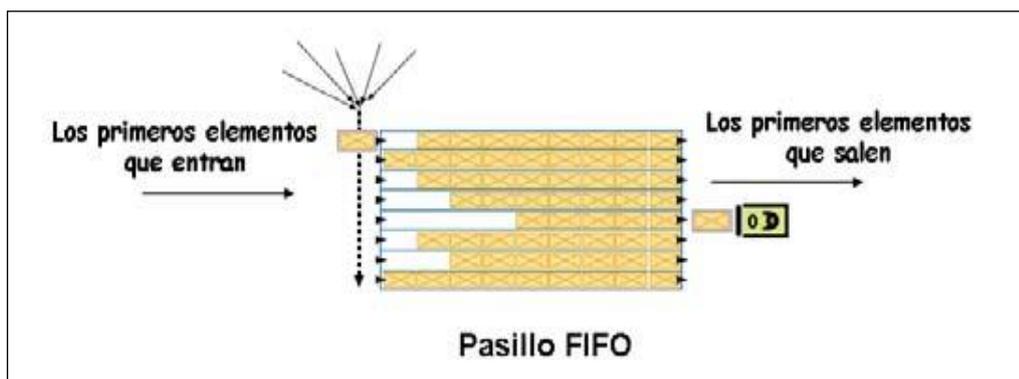


Fig. 31. Superficie disponible para pasillo FIFO

Determinado el espacio donde se ubicará el pasillo FIFO, se debe establecer su diseño de manera que se permita la reposición y suministro de Big Bag's según reglas FIFO. Si el espacio disponible fuera lineal, la distribución de Big Bag's podría ser como la representada en la siguiente figura.



Sin embargo, al ser una zona por la que circula personal y carretillas y tener una superficie reducida y escalonada, hace que el diseño no resulte tan evidente. Una posible solución es establecer dos zonas de almacenaje, una ubicada contigua a la entrada principal (espacio A), y otra a 90° (espacio B).

En cada uno de estos espacios (todavía sin delimitar), se puede instalar un almacén independiente. Para el diseño de almacenes existen muchas posibilidades, según las necesidades del almacenaje. (Anexo H.1: Sistemas de almacenaje)

CARACTERÍSTICA	SISTEMA DE ALMACENAJE					
	Sin estantería	Estantería convencional	Estantería compacta	Estantería almacenaje dinámico	Almacenaje de gran altura	Estantería móvil
Inversión	Nula	Baja	Media	Media	Máximo	Alta
Número de referencias (Acceso individual a cada carga)	Mínimo	Máximo	Bajo	Medio	Máximo	Máximo
Aprovechamiento del volumen	Máximo	Medio	Máximo	Máximo	Alto	Máximo
Orden de entrada y salida	LIFO	A elegir	LIFO o a elegir	FIFO	A elegir	A elegir
Flexibilidad de la instalación	∅	Máxima	Media	Alta	Nula	Media
Impacto mano de obra	Máximo	Bajo	Alto	Bajo	Nulo	Bajo
Aplastamiento de mercancía	Máximo	Nulo	Alto	Nulo	Nulo	Nulo
Velocidad de recuperación/ inserción de la mercancía	Máximo	Media	Mínima	Alta	Máxima	Mínima

Tabla 18 Tipologías de almacenes

Teniendo en cuenta las características resumidas en la tabla anterior, se pueden descartar directamente aquellas soluciones que son inviables debido a las dimensiones de la zona de almacenaje (almacenaje de gran altura), las que no permitan una gestión FIFO de los Big Bag's (almacenaje sin estanterías) y las que supongan un alto peligro de aplastamiento de la carga (estantería compacta).

Las posibilidades se reducen a estantería convencional, almacenaje dinámico por gravedad y almacenaje mediante estantería móvil. Considerando el escaso espacio disponible, instalar una estantería convencional, basada principalmente en la ocupación del perímetro, más estantería dobles centrales, no es la solución óptima (Fig. 31). Ante la gran similitud de prestaciones que ofrecen las dos alternativas restantes, el **almacenaje dinámico** es el más adecuado; No tan solo la inversión es menor sino que este tipo de almacenaje resulta muy indicado como conexión entre dos zonas de trabajo.

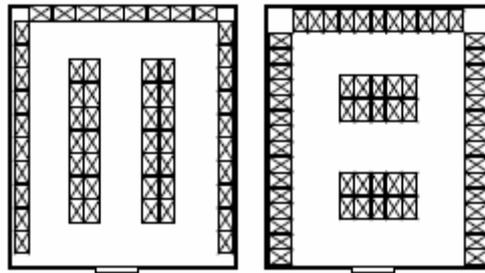


Fig. 3 2 . Distribución en planta de estanterías convencionales

Habitualmente, los almacenes dinámicos se emplean para pulmones de grandes dimensiones y alta rotación de elementos, pues permiten una gran densidad de almacenaje gracias a su diseño compacto con varios niveles. En este caso, se utiliza la tecnología de los almacenes dinámicos, adaptándola a las limitaciones comentadas. Esta tecnología se basa en la utilización de estanterías con una ligera inclinación que permite el desplazamiento rodado de los palets de forma segura y estable.

Los palets se colocan por la zona más elevada; éstos se desplazan hacia abajo sin llegar a impactar en los palets ya almacenados (sistema de rodillos de seguridad), para ser finalmente recogidos por la zona baja del almacén. Cada vez que se retira un palet, los anteriores se desplazan una posición de manera que asegura el suministro FIFO de cada elemento.

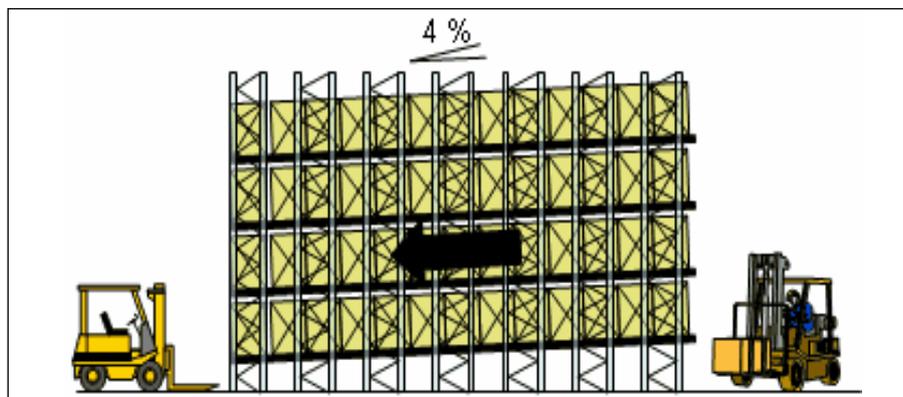


Fig. 3 3 . Almacenaje FIFO (www.interroll.com)

Los elementos básicos para la instalación de estos almacenes son 5: (Anexo H.2: Almacenaje dinámico)

1. Una construcción estática con la inclinación adecuada (4%) de las vías de rodillos.
2. Alta capacidad de carga de las vías que permita el flujo de los palets de forma precisa y estable.
3. Controladores de velocidad para cargas de hasta 1,2 toneladas por palets. Máxima velocidad constante 0.3 m/s.
4. Separadores de seguridad.

5. Plataformas de almacenaje (palets) adecuadas para el desplazamiento sobre las vías de rodillos.

Para poder instalar una estructura de almacenaje dinámico, se requiere espacio suficiente para que las carretillas maniobren tanto por delante como por detrás de la misma. Considerando los dos espacios definidos anteriormente:

Espacio A, presenta una superficie disponible de $11,65 \times 9,62 \text{ m} = 112,07 \text{ m}^2$. Se elimina el espacio necesario para que una carretilla circule y se posicionen delante y/o detrás de la estructura. Ancho de pasillo necesario 2,5 m (zona delantera y trasera), 2,3 m (zona lateral). Altura máxima a la que accede 5,2 m. de manera que el espacio útil será de $(11,65-2,3) \times (9,62-5) = 9,35 \times 4,62 = \mathbf{43,20 \text{ m}^2}$.

Con una longitud de fondo de 4,62 m y una inclinación necesaria de 4% la altura del primer nivel se eleva a:

$$\frac{(4\% \text{ inclinación})}{0,18 \text{ m}} + \frac{(\text{altura del palet GKN Chep})}{0,162 \text{ m}} + \frac{(\text{altura máxima Big Bag})}{1,5 \text{ m}} = 1,85 \text{ m}$$

Sabiendo la altura máxima de este primer nivel, se añade un segundo que únicamente comprenderá la altura máxima de un Big Bag más la altura del palet, suponiendo una altura total del conjunto por su parte más elevada de 3,51 m.

