



**Proyecto Final de
Ingeniería Industrial**

**ANÁLISIS DE INSTALACIÓN DE UN RECUPERADOR
DE GALLETAS EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

Autores:

Mercedes del Rincón

Diego Kenny

Macarena Luque Lobos

Tutor: Claudio Rancan

2018

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Resumen ejecutivo

Se ha realizado un estudio para mejorar la eficiencia de una línea de producción de galletitas de la *Empresa X*.

Para elegir qué línea de producción será la que estará bajo análisis, se consideró el volumen de producción anual de las mismas, y su injerencia en la absorción de costos de la planta.

Las ineficiencias en las líneas de producción son el mayor defecto/impacto que se debe combatir en manufactura. Mejoras en estos indicadores, ya sea *scrap* o sobrepeso, generan ganancias significativas que impactan en los costos del producto y en la eficiencia de la línea.

Dentro de las alternativas evaluadas resultó ser la de mejor retorno la incorporación de un recuperador semiautomático a la línea de producción.

A través de análisis de mercado, técnicos y económicos se establecieron los criterios que permitieron determinar la mejor alternativa para mejorar el *Yield* de esta línea.

Índice

Índice	3
Índice de gráficos, tablas y figuras	4
Estudio de Mercado	6
Exportación e Importación	8
Segmentación	9
Rendimientos Totales y Segmentados	10
Análisis consumo interno	13
Puntos de venta	14
Volúmenes de Producción por artículo	15
Análisis situación scrap actual	16
Descripción del problema	17
Métricas	20
Descripción del proceso productivo	21
Alternativas a la solución del problema	27
Elección de alternativas	28
Descripción del recuperador	32
Consideraciones del recuperador	35
Etapas del Proyecto	36
Resultados del MP Workshop	39
Gantt del Proyecto	42
Especificaciones Técnicas del Recuperador	43
Etapas del proceso de instalación	43
Mandos:	47
Materiales	48
Indicadores de éxito	49
Estudio económico financiero	50
Riesgos	54
Conclusión	56
Bibliografía	57

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Índice de gráficos, tablas y figuras

Gráfico 1: Market Share Galletas - Argentina 2017	7
Gráfico 2: Exportación Galletas por destino- Argentina 2017	9
Tabla 1: Participación según Categorías - Argentina 2017	10
Gráfico 4: Rendimiento mercado Galletas - Argentina 2017	11
Gráfico 5: Rendimiento galletas Planas - Argentina 2017	12
Figura 1: Pirámide Consumo - Argentina 2017	13
Tabla 2: Distribución y Share - Argentina 2017.....	14
Tabla 3: Ventas, Márgenes, GM - Argentina 2017	15
Tabla 4: Apertura Costos – Cookie A.....	16
Figura 2: Mapa de pérdidas y paradas.....	20
Figura 3: Proceso de elaboración y distribución	22
Figura 4: Flujo de proceso, generación y recupero Scrap	24
Tabla 5: Generación Scrap L#101.....	25
Gráfico 6: Detalle Scrap L#101.....	27
Gráfico 7: Volumen Incremental (tns/año).....	29
Gráfico 8: Volumen Incremental (tns/año) vs Ingreso Neto (USD).....	30
Gráfico 9: Apertura Alternativas	30
Tabla 6: Comparación Alternativas.....	31
Tabla 7: Datos recuperador	32
Figura 5: Layout Recuperador	34
Figura 6: Etapas Proyecto	36

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Tabla 8: Riesgos relacionados a Calidad.	40
Tabla 9: Riesgos relacionados a Mantenimiento.	41
Tabla 10: Riesgos relacionados a Operaciones.	41
Figura 7: Gantt Proyecto	42
Figura 8: Gantt Proyecto apertura Semanal	43
Figura 9: Perfil	45
Figura 11: Detalle transportadores.....	47
Tabla 11: Cashflow proyecto.....	53
Gráfico 10: Flujo de caja anual.....	53

Estudio de Mercado

La Argentina hoy en día es uno de los países con mayores índices de consumo de galletitas en el mundo. Se encuentra superado únicamente por Bélgica y Holanda, donde cada persona consume aproximadamente 15Kgs de galletitas por año, mientras que en nuestro país dicho valor llega a 12Kgs per cápita por año. Estas cifras, nos llevan a ser los líderes de consumo a nivel regional¹.

Las costumbres de consumo y alimenticias de los argentinos son los factores con mayor preponderancia a la hora de analizar el porqué de la situación de nuestro país. Las galletas están consideradas más como un alimento que como un snack, a diferencia de otros países, y forman parte de la dieta diaria local. Además, las galletitas vienen acompañadas de otros grandes hábitos de consumo de la región como es el mate y el resto de las infusiones. Entonces se puede inferir que ambos consumos vienen de la mano y crecen proporcionalmente.

Si se hiciera una diferenciación entre las galletitas saladas y las dulces, se podría ver que los hábitos de consumos de ambas difieren notablemente. En el primer caso, su consumo es mayor durante las comidas, mientras que las dulces se consumen entre las mismas. En porcentaje, las galletitas dulces representan un 57,6% del consumo, mientras que las saladas el 42,4% restante.

Los aumentos en los costos de la producción del pan y sus derivados han beneficiado al mercado de las galletitas, que funcionan como un sustituto. Esta tendencia se ha visto reflejada en los últimos años. Cada hogar argentino compró 5 kilos menos de pan que el año anterior y la venta de galletitas aumentó un 7,3% en el mismo periodo.²

En cuanto a la segmentación de mercado, son las mujeres y los menores de 20 años los mayores consumidores de este tipo de productos. No se observan grandes distinciones por sexo, nivel socio-económico ni edad. Son éstos los que prefieren las galletitas dulces, mientras que el sexo masculino y el público más adulto optan por las galletitas saladas.

¹ <http://www.conceptmedia.com.ar/Mercado%20de%20galletitas%20en%20Argentina.html>

² <https://www.lanacion.com.ar/1979778-galletitas-ese-gusto-bien-argentino>

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Esta situación hace que el mercado analizado sea considerado como uno de los más competitivos. Es la segunda categoría más grande del mercado de productos de consumo masivo en la Argentina. Tiene una penetración en el 97% de los hogares y genera a su vez 3.800 millones de pesos en ventas.

El producto es simple y con bajos costos de elaboración, lo que lo hace accesible para todos los niveles económicos.

Denominaremos **Empresa X** a la empresa a analizar en el presente trabajo y al restos de sus competidores: **Empresa V**, **Empresa W**, **Empresa Y** y **Empresa Z**.

En el siguiente gráfico vemos representado la composición del market share del mercado de las galletas.

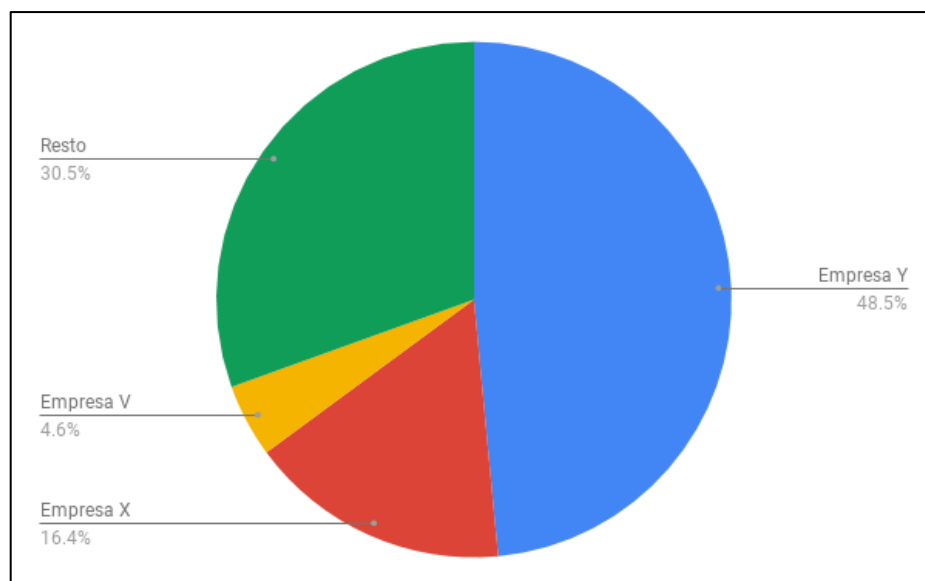


Gráfico 1: Market Share Galletas - Argentina 2017

La **Empresa X** posee el 16% del mercado³.

³ <https://fortuna.perfil.com/2017-08-31-191239-aumento-consumo-galletitas-golosinas/>

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Exportación e Importación

En el transcurso del primer semestre de 2017, las exportaciones de golosinas, galletitas y snacks alcanzaron los 119 millones de dólares, representando una suba del 8,6% con respecto al mismo periodo del año anterior. Del total generado, 86 millones correspondieron a ventas de golosinas, 29 millones fueron exportaciones de galletitas mientras que los 4 millones restantes pertenecieron a la categoría snacks.