El espacio necesario para la colocación de cada palet (se depositan y recogen desde el lado de 1.000 mm), más el espacio de la estructura que separa cada carril y la mínima separación entre palets que permite el sistema de seguridad del almacén dinámico, supone una superficie de $1.200 \times 1.400 \text{ mm} (\mathbf{1,68 \text{ m}^2})$.

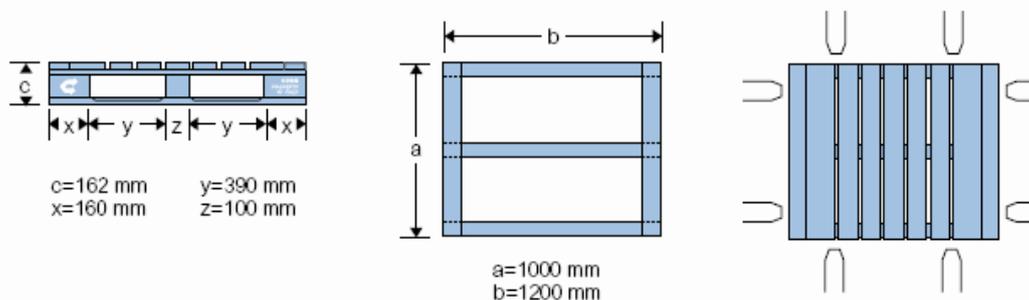


Fig. 34 . Paleta CHEP 1.200 x 1.000 mm (www.chep.com).

Por lo que el número de Big Bag's almacenables en este espacio A es de 42, distribuidos **en 14 carriles (7 en cada nivel) de 3 Big Bag's cada uno**.

Espacio B, presenta una superficie disponible de $12,93 \times 6,43 \text{ m} = 83,14 \text{ m}^2$. Se elimina el espacio necesario para que una carretilla circule y se posicionen delante y/o detrás de la estructura.

Ancho de pasillo necesario 2,5 m (zona delantera y trasera), 2,3 m zona lateral. Altura máxima a la que accede 5,2 m. De manera que el espacio útil será de $(12,93-5) \times$

$$(6,43-2,3)=7,93 \times 4,13 = \mathbf{32,75 \text{ m}^2}.$$

Con una longitud de fondo de 7,93 m y una inclinación necesaria de 4% la altura del primer nivel se eleva a:

$$\frac{(4\% \text{ inclinación})}{0,30 \text{ m}} + \frac{(\text{altura del palet GKN Chop})}{0,162 \text{ m}} + \frac{(\text{altura máxima Big Bag})}{1,5 \text{ m}} = 1,96 \text{ m}$$

Como en el espacio A, se añade un segundo nivel que supone una altura de conjunto de 3,64 m. El número de Big Bag's almacenables en este espacio B es de 30, distribuidos **en 6 carriles (3 en cada nivel) de 5 Big Bag's cada uno.**

4.1.3.2. DISTRIBUCIÓN DE BIG BAG'S EN EL PASILLO FIFO.

Una vez conocido el lugar donde ubicar este pasillo, cabe determinar cómo se van a distribuir los Big Bag's dependiendo de su tipología. Observando las gráficas sobre la evolución semanal de inventario de Reblend y Scrap:

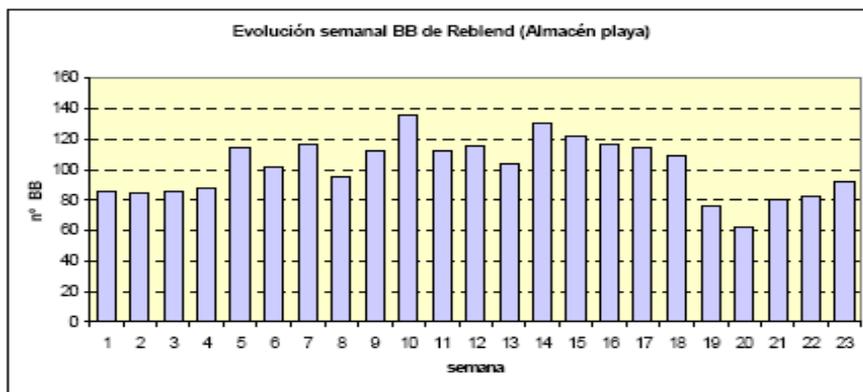


Tabla 19. Evolución semanal Big Bag's de Reblend en Almacén playa Enero a Junio 2006.

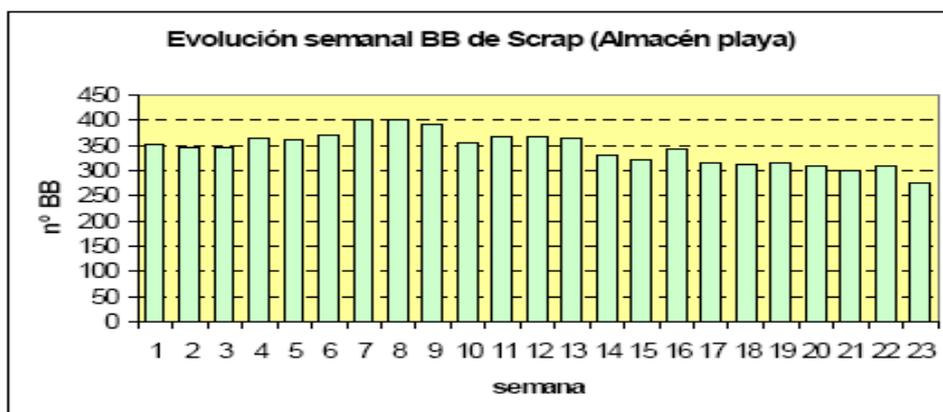


Tabla 20. Evolución semanal Big Bag's de Scrap en Almacén playa Enero a Junio 2006.

La mayor parte de Big Bag's de intermedios pertenecen a Scrap. La media semanal de Big Bag's intermedios inventariados en Almacén playa es de 101 Big Bag's de Reblend /sem (23%) y 344 Big Bag's de Scrap/sem (77%). Parecería lógico destinar tales porcentajes en la distribución de Big Bag's en el pasillo FIFO, sin embargo cabe recordar que la mejor manera de optimizar el flujo es adaptándose a

los centros de consumo o marcapasos e ir modificando estos porcentajes a medida que se optimiza el suministro.

Contenido	Unidad logística	Generación	Acumulación de inventario	Consumo
Reblend	Big Bag's centro de llenado	1,46 carros/sem	Almacén playa buffer 500 bb Inventario 101 bb/sem	5,19 Big Bag's /sem
Reblend	Big Bag's Riddler MMO	22 Big Bag's /mes \cong 5,11 Big Bag's /sem		
Scrap	Big Bag's centro de llenado	7,15 carros/sem	Almacén playa buffer 500 bb Inventario 344 bb/sem	7,65 Big Bag's /sem
Scrap	Big Bag's Rotex PSG	x		
Scrap	Big Bag's Riddler MMO	3 Big Bag's/mes		

Tabla 21. Resumen promedios de generación y consumo.

Como la procedencia de los Big Bag's se debe principalmente al Riddler de MMO y al centro de llenado, se asignan espacios diferentes para cada origen de manera que también se minimiza parte del tiempo destinado al desplazamiento de Big Bag's desde MSG a Almacén playa y viceversa (indicado en el ECRS del proceso de llenado de Big Bag's).

Cabe recordar que en el análisis 5W + 1H de suministro de Big Bag's, se ponía de manifiesto la necesidad de automatizar la decisión de elegir qué tipo de Big Bag's de Reblend se iban a consumir durante el turno (marcas A, B o C), por lo que adoptar una estrategia de distribución agrupando los Big Bag's por compatibilidades de consumo es una opción que permite obviar este primer paso de decisión.

Considerando estas premisas junto con las dos procedencias mayoritarias (Riddler de MMO y MSG estación de llenado de Big Bag's) la distribución escogida es la siguiente:

Espacio A. Scrap ocupa el 60 % de los espacios: 42 espacios en 14 carriles (Espacio A completo)

- Nivel 1 + 4 carriles de Nivel 2 destinados a la reposición por parte de MSG estación de llenado de Big Bag's y PSG Rotex de empaque.
- 3 carriles restantes de Nivel 2 destinados a reposición por parte de MMO Almacén playa.

Espacio B. Reblend ocupa 40% de los espacios: 30 espacios en 6 carriles (Espacio B completo)

- Nivel 2 + 2 carriles de Nivel 1 destinados a la reposición por parte de MMO Almacén playa. El Nivel 1 se destina a Reblend de marcas A, un carril de Nivel 2 a marcas B y el restante carril de Nivel 2 de Reblend de marcas C.

- 1 carril restante de Nivel 1 destinado a la reposición por parte de MSG estación de llenado de Big Bag’s. Este carril podrá ser de marcas B o C indistintamente, pues ambas son de baja rotación.

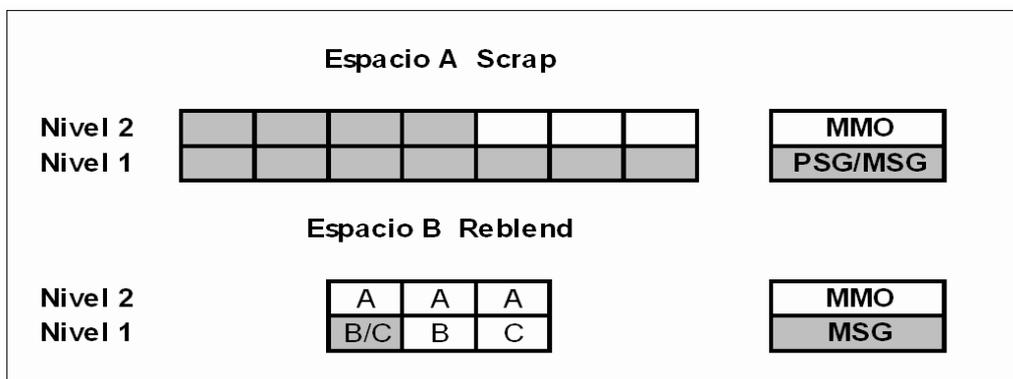


Fig. 3 5 . Distribución de espacios en pasillo FIFO (vista frontal).

Una vez se tiene el pasillo FIFO diseñado, el procedimiento de suministro sería el siguiente:

- Cada vez que se requiera de un Big Bag de intermedios, el operario de aditivos debe consultar la programación de la producción y mediante una lista unificada entre el SOP “reciclo de Big Bag” y la posición por carriles de las marcas compatibles según el polvo base, detecta directamente que Big Bag’s debe indicar al operario de 1ª planta.
- Operario de 1ª planta (la gestión del supermercado se realiza ahora por un operario de MSG) se dirige al pasillo FIFO, recoge los Big Bag’s indicados por el operario de aditivos y los deposita en el espacio habilitado junto al ascensor. Indica la ejecución del suministro mediante interfonía.

El procedimiento de reposición.

- Cada vez que el torero de MMO realiza el suministro de Big Bag’s de RM, pasa por el área destinada al pasillo FIFO. Debe entonces detectar visualmente los espacios vacíos que corresponden a su asignación y llenarlos con los Big Bag’s correspondientes, tras el suministro de RM.
- En el caso que se pasen carros grandes a Big Bag's en la estación de llenado de Big Bag’s y haya espacios vacíos en el pasillo FIFO que correspondan a su asignación, debe colocarlos en dichos espacios prioritariamente. En el caso que toda su asignación esté llena, podrán colocar los Big Bag's en los espacios correspondientes a MMO si éstos están vacíos y en último término, realizar el procedimiento actual.
- Sucede lo mismo con los Big Bag's de Scrap que se generan en los Rotex de las líneas de PSG. El procedimiento es idéntico al señalado en el punto anterior.

4.1.3.3. COSTE DEL PROYECTO

El coste de instalación de un almacén dinámico se valora por número de

palets almacenados, siendo el sistema de rodillos deslizantes la parte con mayor coste asociado. El coste de instalación es de **110 €/palet** almacenado, por lo que la inversión total es de **7.920 €**.

4.1.4. PROYECTO 2: PLATAFORMA HIDRÁULICA PARA BIG BAG'S

Otra de las ineficiencias detectadas mediante los análisis anteriores, es que el traslado de Big Bag's desde la 1ª planta de MSG hasta la 4ª o 3ª según sean de Reblend o Scrap respectivamente, puede requerir una gran inversión de tiempo debido a que el ascensor que se utiliza es de uso común.

Este ascensor se utiliza para el transporte de Big Bag's, carros medianos y pequeños, y en general, para el transporte de cualquier material o maquinaria de gran envergadura.

Esquema gráfico del problema

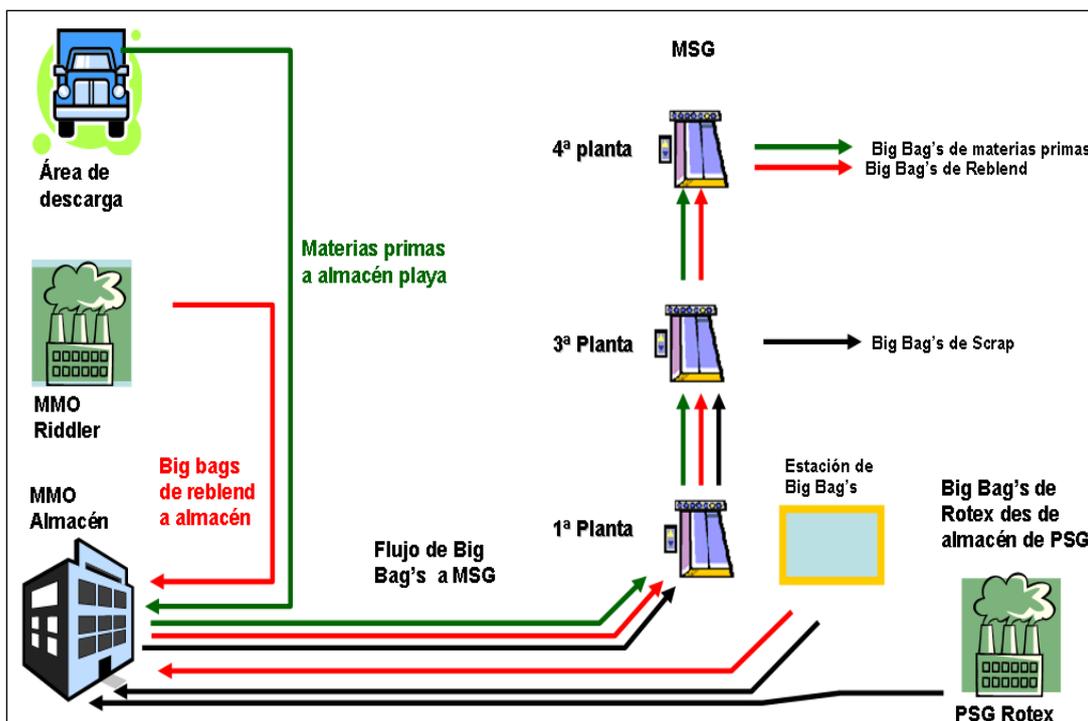


Fig. 36. Utilización del ascensor (Situación actual)

Existe una solución que consiste en el reacondicionamiento de una plataforma hidráulica anexa al ascensor de uso común. Esta plataforma hidráulica se desplaza por el interior de un hueco de obra desde la 1ª planta hasta la 4ª. Tiene como función sustituir al ascensor principal en el caso que éste tenga alguna avería o incidencia. De esta manera, 3ª y 4ª planta no quedan desabastecidas de Big Bag's de RM o cualquier otro elemento. Únicamente debe utilizarse para materiales, nunca para personas.

Las características de la plataforma son las correspondientes al modelo H-15 de ThyssenKrupp indicadas en la figura siguiente.

MODELO	CARGA	VELOCIDAD	ELEVACION MÁXIMA	DIMENSIONES MÁXIMAS					POTENCIA
	Kg	m/s	m	A	B	C	D	E	Kw
H-10	1000	0,10 / 0,4	18	2000	1500	350	350	2500	4,7
H-10C				2500	2000				
H-15	1500			2000	1500	375			5,8
H-15C				2500	2000				
H-20C	2000			395	550	9,5			
H-25C	2500								
H-30C	3000	420	14,7						

Fig. 37. Características técnicas plataforma hidráulica modelo H.

El hueco donde se aloja la plataforma hidráulica presenta dos aberturas laterales en las plantas donde realiza parada. Para conseguir que el procedimiento sea lo más automático posible, se añade una pequeña cinta de cadenas (ideal para transportes rápidos y de distancia corta) sobre la que depositar diversos Big Bag's de

la misma tipología y que realice el traslado de éstos hasta la plataforma hidráulica cuando el operario de aditivos lo crea conveniente. La cinta se coloca perpendicular a la abertura posterior de la plataforma hidráulica en la 1ª planta, aprovechando el espacio donde se colocan actualmente los Big-Bag's de Reblend o Scrap en espera.



Fig. 38. Cinta de cadenas DCEZ -60.