Por su parte, las importaciones han aumentado en un 10,9%, durante los primeros seis meses del año pasado; las compras representaron un gasto de 66 millones de dólares en dicho periodo, significando un 8% de aumento en el volumen de compra.

Los principales destinos de las exportaciones de golosinas, galletitas y snacks en valores en el primer semestre de 2017 fueron Uruguay, Brasil, Chile y Paraguay, con participaciones del 22,1%, 18,5%, 17,2%, y 13% en las ventas respectivamente. El principal origen de las compras en los primeros seis meses de 2017 fue Brasil, con el 50,8% del valor, seguido por los Estados Unidos con el 10,6%, por Chile (7,4%), y por Alemania (5,5%).

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

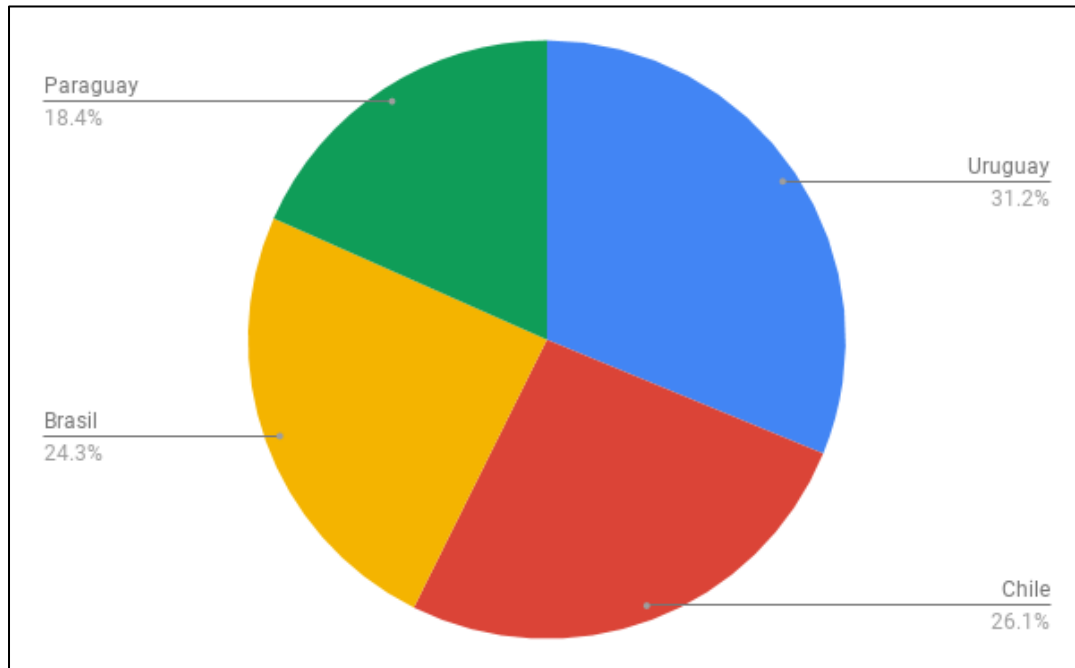


Gráfico 2: Exportación Galletas por destino- Argentina 2017

Segmentación

El mercado de galletitas se puede dividir o segmentar en diferentes categorías denominadas de las siguientes maneras:

- Surtidas
- Planas
- Sándwich
- Obleas
- Soda Crackers
- Cereal Crackers
- Snacks

Estas últimas tres pertenecen a la categoría madre *Crackers*, mientras que el resto corresponde a la categoría *Cookies*.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

En la siguiente tabla se ven representadas las participaciones de cada una dentro de cada clasificación.

Categoría y Subcategoría	Participacion
Cookies	62%
Obleas	3%
Planas	31%
Sandwich	15%
Surtidas	13%
Crackers	38%
Cereal Crackers	9%
Snacks	3%
Soda Crackers	26%
Total general	100%

Tabla 1: Participación según Categorías - Argentina 2017

El caso bajo estudio estará enfocado en el proceso productivo de una galleta denominada “Cookie A”, perteneciente a la categoría *Planas*. Se demostrará posteriormente que dicha elección se ha hecho por poseer uno de los mayores volúmenes de producción de todos los productos de la empresa.

Rendimientos Totales y Segmentados

El mercado de las galletitas en general se ha visto afectado en la primera mitad del año 2017. Ha presentado una contracción con respecto al año 2016 mayormente por la suba de los costos, el poco o casi nulo crecimiento del consumo en el periodo y la suba de las importaciones.

No obstante esto, durante el segundo semestre del año pasado, dicha tendencia se ha revertido. Ese recupero se muestra en el siguiente gráfico:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

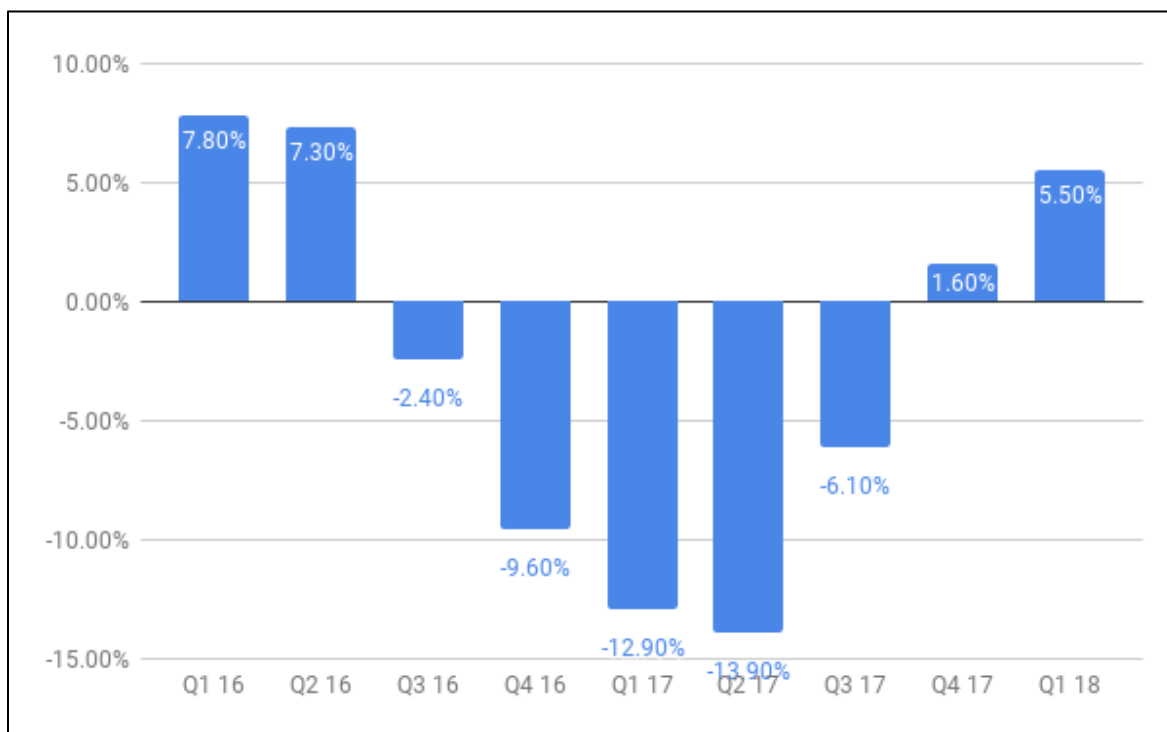


Gráfico 4: Rendimiento mercado Galletas - Argentina 2017

En el caso puntual de la clase de galletas llamadas *Planas* la tendencia ha sido en algunos trimestres, similar:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

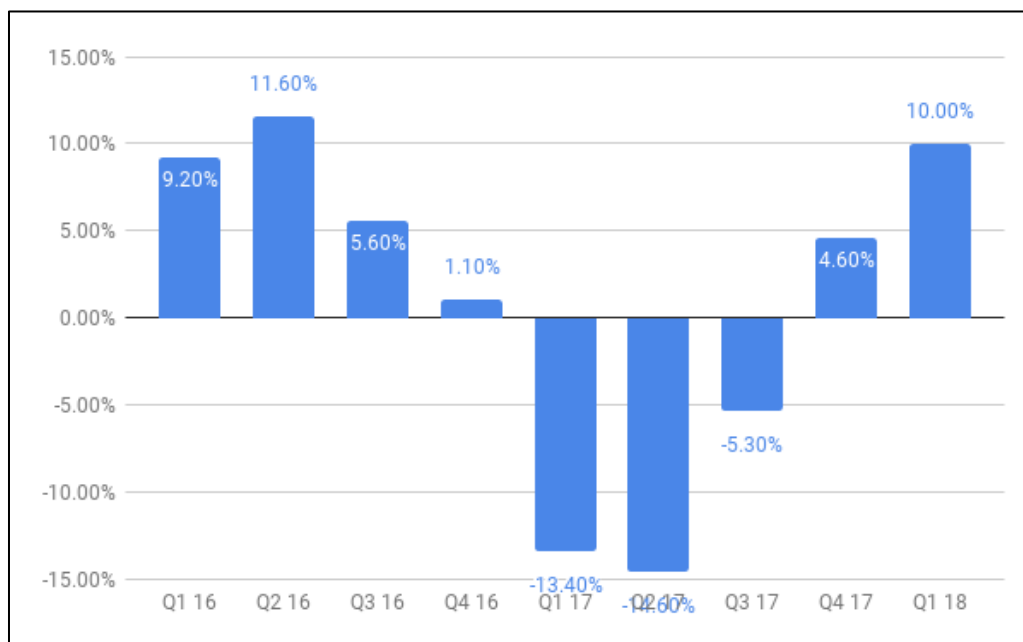


Gráfico 5: Rendimiento galletas Planas - Argentina 2017

A diferencia del estudio global, en este último caso, el rendimiento es positivo hacia fines de 2016, volviéndose negativo los primeros dos cuartos del año siguiente. En el segundo semestre se revierte la situación generando un rendimiento al día de hoy de 24,60% de diferencia respecto del segundo trimestre de 2017⁴.