La cinta de cadena escogida para realizar el traslado de los Big Bag's hasta la plataforma hidráulica es el modelo DCEZ -60 de la marca HYTROL. (Anexo J: Cinta de cadenas DCEZ- 60). Con capacidad para transportar hasta 3 Big Bag's simultáneamente aumenta en una unidad el suministro de Big Bag's respecto a su realización mediante el ascensor.

Cuando la carga, en este caso el Big Bag, llega al final del recorrido se descarga en el interior de la plataforma hidráulica, para ello dicha plataforma debe elevarse hasta la altura de la cinta de cadenas y recoger el palet que sostiene el Big Bag. Para que la recogida sea suave, se deben instalar unos rieles sobre la superficie de la plataforma que permitan el desplazamiento del palet como si de una nueva cinta de transporte se tratase.

4.1.4.1. PROCEDIMIENTO MEDIANTE MONTACARGAS

- Operario de 1ª planta, coloca los Big Bag's de Reblend demandados por el operario de aditivos en la cinta de cadenas. Se ilumina de forma automática un indicador (accionado por un detector de posición) en 4ª planta para que el operario de aditivos sepa que hay un Big Bag en espera.

- Operario de aditivos acciona el movimiento de la cinta de cadenas y el primer Big Bag se deposita (palet incluido) en el interior de la plataforma hidráulica. Acciona la plataforma para que se dirija a 4ª planta.

- Una vez en la 4ª planta el operario de aditivos únicamente tiene que recoger el Big Bag mediante un transpaleta manual y llevarlo al buffer correspondiente.

- Se repite la operación con el resto de Big Bag's ubicados sobre la cinta de cadenas.

Nota: todos los procedimientos indicados son equivalentes en el caso de los Big Bag's de Scrap, con la única diferencia que estos se dirigen a la 3ª planta y los ordena el operario de aditivos de Sala de Control (ubicada en 3ª planta).

4.1.4.2. COSTE DEL PROYECTO

El reacondicionamiento de la plataforma hidráulica consta de las siguientes partidas:

Cinta de cadenas (Anexo J: Cinta de cadenas DCEZ-60)	6.450 €
Rieles de rodillos sobre la plataforma hidráulica	500 €
Por lo que este segundo proyecto se valora en	6.950 €

4.1.5. SINCRONIZACIÓN DE LA GENERACIÓN Y EL CONSUMO

Una vez mejorados los procesos de suministro de Big Bag's intermedios, se requiere de algún tipo de estrategia de sincronización entre generación y consumo, de manera que no se produzcan los desajuste detectados en la Fig.29.

Sincronización generación y consumo de Big Bag's de Reblend. Como la mayor parte de Big Bag's de Reblend se generan en el departamento de MMO, y el reciclaje de los mismos depende de las diferentes compatibilidades entre marcas, la sincronización se deriva de una buena gestión del pasillo FIFO habilitado.

Se establece una metodología de trabajo sistematizada en la que, durante la producción de una marca, el operario de aditivos debe indicar con tiempo suficiente al operario de la 1ª que Big Bag's de Reblend se podrán reciclar (cantidad y tipología/s) en la siguiente marca y éste haberlos recogido del pasillo FIFO y depositado en la cinta de cadenas.

Sincronización generación y consumo de Big Bag's de Scrap. La mayor parte de Big Bag's de Scrap provienen del propio departamento de MSG. Sin embargo, una buena gestión del pasillo FIFO no es suficiente para que se produzca la sincronización entre generación y consumo. Se requiere establecer un sistema de consumo sistematizado en el que el número de Big Bag's de Scrap que se genera semanalmente sea el mismo que el que se consume, de manera que aunque ambos presenten una alta dispersión, vayan sincronizados.

Como el consumo de Scrap no depende de la marca de la producción en curso existente, únicamente es importante hacer un seguimiento pormenorizado del número de Big Bag's que se generan. Para ello se establece que el operario de aditivos de la 3ª planta sea el encargado de control de dichos Big Bag's y que su consumo a lo largo de la semana se ajuste lo más posible a los Big Bag's generados. Para llevar a cabo este control, se requiere de la mejora de los sistemas de información tal y como se indicará en el apartado dedicado al análisis del loop de información.

Idealmente debiera suceder como sigue:

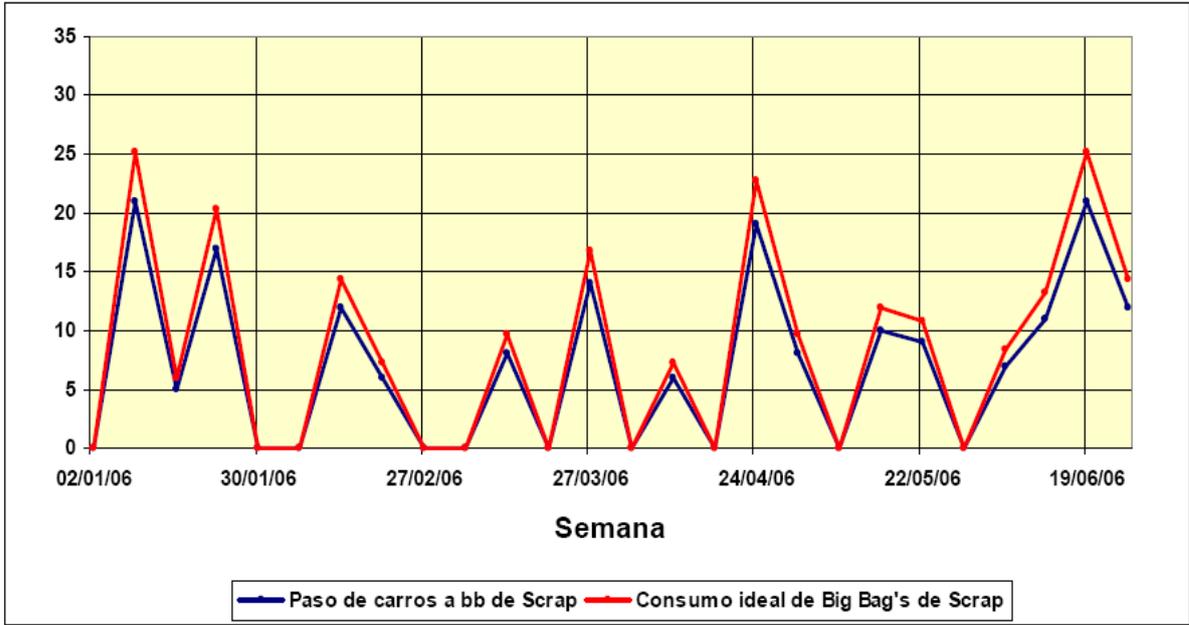


Fig. 39. Sincronización entre generación y consumo.

4.1.6. COMBINACIÓN DE LOS PROYECTOS 1 Y 2

Análisis Flow Chart: Suministro de BB de Scrap y Reblend desde pasillo FIFO hasta 4ª/ 3ª planta de aditivos

Actividad		Tiempo	 operación	 Transporte	 Inspección	 Espera	 Almacenaje
1	Ver producción día	180	X				
2	Comunicación operario 1ª	180	X				
3	Espera de suministro a plataforma hidráulica	450				X	
4	Subida del Big Bag en el plataforma hidráulica 4ª/3ª PLANTA	60(4ª) 40(3ª)				X	
5	Recoger Big Bag	30		X			
6	Sacar un Big Bag y dejarlo en buffer	20-25		X			
7	Subida del 2º Big Bag en el plataforma hidráulica	60(4ª) 40(3ª)		X			
8	Sacar 2º Big Bag y dejarlo en buffer	25-30		X			
9	Subida del 3er Big Bag en el plataforma hidráulica	60(4ª) 40(3ª)		X			
10	Sacar 3er Big Bag y dejarlo en buffer	25-30		X			
11	Suministrar un Big Bag al sistema LIW	755	X				
11 bis	Suministrar un Big Bag al sistema Wet Scrap Crutcher	1800	X				
Suministro de Big Bag's Reblend			NVAA	955 S/ 3 BIG BAG'S	VAA	755 S	
Suministro de Big Bag's Scrap			NVAA	895 S/ 3 BIG BAG'S	VAA	1800 S	

Tabla 22. Análisis Flow chart suministro de Big Bag's de Reblend y Scrap.

Análisis Flow Chart y ECRS: Llenado de Big Bag's de Reblend y Scrap en estación de llenado de Big Bag's

Actividad		Tiempo	 operación	 Transporte	 Inspección	 Espera	 Almacenaje
1	Preparación del Big Bag vacío	70	X				
2	Llenado del Big Bag	240	X				
3	Preparación Big Bag lleno		X				
4	Dejar el Big Bag en el área asignada	140		X			
Llenado de Big Bag			NVAA	140 S	VAA	310 S	

Tabla 23. Análisis Flow chart suministro de Big Bag's de Reblend y Scrap.