Dentro de todas las subcategorías mencionadas con anterioridad, es nuevamente la que mayor crecimiento ha demostrado. Este será un nuevo indicador de que es pertinente un estudio y análisis situacional de las galletitas dentro de esta categoría.

⁴ <http://www.ambito.com/915036-por-menor-consumo-ganancias-de-arcor-subieron- apenas-3>

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Análisis consumo interno

Se puede segmentar el mercado interno según los grupos socioeconómicos dentro de las categorías conocidas como ABC1, C2, C3 y C4.

En función de dicho estudio, se puede concluir en que la punta de la pirámide ha sido responsable de la contracción del mercado interno durante 2017 en un 1,7% mientras que la base de la misma, a pesar de la crisis económica descripta, genera un incremento en el consumo del 2,5%.

Estos valores se han volcado en el presente diagrama:

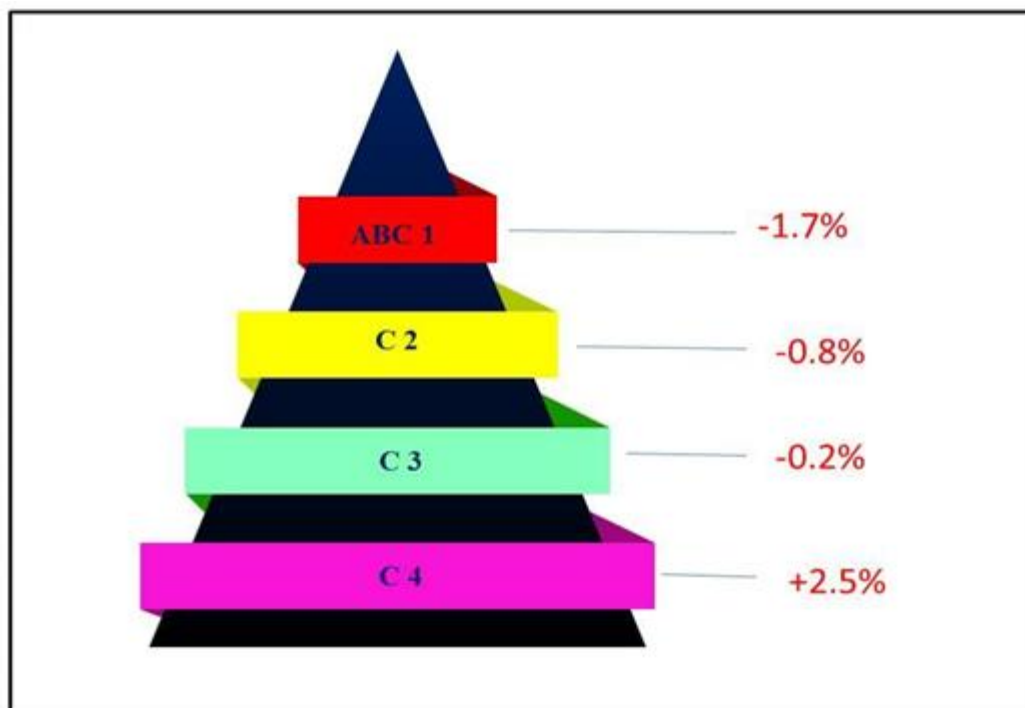


Figura 1: Pirámide Consumo - Argentina 2017

En rasgos generales, la penetración (99%) y el volumen por acto de compra (757grs) se han mantenido constantes, mientras que la frecuencia de consumo se ha visto disminuida en un 2% con respecto a 2016.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Puntos de venta

Las galletas son vendidas en diversos puntos de venta (PDV): hipermercados, supermercados, mini mercados y almacenes y kioscos.

Entre todos representan un total de más de 250 mil puntos de venta.

En la siguiente tabla se puede ver cómo el mercado tradicional sigue siendo el más importante, con una captación del 75%.

No obstante, la competidora *Empresa Y*, tiene mayor presencia (más del doble en la mayoría de los casos) que la *Empresa X*, bajo estudio.

	Hipermercados	Supermercados	Mini markets y almacenes	Kioscos
-	2400 PDV	20000 PDV	131000 PDV	100000 PDV
Distribución de Volumen	26%	24%	26%	23%
Distribución de Ganancias	24%	23%	26%	27%
\$ Share				
Empresa X	19%	14%	15%	17%
Empresa Y	40%	41%	44%	50%
Empresa Z	6%	3%	3%	15%

Tabla 2: Distribución y Share - Argentina 2017

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Volúmenes de Producción por artículo

La *Empresa X* produce en la planta bajo análisis, 74 artículos diferentes. Los mismos están distribuidos en 11 líneas de producción y sus fabricaciones se van alternando en los diversos turnos de acuerdo a la necesidad del mercado, demanda e inventarios.

Los primeros 10 productos representan para la empresa el 55,52% de la producción, que a su vez aportan el 47,87% de los ingresos de la misma.

Dentro de estos, dos son de la categoría surtidos, una de Cereal Crackers, tres son Planas, otras tres son Sándwich y la restante es Soda Cracker.

El ranking en volumen de producción y de facturación es para una de la variedad Surtidas pero su ganancia bruta no es lo suficientemente alta como para poder atacar este producto.

En el siguiente cuadro se ven los valores de volúmenes de producción, ingresos netos, ganancia bruta y sus respectivos rankings, de los primeros 10 productos.

Sub categoría	VOL (Kg) Venta	Ingresos Netos (\$)	Ganancia Bruta (\$)	%GB	Ranking Vol	Ranking IN	Ranking GB	Ranking %GP
Surtido A	6,903,633	17,204,351	3,472,146	20%	1	1	4	43
Cereal Cracker A	4,223,788	11,392,238	2,197,841	19%	2	4	7	46
Cookie B	3,424,483	14,026,905	3,541,058	25%	3	2	3	30
Soda Cracker A	3,361,273	9,610,162	-1,132,695	-12%	4	7	71	68
Sándwich A	2,531,576	12,929,264	5,239,583	41%	5	3	1	7
Surtido B	2,523,768	9,095,128	3,862,409	42%	6	9	2	5
Sándwich B	2,302,081	10,224,997	1,198,945	12%	7	6	15	53
Sándwich C	1,841,989	9,232,974	3,018,589	33%	8	8	5	19
Cookie A	1,766,137	6,436,001	2,089,707	32%	9	13	8	20

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Cookie C	1,706,230	7,088,739	1,570,301	22%	10	11	11	35
----------	-----------	-----------	-----------	-----	----	----	----	----

Tabla 3: Ventas, Márgenes, GM - Argentina 2017

Es por esto que después de estudiar el resto de las producciones de las galletitas se llegó a la conclusión de que es pertinente analizar el proceso productivo de Cookie A por su aporte del 32% de la ganancia bruta de *Empresa X*.

A su vez tiene el puesto número 9 en volúmenes productivos y el 13 en ingresos netos.

El margen de la galletitas Planas es de los más bajos. Las mismas están dirigidas a un sector bajo de la pirámide socio económica. Para mejorar el margen se puede trabajar en los precios o en la reducción de los costos productivos. Como el mercado es el mencionado recientemente y no es viable una suba en el precio, un análisis y reducción de costos es la opción a seguir en este caso.

Análisis situación scrap actual

La siguiente tabla muestra la estructura de costos de la producción de Cookie A y el porcentaje de participación de los mismos en dicho artículos (valores absolutos en \$/kg):

Costos	\$/Kg	% Participación
Costo Directo Mano de Obra	\$15.97	36%
Costos Fijos	\$11.23	25%
Costos Variables	\$1.66	4%
Costo Materia Prima	\$11.97	27%
Costo Envase	\$3.58	8%
Costo Total	\$44.41	

Tabla 4: Apertura Costos – Cookie A

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Se ha detectado que *Cookie A* presenta un scrap de producción de 10,2%. Esto se debe mayormente a la pérdida de galletas en el proceso de producción. Dentro de estas galletas, hay algunas que podrían ser recuperables si se las reingresara a la línea, en este caso la *Linea#101*.