Se observa como el tiempo dedicado a las operaciones disminuye y que, además, el porcentaje de tiempo de las actividades VVA es mayor. En general ayuda a minimizar distancias y tiempos de desplazamiento de Big Bag's.

El tiempo actual dedicado al suministro de Big Bag's de Reblend es de 42 minutos (69 % de NVAA), mientras que el estimado con la aplicación de los proyectos supone 27 minutos (53 % de NVAA). En el caso de Big Bag's de Scrap, el tiempo total es de 58 minutos (69 % de NVAA), mientras que el estimado con la aplicación de los proyectos supone 43 minutos (31 % de NVAA).

Este ahorro de tiempo también se detecta en el caso del transporte de Big Bag's desde la estación de Big Bag's. Si el tiempo destinado por Big Bag es de 20 min (74% NVAA), mediante la aplicación de los proyectos descritos supone 7,5 min (31 % NVAA).

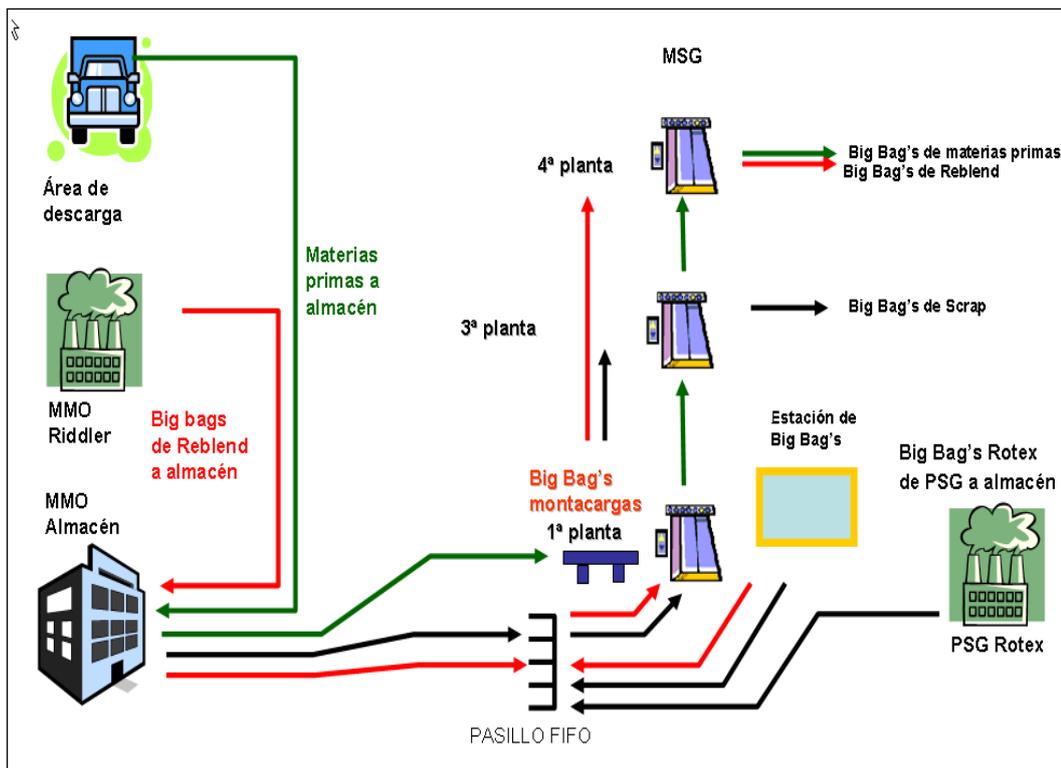


Fig. 40. Utilización del ascensor (con montacargas y pasillo FIFO).

La inversión inicial para la realización de ambos proyectos es de: $Q_0 = 14.870 \text{ €}$

Y los flujos de caja que se obtienen anualmente se asumen como los ahorros obtenidos en:

Esfuerzo Humano, considerando el sueldo medio de un operario de línea de una industria química (14 €/h)

Operación	Tiempo actual	Tiempo futuro	Disminución de tiempo	Ahorro anual
Suministro de 1 Big Bag Reblend	1.745/2s (NVAA)+ 755s (VAA) = 1.627,50 s /Big Bag	955/3s (NVAA) + 755s (VAA) = 1.073,33 s/ Big Bag	554 s /Big Bag	581 €/año
Suministro de 1 Big Bag Scrap	1.685/2s (NVAA)+ 1.800s (VAA) = 2.642,50 s /Big Bag	895/3s (NVAA)+ 1.800s (VAA) = 2.098,33 s/ Big Bag	544 s /Big Bag	841 €/año
Llenado y traslado a almacén de Big Bag's provenientes de estación de llenado de Big Bag's (1 carro ≈ 1bb)	895s (NVAA) + 310 s (VAA) = 1.205 s/ Big Bag	140 s (NVAA) + 310 s (VAA) = 450 s/ Big Bag	755 s/ Big Bag	1.314 €/año

Tabla 24. Ahorro de esfuerzo humano.

El ahorro anual teniendo en cuenta el ritmo de consumo y generación es de **2.736 €/año.**

- Coste de almacenamiento

Considerando el número medio de Big Bag's almacenados en Almacén playa y el tiempo que permanecen en inventario, el coste por Big Bag almacenado es el siguiente:

Operación	Tiempo de almacenamiento medio actual	Coste almacenamiento de cada Big Bag	Coste total por Big Bag
Almacenaje 1 Big Bag Reblend	3,24 mes /bb	70 €/mes	227 €/bb
Almacenaje 1 Big Bag Scrap	7,33 mes /bb	70 €/mes	513 €/bb

Tabla 25. Coste de almacenamiento.

Analizando el número de Big Bag's almacenados durante el periodo de Enero a Junio del 2006 (C.3: Inventarios Almacén playa) el coste anual medio es el siguiente:

100 Big Bag's de Reblend/mes * 12 meses/año * 70€/mes·Big Bag = 84.000€/año.

345 Big Bag's de Scrap/mes * 12 meses/año * 70€/mes·Big Bag = 289.800€/año.

Por lo que según los datos indicados el coste de almacenaje de Big Bag's de intermedios supone unos 373.800 €/año.

Mediante la aplicación de los proyectos 1 y 2, la disminución del tiempo necesario para el suministro y consumo de Big Bag's, supone que la capacidad de consumo en el mismo tiempo aumente aproximadamente:

$$C_{consumo futuro} = \frac{T_{actual por BB}}{T_{futuro por BB}} \cdot C_{consumo actual}; \quad (Ec. 6.1)$$

$$C_{consumo futuro Reblend} = \frac{1.627,50 s/BB}{1.073,33 s/BB} \cdot 5,19 \frac{BB}{sem} = 7,86 BB/sem$$

$$C_{consumo futuro Scrap} = \frac{2.642,50 s/BB}{2.098,33 s/BB} \cdot 7,65 \frac{BB}{sem} = 9,63 BB/sem$$

Por tanto el tiempo de permanencia en el Almacén playa se reduciría en el

caso de Reblend un 34% y en el caso de Scrap un 20,5%, lo que permite un ahorro anual de unos:

$$84.000 \frac{\text{€}}{\text{año}} \cdot 0,34 + 289.800 \frac{\text{€}}{\text{año}} \cdot 0,205 = 87.969 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Si al incremento de consumo debido a la optimización de los procesos, se une la mejora de la sincronización entre generación y consumo gracias al mayor control y seguimiento de las unidades logísticas, la disminución del tiempo de permanencia de los Big Bag's en Almacén playa disminuirá en mayor medida.

Sin embargo, la simulación del efecto de la optimización de los procesos junto a la sincronización es compleja, y en ella debieran tenerse en cuenta factores externos como: cambios en la definición de compatibilidades entre marcas (reducción o aumento de las posibilidades de reciclaje según la formulación de las marcas), variación del número de cambios de marca (aumenta ostensiblemente la generación de intermedios) etc.

Por ello, para realizar el cálculo de la rentabilidad de los proyectos 1 y 2, se considera la situación actual (no se valoran cambios en las condiciones externas) y se estima que la disminución del tiempo de permanencia de los Big Bag's de intermedios en Almacén playa es de: Reblend (34-100%), Scrap (20,5-100%).

Se observa que el ahorro anual, considerando el coste del esfuerzo humano más el coste de almacenamiento, es superior al coste de la inversión. El periodo de retorno es inferior a un año, por lo que la inversión es rentable.