Son los paquetes fallados los que generan la mayor cantidad de producto defectuoso y a la vez no recuperados. De resolverse esta situación se reinsertarían en la línea 180Kgs/turno, mejorando el scrap en un 1,4%.

Como se muestra en la última tabla, el Costo Directo de Mano de Obra constituye el 36% del costo final, el mayor de todos. Al mejorar el scrap se hará más eficiente el uso de dicho.

Es por todas estas razones mencionadas anteriormente que se elige estudiar el proceso productivo de *Cookie A* de manera tal de mejorar su eficiencia de producción y sus rendimientos económicos en consecuencia.

Descripción del problema

La eficiencia de una línea de producción “Eficiencia Global de la línea” ó “GE”, es la relación entre el tiempo en el cual la línea estuvo produciendo producto bueno a la máxima velocidad y la cantidad de horas usadas por cualquier motivo. Se mide en horas de producción, considerando las distintas pérdidas que pueden suceder.

Si comenzamos con las horas totales en que trabaja la planta: “tiempo máximo”, y le descontamos las horas por:

- Feriados (días no permitidos para trabajar debido a regulaciones o contratos gubernamentales),
- Falta de Demanda (Horas que la línea estuvo inactiva debido a la falta de demanda del mercado, ó Tiempo de inactividad de la línea para la introducción de nuevos equipos y productos siguiendo el proceso de CQV, ó El caso de que la línea se encuentre programada para producir pero se corte TODO el turno para que el personal de la línea ocupe otra/s línea/s),

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- Fuerza Mayor (La producción de línea se detiene debido a circunstancias que están fuera del control de la planta; por ejemplo: Desastres naturales: tornados, huracanes, terremotos, inundaciones, incendios; Interrupción de los servicios públicos suministrados externamente: sin energía, agua, gas de la empresa de servicios públicos; Huelgas generales de países / sindicatos, etc).

Entonces quedan las “horas usadas”. Dentro de este tiempo, figuran las paradas planeadas que debemos descontar las horas utilizadas para:

- Mantenimiento Planeado (Tiempo planificado para realizar actividades de mantenimiento; Ej: Actividades de CBM basadas en el calendario de mantenimiento; Resolución de Tags)
- Mantenimiento Autónomo (Tiempo planificado para realizar actividades de mantenimiento autónomo)
- Sanitización (Tiempo planificado para limpiar la máquina, para lograr los procedimientos y requisitos de calidad legales o internos. Ej: limpieza de línea, limpieza aérea)
- Cambio de Producto (El tiempo total para cambiar de un SKU a otro SKU, considerando el último buen caso del producto anterior al primer caso válido del próximo SKU que se va a producir)
- Detenciones Planeadas (Horas para realizar proyectos que no siguen el proceso CQV. Ej: Tiempo para realizar pruebas; Tiempo para reuniones de core team, Town hall, etc.)
- Reemplazo de consumibles (Parada de línea para reemplazar / recargar los consumibles cuando estos se finalizan debido al proceso / uso de producción normal)
- Largada/Fin de Producción (Tiempo total para realizar todas las actividades para comenzar y finalizar la producción. Ej: Tiempo para calentar y realizar la lista de verificación para comenzar la producción).

Y así se llega a las “Horas de Producción”.

Por último si descontamos las paradas no planeadas, llegaremos al tiempo operativo:

- Paradas Menores (Cualquier parada no planeada con duración menor a 10 minutos)

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- Manejo de Labor (Parada no planificada debido a problemas de administración laboral. Ej: Personal esperando instrucciones / tiempo de comunicación; Falta de personal calificado para correr la línea; huelgas laborales locales (que solo afectan a nuestra planta)
- Falta de Materiales (Parada no planificada porque los materiales necesarios no están disponibles en el momento y lugar correctos (debido a problemas internos o externos en la línea / planta)
- Rotura de Equipos (Parada no planificada con la necesidad de reemplazar o reparar los componentes del equipo por operadores o técnicos de mantenimiento)
- Paradas Operativas (Parada no planificada sin la necesidad de reemplazar o reparar ningún componente. Ej: Limpieza no planificada de equipos, Regulaciones de máquinas, amasados mal realizados, etc).
- Demoras de Línea (Parada no planificada de máquina en la que se mide GE debido a una parada de los procesos aguas arriba o aguas abajo o por motivos externos de la línea. Ej: Problemas de utilidad interna, Fuego interno de la planta)
- Reducción de Velocidad (Tiempo equivalente en que la línea se está ejecutando por debajo de la velocidad de diseño de ingeniería del equipo de cuello de botella)
- Defectos de Calidad (Tiempo equivalente en que la línea se ejecuta para producir un producto que no cumple con los estándares de calidad y/o tiempo para volver a trabajar el producto no conforme para hacerlo aceptable).

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018



Figura 2: Mapa de pérdidas y paradas

Métricas

Finalmente el *GE* (eficiencia) de la línea se calcula de la siguiente manera:

$$\%GE = \text{Tiempo Operativo} / \text{Horas Usadas}$$

Cualquier parada de línea, ya sea planeada o no, impacta en la eficiencia de la misma, y como consecuencia en los kg/h entregados al final de la producción.

Una de las mayores pérdidas para una línea de producción, que afecta directamente en el costo del producto, es la pérdida de *Yield*.

El *Yield* es el rendimiento de la línea, medido en la relación entre la cantidad de producto bueno que la línea produjo y la cantidad de materia prima – base seca – utilizada para producirlo.

$$\text{Yield} = \text{Producto Terminado} / \text{MP (base seca)}$$

El target para las líneas de producción, es que el *%Yield* sea de 95%.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Las pérdidas de Yield se pueden producir por dos motivos, ya sea *Scrap* o Sobrepeso (overweight - OW).

$$\%Yield = 100 - \%Scrap - \%OW$$

Cuando hablamos de *Scrap*, se hace referencia a los kgs de scrap obtenidos al final de una producción, en base a los kg de materia prima (base seca) utilizados. En caso de no tener pérdidas por *Scrap*, entonces el 100% del producto amasado terminaría en kgs de producto final/producto terminado.

$$\%Scrap = \text{Kilos de scrap} / \text{MP (base seca)}$$

En otras palabras, la materia prima (base seca) es la suma de los kgs de producto terminado + kgs de *Scrap* + kgs OW.

En una línea de producción, el scrap se puede generar en la etapa de elaboración, como en la etapa de envasamiento.

Descripción del proceso productivo

El proceso de cocción típico para una galleta es el siguiente:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

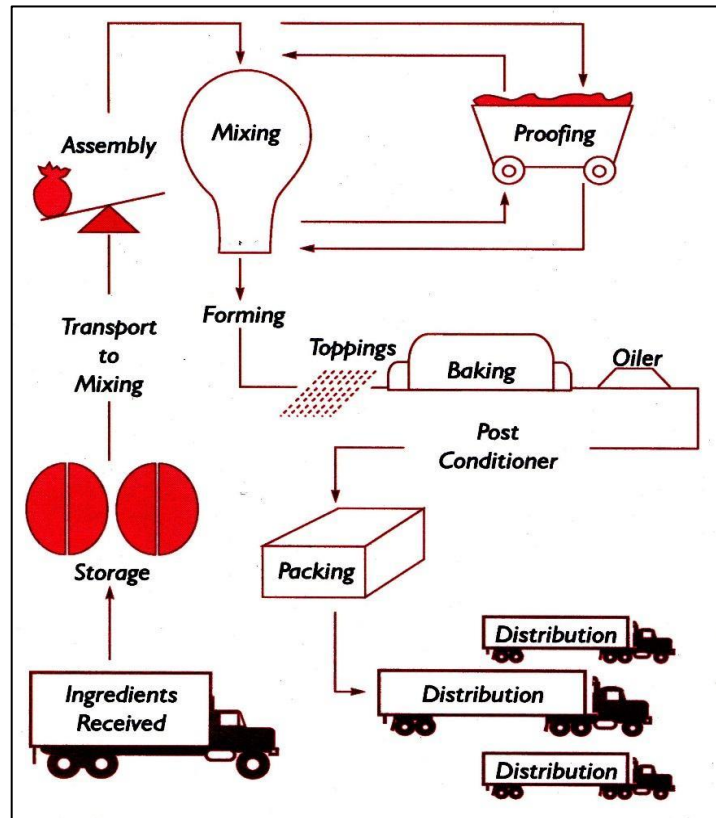


Figura 3: Proceso de elaboración y distribución

Cada una de estas unidades de operación se encuentran relacionadas y se afectan mutuamente. Por esto deben controlarse, para obtener los atributos del producto que cumplan con las especificaciones del producto terminado estándar.

Estos atributos son:

- Estructura
- Humedad
- Sabor
- Peso/Cantidad (húmedo/seco)
- Dimensiones (espesor, pila, formato, largo, ancho)
- Color
- Sal

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- pH

El proceso productivo para una galleta plana comienza con la mezcla de ingredientes necesarios, según la BOM (bill of materials) de insumos, para su elaboración. En esta planta en particular, diseñada con sistema de elaboración por gravedad, los ingredientes caen desde el 2do piso de la planta hasta el sector de mezclado/amasado, por medio de cañerías y tolvas de distribución. En el piso de amasado, se mezclan todos los ingredientes y se considera el tiempo de reposo de masa (ya sea dentro o fuera de la cámara de fermentación según corresponda). En este tipo de galletas dulces planas el reposo es casi nulo; razón por la cual se llaman “masas directas”. Esto influye en la programación de las líneas de producción dado que una vez que se encienden los equipos, sólo se debe esperar 4hs para el calentamiento del horno, y ya se puede comenzar a disponer de producto terminado.

Una vez que los ingredientes se mezclan, se vuelca la masa a las bateas utilizadas a trasladar los amasijos hasta las tolvas de alimentación de las líneas de producción. Nuevamente, se utiliza la gravedad para el llenado y distribución de las masas en la rotativa del horno.

La *Línea #101* es una rotativa con un molde de 12 copas y 20 hileras. El mismo funciona a una velocidad de 19 rpm. Una vez que la masa pasa por el sistema de rotativas, ingresa mediante transportadores a la banda del horno. El mismo tiene dimensiones de 1,20x89m de largo, y se utiliza un sistema de enfriado de galletas en ambiente natural, con cintas transportadoras de una longitud del doble del largo del horno; llegando al sector de envasadoras con la temperatura y humedad necesarias para conservar el producto de la manera correcta según los parámetros establecidos.

Esta línea cuenta con 4 envasadoras primarias Bosch, las cuales reciben a través de los cargadores las galletas para luego envasarlas *on edge*; y enviar los paquetes a través de transportadores al robot de envasado secundario.

Si observamos el proceso de generación de scrap, tenemos la siguiente distribución en la línea:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

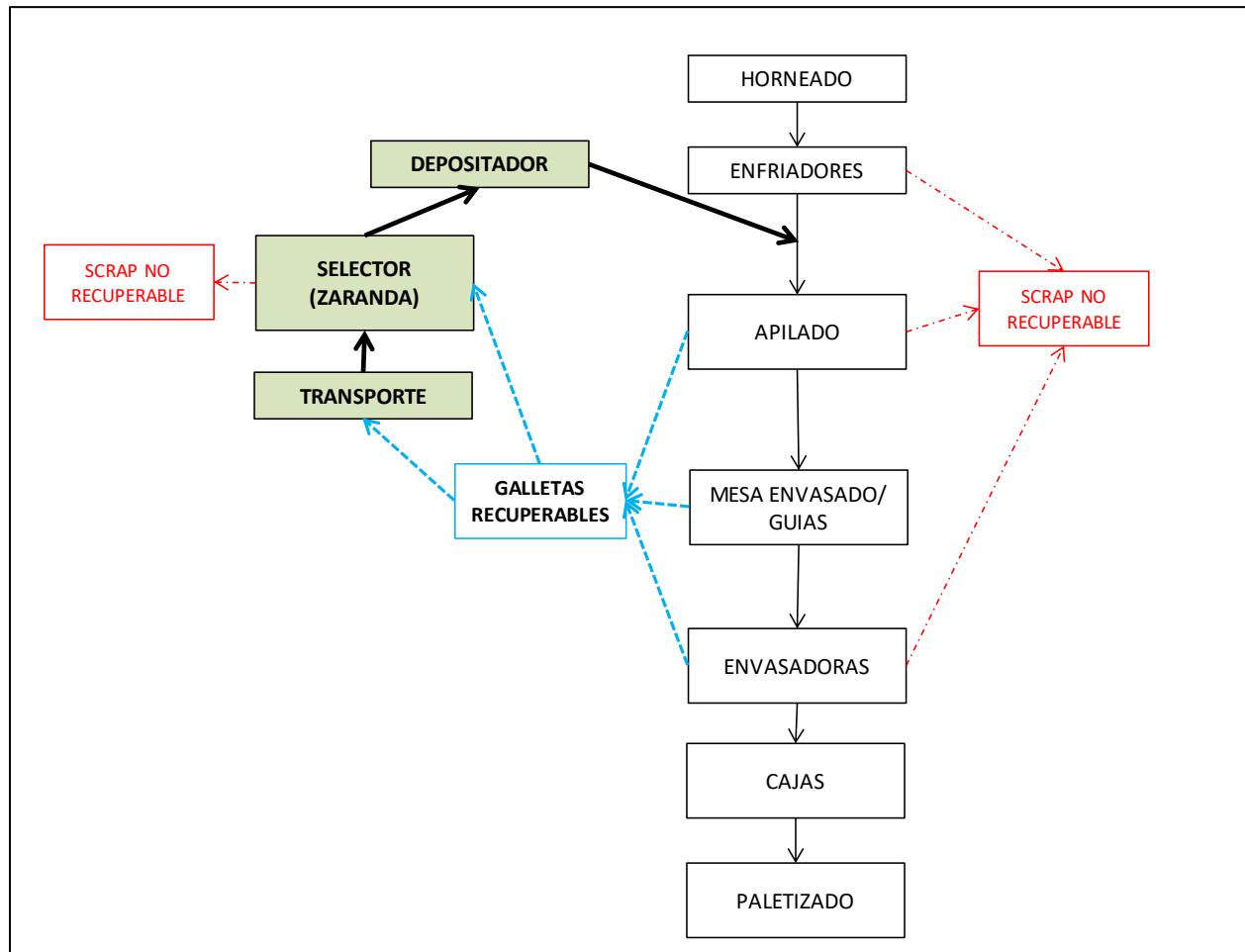


Figura 4: Flujo de proceso, generación y recupero Scrap

Donde en celeste se identifican los principales puntos de generación de scrap recuperable, y en rojo los no recuperables.

Entrando en detalle en la *Línea #101*, tenemos distintas etapas/sectores en la línea donde se produce el scrap:

En la etapa de Horneado:

- Tolve
- Transporte
- Rotativa

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

- Detector de metales
- Fondo de horno

En la etapa de Envasado:

- Dumper de enfriadores
- Mesa de empaque
- Traspaso de lonas
- Cargadores
- Trampa
- Máquinas Primarias
- Desviadores de paquetes
- Detector de metales
- Cargador de agrupadoras
- Agrupadoras
- Dumper pre-robot
- Robot

Según los datos relevados durante 2 meses de producción para la *Cookie A*, la generación de scrap tiene la siguiente distribución:

Etapa proceso	% generación Scrap	Promedio kgs/turno (8hs)
Desviador de Paquetes Fallados	29,0%	328,3
Dumper de enfriadores (salida de horno)	22,1%	249,7
Máquinas primarias (paq fallados + estibado por detención de GSA)	20,0%	226,8
Cargadores primarias (embudos)	13,3%	150,8
Mesa empaque	9,0%	101,4
Traspaso de lonas (previo cargadores)	5,2%	58,6
Trampa (previo máquinas primarias)	1,4%	15,8
TOTAL (promedio)	100,0%	175,8

Tabla 5: Generación Scrap L#101

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Según lo analizado, la mayor parte de las pérdidas se producen en el sector de envasado del producto. Parte de éstos se recogen luego de dicho proceso en el desviador de paquetes fallados y corresponden a un 29% del total de desechos. En estos casos se encuentran paquetes abiertos, mal sellados o con la gráfica corrida.

Por otro lado un 20% se producen en las propias máquinas envasadoras (modelo GSA). Aquí también se desarman paquetes fallados, pero también se encuentran galletas rotas, cortadas o quemadas. Gran parte de las galletas terminadas pueden reutilizarse, permitiendo la reducción del scrap.

En segundo lugar, el 21% del scrap se recolecta a la salida del horno, cuando se enfría el producto. Aquí pueden encontrarse galletas de formato irregular, con manchas, pegadas o quemadas.

El 13,3% se produce en los cargadores de las envasadoras primarias (en el trayecto donde la galleta llega a las envasadoras). La mayor parte de ésta se muele nuevamente para reingresar en la línea.

Un 9% del total se lo desecha cuando el producto ya está terminado pero previo a su empaque, en la mesa de empaque. Aquí se desechan todos los productos que están fuera de la especificación de forma, color, textura y dureza.