$PR = \frac{\text{Inversión } (Q_0)}{Q_T} = \frac{14.870 \text{ €}}{90.705 \frac{\text{€}}{\text{año}}} \leq 1 \text{ año}$

4.2. LOOP PROCESOS INTERMEDIOS.

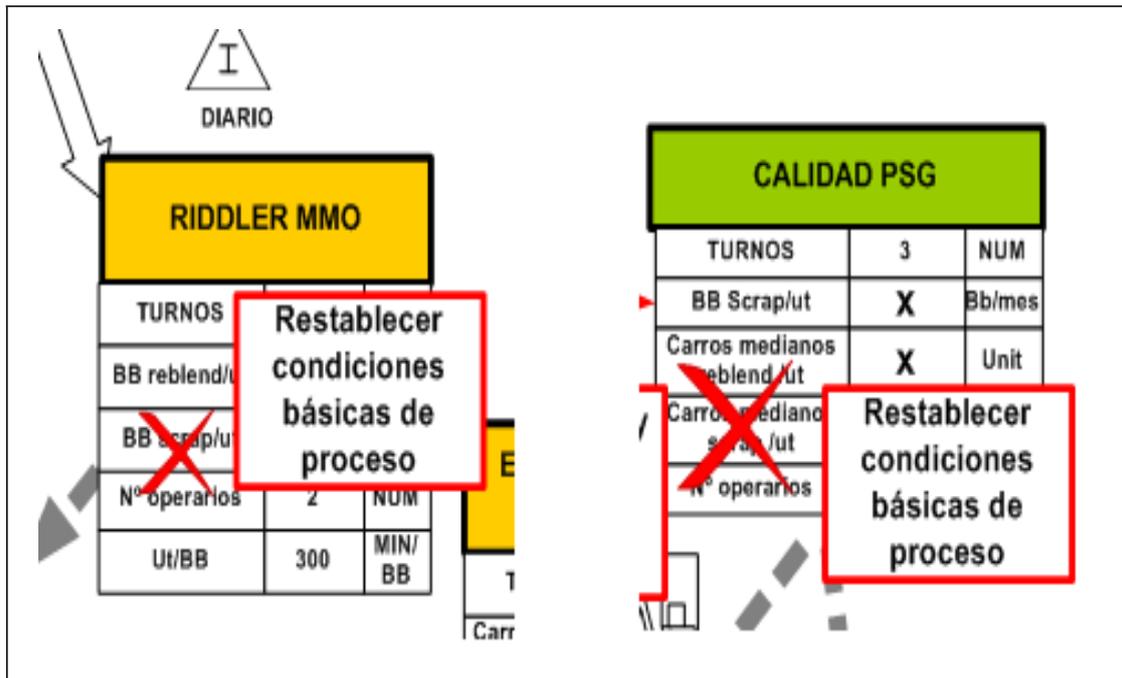


Fig. 4 1 . Procesos intermedios Value Stream Mapping.

Este loop se centra en:

- Generación de Big Bag's de Scrap en el Riddler de MMO
- Generación de carros medianos de Scrap en el Riddler de PSG.

Objetivos:

- Minimizar o eliminar la generación de los dos elementos.

Este objetivo está ligado a las pautas del Value Stream Mapping desde el punto de vista de mejoras en los procesos que ayudan a la consecución del estado ideal.

Tanto el Riddler de PSG como el de MMO son puntos en los que por definición no se debería generar Scrap. Su función es la de romper cartones de producto final y, como tal, salvo excepciones, ha pasado por diversos controles antes de ser producto empaquetado. Este hecho hace que el contenido de los cartones rotos, aún sin posibilidad de poder ser calificado como final, tiene la suficiente calidad como para considerarse Reblend. Cometer errores en estos procedimientos supone un coste asociado mayor, ya que el Scrap se disuelve en agua para incorporarlo a los batidos de polvo base, con la consecuente pérdida de sus aditivos.

4.2.1. PROYECTO 3: NO GENERACIÓN DE BIG BAG'S DE SCRAP EN RIDDLER DE MMO.

En el Riddler de MMO se realiza la rotura de cartones de producto acabado que, por alguna circunstancia, no pueden ser expedidos o constituyen devoluciones de mercado.

Para que los Big Bag's generados se puedan considerar como Reblend, no deben mezclarse cartones de diferentes marcas.

Cabe recordar que el interés en que un intermedio sea Reblend en vez de Scrap, radica en que mediante el reciclaje de Reblend no se está perdiendo el producto (ni todos los aditivos que contienen), mientras que con el Scrap sí, ya que su destino es disolverlo en agua. Se estima que la pérdida asociada a Scrap es de unos 300 €/Tn.

El motivo por el cual MMO genera Scrap en el Riddler, se debe a un seguimiento incorrecto de los procedimientos operacionales.

Ante esta situación existen diversas herramientas utilizadas por la propia compañía, que tienen como objetivo definir detalladamente en qué consiste una operación. Es una manera de establecer o revisar cuales son las condiciones estándar de un proceso. Si aún siguiendo estas pautas el problema persiste, entonces se deben establecer otras medidas correctivas.

- Job Aid: Explicación sencilla respecto a la realización de una tarea, usualmente acompañada de ilustraciones y esquemas visuales.
- OPL (One Point Lesson): Hoja informativa sobre un tema de interés seleccionado referente a la función del equipo, limpieza, métodos, criterios de inspección o de seguridad, etc.
- SOP (Standard Operacional Procedure): Estándar operacional que describe de forma exhaustiva como se debe realizar un procedimiento.

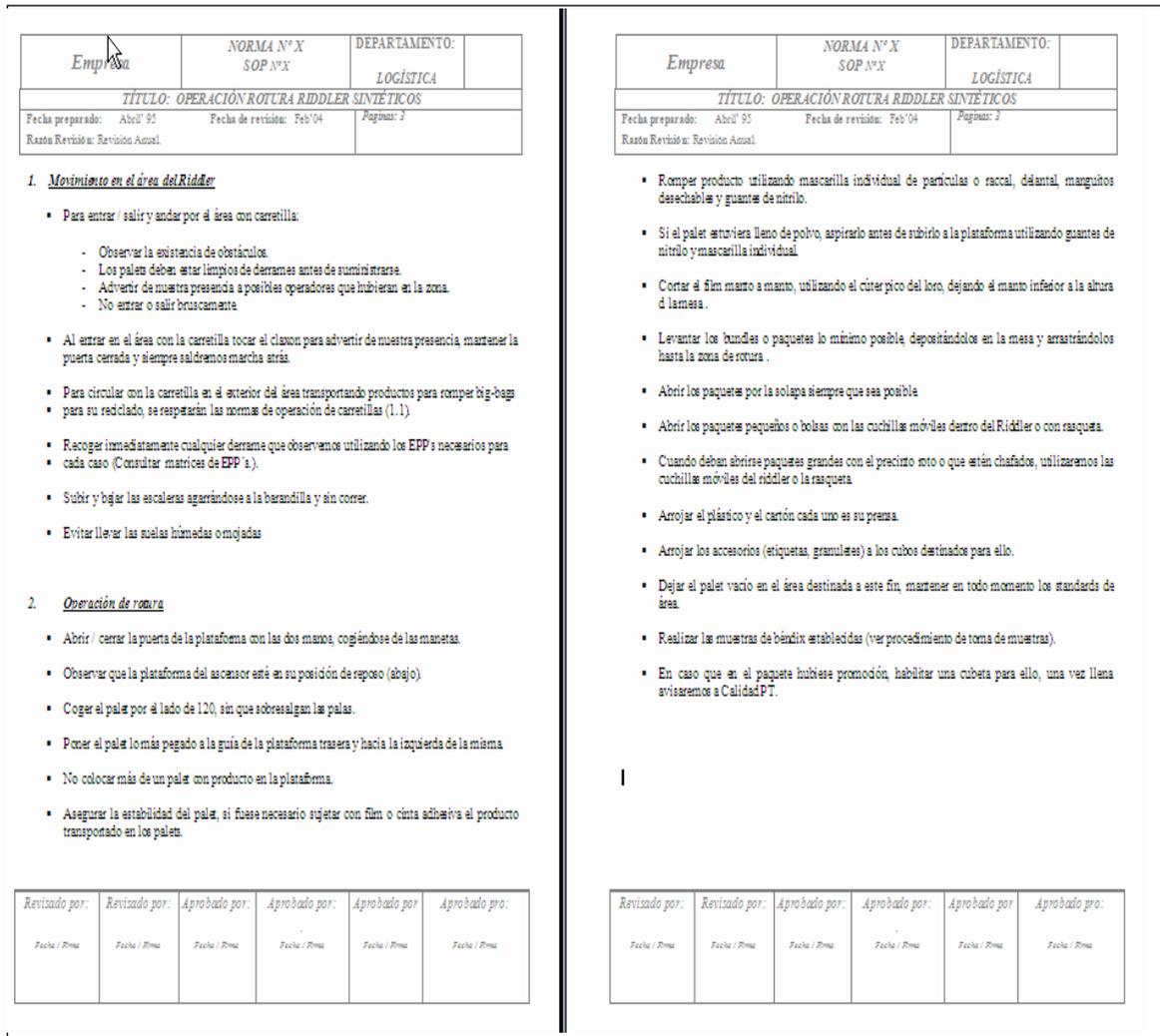


Fig. 4 2 . Documento SOP "Operación rotura Riddler sintéticos".