Por último, un porcentaje menor se desecha.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

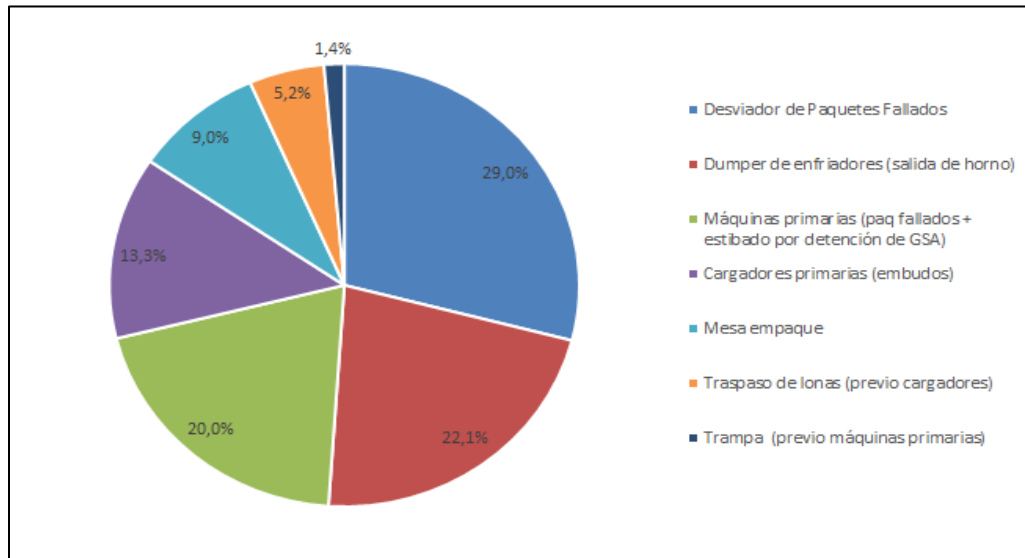


Gráfico 6: Detalle Scrap L#101

Alternativas a la solución del problema

En resumen, se observa que el 50% del Scrap se genera en el sector de las envasadoras primarias; y luego en el descarte en la salida del horno. Para poder atacar este desvío, se plantean diversas alternativas:

- 1) Compra de nuevas envasadoras, donde se mejore la cantidad de paquetes fallados debido al mal sellado del laminado, se reduzca la cantidad de fallas técnicas, y se mejore en la cantidad de mantenimientos que se deban realizar sobre las mismas → inversión aprox para 4 envasadoras primarias con cargadores automáticos: 1,2 MMUSD
- 2) Recuperador manual, agregando 3 personas en la línea para que abran los paquetes, seleccionen las galletas sanas y vuelvan a poner en la línea de producción para re-ensavar. → No implica una inversión, pero es necesario agregar 3 personas a la línea y un relevo dado que cada 3 personas de la línea es necesario. El salario promedio de cada persona es de 12.000 AR\$.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- 3) Vender scrap (alimento de chanco). Implica colocar todo el scrap y venderlo como alimento base para comida de cerdos. → No tiene inversión. Genera una ganancia 200,00 USD por tonelada vendida.
- 4) Incorporación de galletas nuevamente a la línea de envasado por medio de un recuperador de galletas semiautomático → inversión 100M USD

Elección de alternativas

Es necesario definir qué alternativa es la más viable para poder profundizar en ella y trabajar en el plan de implementación.

En primer lugar vamos a optar por tomar una visión financiera que nos ayude a seleccionar un criterio. Decidimos descartar cualquier opción que dé un valor presente negativo calculado de manera aproximada, es decir con un grado de error de pocos miles de dólares.

Estimamos las posibilidades de mejora del *%Scrap* para cada alternativa con un 80% de probabilidad. La compra de una envasadora (alternativa 1) es la que mayor impacto tiene dado que ataca el principal problema identificado: más del 50% del scrap generado surge por problemas en el sector de envasado. De acuerdo a benchmarks realizados con otras líneas que cambiaron sus envasadoras podemos concluir que la mejora del *%Scrap* será del 3,64%.

La alternativa 2, que involucra agregar personal a la línea para seleccionar galletas en buen estado (en los sectores donde hay mayor cantidad de scrap generado) y recuperarlas tiene el porcentaje de recupero menor dadas las limitaciones manuales para seleccionar galletas en buen estado, las roturas que asimismo se producen y el traslado de cajones manual. Definimos como segura una mejora del 1% en el *%Scrap*.

La tercera alternativa es la más simple dado que implica envasar en grandes bolsas y venderlo, lo cual no implica costos. A efectos de comparación, supondremos que venderemos lo mismo que se recuperaría en la alternativa 4 que a priori vemos más viable. De esta manera podremos comparar valores significativamente iguales.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Acerca de la última alternativa ya hemos mencionado que es muy probable que se produzca una optimización del 1,4% en la métrica objetivo.

Estas mejoras se traducen en volumen extra producido al año, que se reflejan en el siguiente gráfico (en toneladas por año)*:

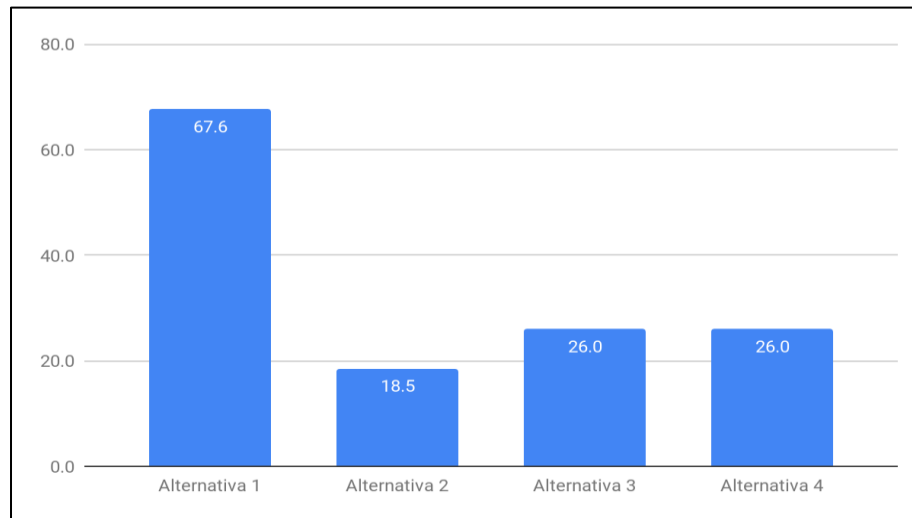


Gráfico 7: Volumen Incremental (tns/año)

*Para la alternativa 3 no se trata de producción extra sino venta de la producción defectuosa.

Para calcular el cash flow es necesario estimar los ingresos después de impuestos que se obtienen a partir de este volumen incremental. Se debe entender que el margen bruto es superior a medida que disminuye el scrap, dado que se utiliza de modo más eficiente la materia prima, mano de obra y costos asociados. A efectos de mantener la simplicidad del análisis, tomaremos el baseline que es de 834,5 dólares por tonelada producida de ingreso neto y simularemos una mejora proporcional a la optimización del %Scrap. En el siguiente gráfico podemos ver el ingreso neto en miles de dólares al año para cada alternativa, dado el volumen extra producido:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

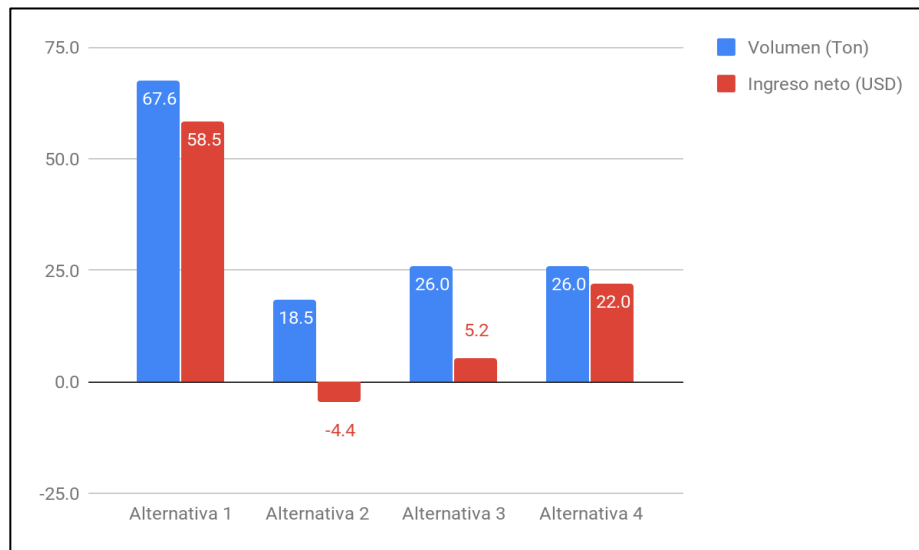


Gráfico 8: Volumen Incremental (tns/año) vs Ingreso Neto (USD)

Para calcular el valor actual neto tomamos un horizonte de 10 años y la tasa de corte de la compañía que es 8%. A continuación se ve el VAN estimado para cada alternativa dada la inversión necesaria y el ingreso neto calculado:

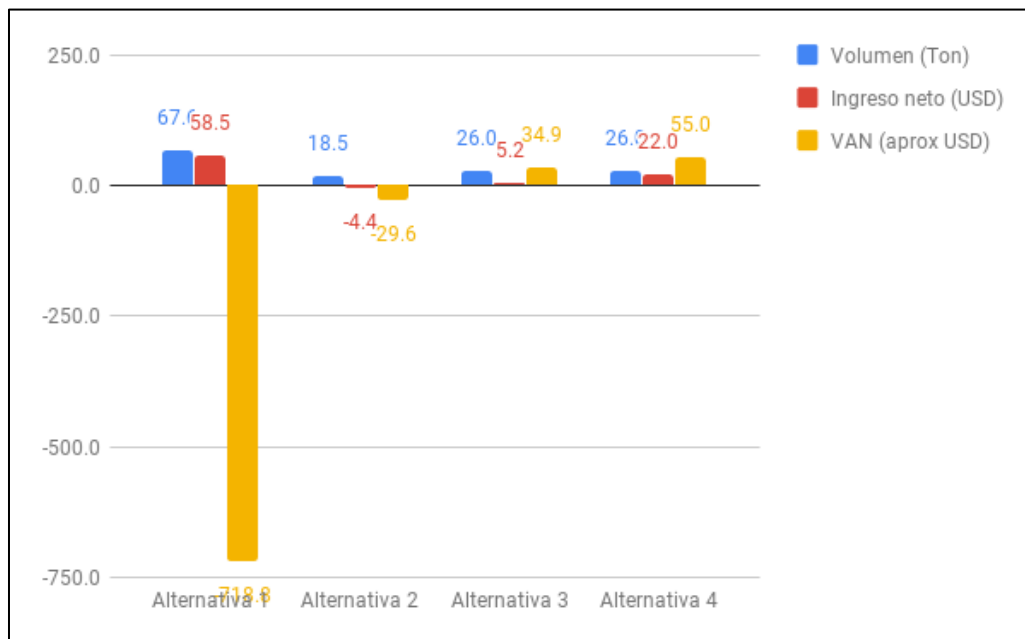


Gráfico 9: Apertura Alternativas

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Podemos observar que, pese a que la mejora en %Scrap es muy superior en la alternativa 1, la alta inversión requerida no se compensa y por eso decidimos descartar esta opción. Dado que los valores de VAN son contundentes, estamos confiados en esta decisión y no se requiere de hacer un análisis más detallado.

Por el lado de la alternativa 2, la venta de las toneladas extra recuperadas no compensan los 4 salarios mensuales adicionales a pagar. Por esta razón descartamos esta opción.

Según el criterio establecido, las alternativas 3 y 4 son todavía válidas a pesar de que esta última tiene un mayor retorno.

Para decidir entre ambas opciones decidimos además de evaluar la arista financiera, agregar otras dimensiones al problema que pueden verse en la siguiente tabla:

Alternativa 3	Alternativa 4
Menor riesgo asociado al no haber un proceso adicional	Mayor valor actual neto
El mayor manipuleo del scrap implica más suciedad y contaminación visual en la planta	Resultados más estables hacia el futuro por no depender de otra industria
	Reducción de huella de carbono: no se usa transporte para llevar el scrap
	No se utiliza plástico extra para embolsar el scrap
	Mejora de imagen en planta y valoración del trabajo entre los operarios por reinsertar producto bueno a la línea, y no destinarlo a destrucción/chanchero.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Tabla 6: Comparación Alternativas

Dado que no se registran mejoras significativas y el valor actual neto de la inversión calculada es un 50% mayor para la alternativa de recuperador semiautomático, decidimos avanzar con esta opción.

Descripción del recuperador

El recuperador de galletas es un equipo que recupera no sólo el scrap que se genera en la línea, sino que también ayuda al orden y limpieza en el sector. Genera un circuito de recupero de galletas que sin él sería más laborioso de recuperar, y en muchas veces destinado a ir a write off (producto final que se envía a destrucción), generando un impacto en el costo del producto. Básicamente, el recuperador tiene como función recuperar las galletas que aún se encuentran dentro de especificaciones y controles de calidad correctos, para devolverlos a la línea de producción y así mantener el balance de masa.

La capacidad del sistema de recupero se estima en una capacidad máxima, una mínima, y un promedio de galletas/minuto. Este sistema debe poder absorber los picos de máxima exigencia, pero idealmente trabajar a una velocidad promedio.

Teniendo en cuenta los datos de la *Línea #101*, se tiene lo siguiente:

Peso galleta	Recupero máx	Recupero real acordado	Galletas recuperadas	Caudal de galletas	Tiempo real operando	Caudal de galletas real	Pico demanda (+40%)
7,4	300	180	24.324	51	6	68	88
gr/uni	KG/turno	KG/turno	uni/turno	uni/min	horas/turno	uni/min	uni/min

Tabla 7: Datos recuperador

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

La cantidad máxima de scrap recuperable estudiado en la línea es de 300 kg/turno. De esto se estima que el 20% puede perderse por roturas y otros antes de volcar en dosificador, por lo que el máximo teórico a incorporar a la línea sería de 240 kg/turno.

Considerando los datos estudiados de la línea de producción, se define 180kg/turno final de recupero para la dosificación. Se tomará éste valor como base de cálculo para todo el diseño y especificaciones técnicas.

El caudal promedio a incorporar a la línea es de 68 galletas/min. Por experiencia con recuperadores se sabe que en algunas oportunidades se sobresatura el selector. Es por esto que se definirá un pico de demanda de ingreso a la línea de 88 galletas/min (+40% del promedio). Este pico de demanda es únicamente a los fines del diseño del recuperador y de las consideraciones que deban tomarse en la línea. No se debería operar a esta velocidad por tiempo continuo, sino que debe tomarse únicamente como excepción.

El sistema de recupero es alimentado manualmente por los operadores de la línea, por lo que el caudal varía constantemente en función a esa operación. La capacidad real final estará dada principalmente por este factor variable. Sin embargo se tomará esta velocidad promedio y máxima como referencia, tomando en consideración también la experiencia con recuperadores anteriores.

Por último, este equipo se diseñará para aceptar los volúmenes mencionados, pero se debe tener en cuenta que en el mediano y largo plazo el desempeño de la línea debiera mejorar, reduciendo las galletas a recuperar. En base a esto, se espera que las capacidades máximas nunca se superen en el tiempo, sino que se reduzcan gradualmente.

El balance de masa total no se verá afectado, ya que la cantidad de galletas que entran al horno se mantiene constante. Sin embargo habrá una nueva cantidad de galletas que reingresará a la mesa de envasado. Esa cantidad es igual a 68 uni/min, con un pico de 88 uni/min. Esta cantidad se debe repartir entre las 4 (cuatro) envasadoras, para determinar si tienen capacidad de procesamiento adicional. Esta cantidad adicional es de 17 uni/min en promedio, y de un pico máximo de 22 uni/min por cada envasadora en momentos puntuales.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Según lo analizado, ese volumen adicional es bien tolerado por los equipos actuales.

El recuperador de galletas tiene el siguiente diagrama:

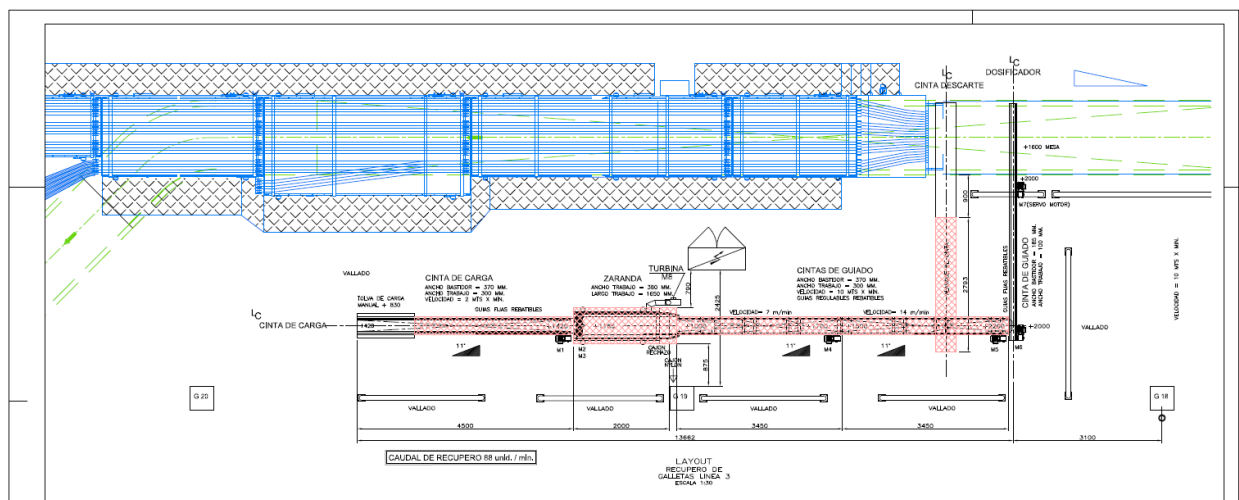


Figura 5: Layout Recuperador

Este equipo se alimenta en forma manual, por lo que la velocidad de ingreso a la línea es variable. El equipo debe poder cumplir con el caudal promedio definido anteriormente, y el máximo eventual.