4.2.1.1. ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO

En este caso existe un procedimiento descrito mediante un documento SOP en el que se detallan tanto normas de seguridad e higiene como estándares de trabajo. También hay un folleto de entrenamiento en el que los pasos descritos en el SOP van acompañados de fotografías explicativas. Se analizan los puntos específicos de rotura de cartones y manejo de Big Bag's.

Extractos de la SOP:

Operación de rotura

- Abrir / cerrar la puerta de la plataforma con las dos manos, cogiéndose de las manetas.
- Observar que la plataforma del ascensor esté en su posición de reposo (abajo).
- Coger el palet por el lado de 120 cm, sin que sobresalgan las palas.

- Poner el palet lo más pegado a la guía de la plataforma trasera y hacia la izquierda de la misma.
- No colocar más de un palet con producto en la plataforma.
- Asegurar la estabilidad del palet, si fuese necesario sujetar con film o cinta adhesiva el producto transportado en los palets.
- Romper producto utilizando mascarilla individual de partículas o raccal, delantal, manguitos desechables y guantes de nitrilo.
- Si el palet estuviera lleno de polvo, aspirarlo antes de subirlo a la plataforma utilizando guantes de nitrilo y mascarilla individual.
- Cortar el film manto a manto, utilizando el cúter pico del loro, dejando el manto inferior a la altura de la mesa.
- Levantar los paquetes lo mínimo posible, depositándolos en la mesa y arrastrándolos hasta la zona de rotura.
- Abrir los paquetes por la solapa siempre que sea posible.
- Abrir los paquetes pequeños o bolsas con las cuchillas móviles dentro del Riddler o con rasqueta.
- Cuando deban abrirse paquetes grandes con el precinto roto o que estén chafados, utilizaremos las cuchillas móviles del Riddler o la rasqueta.
- Arrojar el plástico y el cartón cada uno es su prensa.
- Arrojar los accesorios (etiquetas, granuletes) a los cubos destinados para ello.
- Dejar el palet vacío en el área destinada a este fin, mantener en todo momento los estándares de área.
- Realizar las muestras de béndix establecidas (ver procedimiento de toma de muestras).
- En caso que en el paquete hubiese promoción, habilitar una cubeta para ello, una vez llena avisaremos a Calidad PT

Manejo de Big Bag's

- Chequear que hay Big Bag y está en perfectas condiciones (sin roturas y totalmente vacío).
- Atar el cuello inferior para evitar derrames utilizando los guantes.
- Colocar los big-bags vacíos sobre el palet (chep 100*120) e identificar inmediatamente.
- Sujetar las asas de big-bag con los ganchos, advirtiendo previamente si hubiera operarios en la mesa de rotura.
- Al abrir / cerrar la abrazadera que sujeta el big-bag, se deberán

utilizar los Epp's de rotura con las gafas ajustadas.

- Para atar el cuello del big-bag, utilizaremos los mismos Epp's que el punto anterior. Después
- Se aspirará los restos de polvo que hayan quedado depositados sobre el big-bag.
- Cuando se saquen las asas de los ganchos, se advertirá de nuestra presencia si hubiera una segunda persona ayudándonos en la operación, para que se aleje de la zona de movimiento de los ganchos.
- El big-bag se retirará de la zona con la carretilla, teniendo en cuenta no golpear la estructura del equipo.
- Al mover el big-bag con la carretilla, asegurar que no se pierde la verticalidad y que esté bien identificado, con dos etiquetas, una en cada extremo.

En ninguno de los dos extractos de la SOP relativa a este procedimiento, se hace mención de la problemática asociada a romper cartones de diferentes marcas en un mismo Big Bag. Únicamente queda reflejado de forma somera en el caso del folleto de entrenamiento, donde en el primer paso se indica que los palets a romper son determinados por el responsable de calidad MMO. Este hecho no evita que en cualquier momento, de forma errónea se mezclen palets de diferentes marcas en un mismo Big Bag.

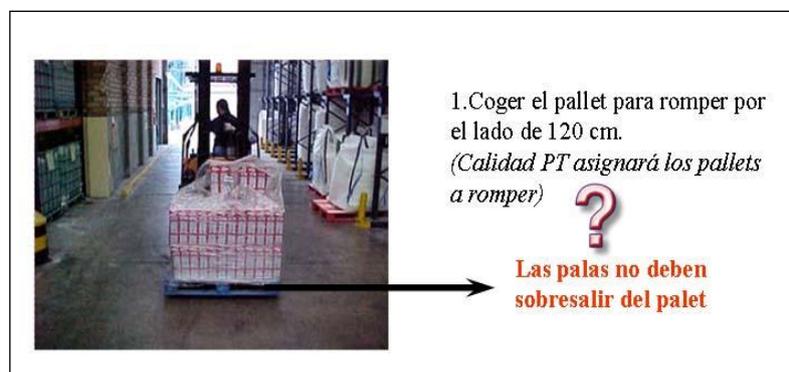


Fig. 43 . Operación rotura Riddler sintéticos, recogida de palets.

No siempre el contenido de un palet asignado llena exactamente un Big Bag. Este punto genera una ineficiencia evidente.

Si el palet ocupa un valor no entero de Big Bag's quedará uno sin llenar del todo. En ese caso existen varias opciones: retirar el Big Bag incompleto a la espera de poder llenarlo con la misma marca mientras se rompen cartones de otras marcas, no retirar el Big Bag y dejar la operación de rotura hasta tener más palets de esa marca o cerrar el Big Bag tal y como esté independientemente de si está completo del todo o no.

Es evidente que la segunda opción implica mucho más tiempo no operativo, pero en cualquier caso, esta ineficiencia inherente al sistema (únicamente se dispone

de un Riddler), puede provocar que el operario encargada priorice la rapidez de la operación, antes que la realización de un proceso estándar que no está correctamente tipificado.

Una forma rápida y económica para solventar este problema, es añadir en el área de rotura del Riddler un panel gráfico en el que se detalle exactamente qué formatos de cartones o bolsas van asociados a cada marca. Una vez elaborado, debe incluirse como parte del procedimiento en la SOP anterior y ambos se deben actualizar cada vez que se deba incluir o excluir algún tipo de cartón o marca. Un ejemplo de panel sería como el siguiente:

Mezcla de cartones en el Riddler		
Marca A	Marca B	Marca C
		
Cartón tipo AA	Cartón tipo BB	Cartón tipo CC
	(...)	
Cartón tipo AB		

Fig. 4 4 . Panel indicativo para la operación rotura en el Riddler sintéticos.

Y como punto añadido en el SOP "Operación Rotura Riddler Sintéticos" sería:

- Únicamente se pueden mezclar en un mismo Big Bag los palets de cartones asociados a una misma marca, tal y como indica el panel "Mezcla de cartones en el Riddler". Es decir, los Big Bag's de la marca A únicamente pueden contener cartones rotos del tipo AA, AB, etc.
- Si un Big Bag no se ha podido llenar por completo, y no hay más cartones disponibles para esa marca, se debe retirar del Riddler correctamente identificado y se almacena según especificaciones del coordinador de almacén.

4.2.2. PROYECTO 4: NO GENERACIÓN DE CARROS DE SCRAP EN RIDDLER DE PSG.

En el Riddler de MMO se realiza la rotura de aquellos cartones que son rechazados por las líneas de empaque.

4.2.2.1. ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO

La generación de carros medianos de Scrap en PSG se debe a varios problemas:

- No hay ningún operario responsable específicamente de la rotura de cartones. Esta operación la realizan los operarios de línea cuando tienen algún momento de inactividad.
- El Riddler de MMO está confinado en una cabina cerrada para evitar que pequeñas nubes de polvo ensucien el área de empaque. Esta cabina, junto al sistema de rotura resulta pequeña en relación al volumen de cartones que se deben romper.
- Se mezclan cartones de diferentes marcas, con especial incidencia en el caso de contaminaciones de marcas blancas. Entendiendo este tipo de contaminación, el hecho de que marcas cuya apariencia es blanca se mezclen con marcas que presentan algún tipo de grano de color.

En general, el proceso de rotura en el Riddler de PSG es tan discontinuo que puede llegar a acumularse producto en el mismo y no saberse de que cartón proviene. Por este motivo, resulta muy sencillo equivocarse al llenar los carros medianos.

Entre las alternativas que se pueden aplicar destacan:

- Derivar estos cartones rechazados al Riddler de MMO cuya capacidad es mucho mayor.
- Establecer grupos de trabajo en cada turno para la gestión del Riddler.
- Asignar una persona cuya principal prioridad sea la gestión y control del Riddler de PSG.

Estas soluciones tienen un coste, hay que valorar qué opción resulta más rentable.

Alternativa	Problemática	Pérdida
Derivar cartones al Riddler de MMO	Implica movimiento de los contenedores de madera donde se ubican los cartones rechazados desde PSG hasta MMO	Transporte (NVVA) Mayor esfuerzo humano
Establecer grupos de trabajo en cada turno para la gestión del Riddler	Organización de los grupos de trabajo y asignación de responsabilidades	∅
Asignar un nuevo operario para la actividad de rotura	Contratación de más personal	Coste de personal

Tabla 26. Análisis alternativas gestión del Riddler de MMO.

La primera de las opciones implica ir contra los principios del Value Stream Mapping, pues se distancian todavía más los procesos consecutivos y se añaden actividades sin valor añadido (carga de los contenedores de madera, transporte a Almacén playa, habilitación de espacio en almacén para estas unidades logísticas y más carga de trabajo para los operarios encargados de la rotura de cartones en el Riddler de MMO). Por estas razones se descarta la aplicación de la primera opción.

Entre la segunda y la tercera opción, la más recomendable es la segunda. Los grupos estables de trabajo suelen ser una buena forma de integrar y hacer responsables a todos los operarios en una actividad que, a pesar de no tener implicación directa con la secuencia de producción, resulta esencial para evitar problemas en la misma (contaminaciones, pérdidas de material etc.). Estos grupos de trabajo realizarían la actividad de rotura principalmente durante las paradas de línea en las que no se está empacando. Se establece como premisa para cualquier grupo de trabajo, dejar perfectamente indicado la marca de Reblend que se está rompiendo y que en caso de tener que dejar la actividad inacabada, el grupo de trabajo siguiente (el mismo u otro) no debe romper cartones que no pertenezcan a la marca de rotura en curso hasta que el carro mediano esté lleno y la zona del Riddler limpia y sin residuos.

Para poder valorar con mayor exactitud si la tercera opción es válida se debería realizar el siguiente cálculo:

$\text{Carros medianos de Scrap producidos/año} \times \text{Tn Scrap /carro} \times 300 \text{ €/Tn Scrap} = \text{€/año}$ y compararlo con el coste de personal que supone la contratación de un nuevo operario (sueldo, Seguridad Social etc.) No obstante, este cálculo no resulta sencillo porque se carece de un histórico de los carros generados por el Riddler de PSG.

Uno de los principales inconvenientes a la hora de realizar este estudio, es la falta de algunos reportes de generación y la no unificación de los formatos tanto entre departamentos como entre reportes de un mismo departamento (algunos en soporte papel, otros en soporte digital etc.).

4.2.3. ANÁLISIS RENTABILIDAD DE LOS PROYECTOS 3 Y 4.

La rentabilidad de ambos proyectos depende del correcto seguimiento de los cambios introducidos en los procedimientos.

En caso de no generación de Big Bag's de Scrap en el Riddler de MMO ni de carros medianos de Scrap en el Riddler de PSG, el ahorro se establece tanto en términos de gestión de los mismos como en las pérdidas asociadas al propio intermedio (300 € Tn/Scrap).

Con los datos de los que se dispone, estos dos proyectos no se pueden valorar a nivel cuantitativo, pero cualitativamente es evidente que su implementación no tiene ningún coste asociado y que cualquier mejora en los procesos supone un ahorro de los costes citados.

4.3. LOOP FLUJOS DE INFORMACIÓN.

Una de las mayores dificultades encontradas en la elaboración del Value Stream Mapping del flujo Big Bag's y carros es la falta de información manejable.

En la Tabla 12 se observa que el consumo de cada unidad logística se controla de forma unificada, pero en el caso de la generación se realiza de forma dispar, habiendo elementos de los que no se elabora ningún tipo de reporte (\emptyset). En general, el control de intermedios es deficiente por la disparidad de métodos y por la baja trazabilidad de los mismos.

4.3.1. NECESIDADES DE INFORMACIÓN.

La problemática asociada a los intermedios se debe a que son elementos que se mueven a nivel interno, a que su tratamiento pasa por diferentes departamentos y a que una gestión no optimizada de estos elementos no tiene impacto directo en el consumidor final de detergente en polvo.

Sin embargo, tal y como se desprende del estudio realizado, el conocimiento de los valores asociados a cada unidad logística en su recorrido por la cadena de valor, es de gran importancia en la detección de puntos de mejora relativos a operaciones básicas. Una incorrecta ejecución de éstas, supone un incremento de los costes. Las necesidades de información son:

Necesidades	Detalles
Identificación de cada unidad logística	Correcta identificación haciendo especial hincapié en su origen y contenido
Control de la generación	Elaboración de reportes de generación para todas las unidades logísticas
Control del consumo	Optimización de los reportes actuales. Eliminar número de transcripciones que suponen esfuerzo humano y errores
Unificación almacenamiento de datos	Unificación de sistema de control de intermedios.
Análisis de los datos de forma periódica	Control y seguimiento de los datos almacenados. Value Stream Mapping como herramienta dinámica

Tabla 27. Necesidades de información.

4.3.2. PROYECTO 5: OPTIMIZACIÓN DEL FLUJO DE INFORMACIÓN.

Ante las necesidades citadas en el apartado anterior, existen múltiples alternativas que se destacan a continuación:

Alternativa	Ventajas	Inconvenientes
Utilización del mismo tipo de reporte en soporte papel para cada unidad logística generada y consumida. Transcripción a la hoja diaria de producción	Ningún coste de inversión. No resistencia al cambio por parte de los operarios	Error humano Gestión de gran volumen de reportes Baja trazabilidad de las unidades logísticas
Inclusión de los intermedios en el sistema de control por radiofrecuencia instalado para RM y FP. RFDC (Recolección de Datos por Radio Frecuencia)	Control automático de las unidades Trazabilidad y seguridad Garantía de FIFO Eliminación de errores por transcripción de datos Posibilidad de información en tiempo real de inventarios, ubicaciones etc.	Alto coste de la inversión inicial Dificultad de inclusión de unidades logísticas que no salen del sistema y cuyo contenido es variable Alta posibilidad de resistencia al cambio. Dependencia del sistema
Extensión de la utilización del software Quality Windows para todas las unidades	Bajo coste de inversión, una misma licencia permite el desarrollo de múltiples aplicaciones. Baja resistencia al cambio (se encuentra en uso en la planta) Facilidad para hacer tratamiento estadístico de los datos y versatilidad de las aplicaciones. Menor número de transcripciones	Posibilidad de error humano Trazabilidad media de la unidades

Tabla 28. Análisis alternativas para el control de intermedios

Ante las alternativas detalladas en la Tabla 28, la opción más rentable a corto-medio plazo y que presenta mayor facilidad de implementación es la extensión del software Quality Windows al control de todas las unidades logísticas de intermedios.

En primer lugar, se establece en que departamentos se debe instalar este software y con qué objetivo.

Departamento MSG con 2 aplicaciones para:

- Reporte de consumo de todas las unidades.
- Reporte de los Big Bag's generados en la estación de llenado de Big Bag's.
- Reporte generación de carros medianos y pequeños. (Analizado detalladamente en el siguiente apartado)

Departamento PSG con 1 aplicación para:

- Control de la generación de carros medianos en el Riddler y de Big

Bag's de Scrap en el Rotex de la líneas de empaque.

Departamento MMO con 1 aplicación para:

- Control de la generación de Big Bag's en el Riddler.

Estas 4 aplicaciones únicamente requieren la compra de dos licencias para los departamentos de PSG y MMO (en el caso de MSG no es necesario pues ya está instalada).

4.3.3. ANÁLISIS RENTABILIDAD DEL PROYECTO 5

El presente proyecto únicamente requiere de la compra de dos licencias más para los departamentos de MMO y MSG.

Licencias individuales a 499 €/licencia **998 €**