Durante la producción se recolectan los paquetes mal sellados en cajones que luego serán trasladados por los operarios manualmente hasta la tolva de carga manual. En esa posición los paquetes serán abiertos y las galletas incorporadas a la cinta de carga. La misma trasladará a las galletas hasta llegar a la zaranda; la misma se compone de una malla con tamaño de agujeros de dimensiones levemente menor que la galleta en cuestión, para poder descartar las galletas partidas, y que continúen por el recuperador únicamente las galletas enteras. La zaranda tendrá una turbina (soplador) que le inyectará el viento necesario para descartar cualquier tipo de papel/laminado (plástico) provenientes de los paquetes abiertos manualmente, y así evitar que el mismo reingrese a la línea de producción.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Una vez que quedan las galletas “buenas”, entonces se utiliza un sistema de 2 cintas de distinta velocidad, de manera tal que las galletas que ingresan a la segunda cinta (de mayor velocidad) lo realizan con una separación adecuada, ordenando así las galletas que retornarán a la línea de producción mediante una cinta retráctil. El mismo distribuirá uniformemente las galletas recuperadas a la mes de envasado, post selección.

Se espera un recupero de scrap del orden de 180kg/turno, lo que equivale a 1,3% (sobre 13.300 kg/turno de producción estándar).

Esto mejora el output y como consecuencia la eficiencia general de la línea.

Consideraciones del recuperador

El sistema de dosificación de galletas debe evitar la dosificación de galletas apiladas para evitar atascamientos. Debe entregar galletas enteras, ya que las rotas o partidas quedan retenidas en el selector (zaranda).

No hay modificaciones con respecto al packaging, sólo se tiene en cuenta que debe poseer aspiradora para el film plástico que pudiera quedar en el desarme de los paquetes. El equipo debe poder cumplir con las cantidades estándar y máximas de recupero planteadas, y cumplir con las exigencias de Food Safety y HSE correspondientes.

Con respecto a limpieza y sanitización, se deben incluir aletas rebatibles en los bordes de las bandas o sistema similar, para facilitar la inspección y limpieza. Ruedas en todos los transportes para su movilización, módulos en las plataformas para su movimiento; de manera tal de asegurar una fácil tarea de limpieza en todos los casos.

Etapas del Proyecto

El proyecto bajo análisis puede separarse en varias etapas, en donde en cada una de ellas se van a ir cumpliendo los estándares establecidos por la empresa de manera tal de llegar a los resultados esperados.

En el siguiente flujo se ve representados los ocho pasos a seguir:

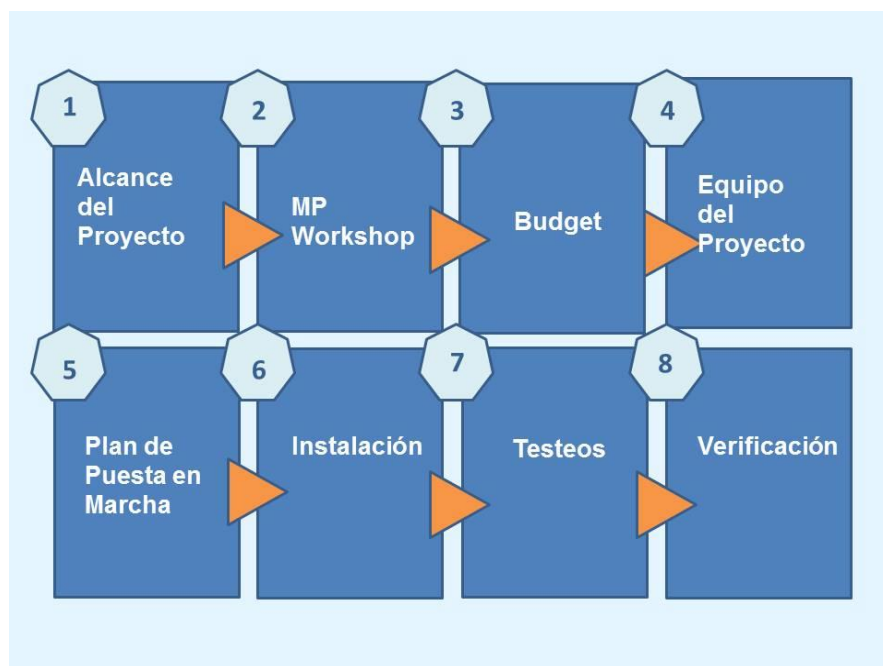


Figura 6: Etapas Proyecto

En una primera instancia se deberá definir el alcance del proyecto. En este caso, el mismo es únicamente instalar un recuperador de galletas en forma paralela a la línea de producción. Esto significa que no se va a modificar la receta de las galletitas, como así tampoco la calidad de las

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

mismas. No se van a medir las especificaciones de la galleta, ni la performance de la línea de producción. Se considerará que la línea performa en condición base, cumpliendo con sus indicadores de scrap, output, overweight actuales.

Como se vio anteriormente, las *cookies* pueden ser recuperadas en tres momentos dentro de su línea productiva: en el apilado, en la mesa de envasado y en las envasadoras. Dentro de cada una de estas tres etapas nombradas, hay scrap que cae de la línea a cajones a través de tolvas recuperadoras. Estas galletas en la actualidad no son recuperadas. Es por esto, que el objetivo entonces es, recolectar estas galletas que han salido de la línea y depositarlas manualmente en el recuperador bajo estudio. Las mismas pasaran por la zaranda para luego ir al depositador y reingresar a la línea después del enfriador y antes del apilado.

No hay diseño de nuevo producto en este proyecto, ni modificaciones al producto. No se esperan desvíos en la calidad del mismo. El recupero de galletas incorpora una zaranda para la separación de galletas rotas, por lo que cualquier unidad no apta será discriminada antes de reingresar al envasado.

En conclusión, se puede establecer que no va a haber procesamiento, solo transporte y selección de producto con el nuevo equipamiento.

Se debe considerar la validación del selector (galletas rotas). Para esto se ha evaluado que se debe tener en cuenta como criterio de aceptación y/o de diseño, verificar mediante ensayos en planta, que no deben pasar galletas rotas. Este criterio es de carácter cualitativo.

El segundo paso de ensayo es la realización del MP Workshop (*Maintenance Prevention Workshop*) o Taller de Prevención de Mantenimiento. Este punto va a ser explicado en detalle posteriormente. Las personas involucradas en esta etapa son los operarios de la línea L#101 de las *cookies* A y el líder del proyecto.

En la planta ya se han instalado otros recuperadores en otras líneas dado que se presentaba el mismo problema. Entonces es obligación del *VSU Team* analizar las líneas en donde el recuperador ya ha sido instalado y verificar si existen riesgos, anomalías o mejoras a tener en cuenta al momento de instalar el nuevo recuperador. El tiempo establecido para este estudio es de 1 turno (8 horas). Dado que los operarios no trabajan fijos en una línea si no que depende de las líneas que se encuentren productivas, la asignación de ellos, la línea L#101 seguirá funcionando de la misma manera, sin interrupciones.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

El tercer paso es analizar el presupuesto involucrado seguida de su posterior aprobación. Aquí se deberá tener en cuenta no solamente la inversión inicial sino también los gastos asociados a todo el proyecto previo a la puesta en marcha de la máquina. Dentro de éstos tendremos los gastos asociados a las pérdidas de producción como consecuencias de las paradas de la línea, la mano de obra asociada a la instalación de los equipos como así también los materiales e insumos necesarios para que el proyecto se lleve a cabo. La definición del equipo del proyecto será el cuarto y siguiente paso de este proyecto. Estará dirigido por un *Project Leader* del equipo de Ingeniería, quien deberá trabajar junto con las áreas de Manufactura (más precisamente con el Ingeniero de Procesos), Mantenimiento y Eléctrica y finalmente con el departamento de Calidad. El Plan de Puesta en Marcha es el siguiente paso. Aquí se definirá cuántos turnos serán necesarios para realizar set up, pruebas y verificación del recuperador. En este caso, la empresa bajo estudio determina que son 2 los turnos involucrados para cumplir con la condición estándar de funcionamiento. Será llamada la etapa de Testeos.

El siguiente paso es la instalación del equipo. En este caso se considera que dos semanas es tiempo suficiente para su correcta instalación. Esto se deduce de casos anteriores en donde se hizo la instalación en líneas paralelas.

En la fase de testeo o *Vertical Set Up* la línea estará en producción con la única característica de que las galletas no serán utilizadas para la venta; no se encuentran aptas para su comercialización, dada su condición de “bajo estudio”. La línea estará en funcionamiento con la zaranda y todos los equipos ya instalados pero estas galletas no se considerarán aptas para la venta dado su condición de “bajo testeo” por lo que este gasto deberá ser incluido también en el cashflow.

Finalmente, el último paso es la Verificación. Aquí la producción es considerada estable, ya el proyecto fue dado como aprobado y la responsabilidad de la performance del equipo estará a cargo del equipo de Manufactura. A diferencia de la fase anterior las galletitas no son descartadas, sino que todo se utiliza para la venta. Esta etapa tiene una duración de 42 turnos. Una vez concluidos estos turnos, el proyecto se da por cerrado.

Resultados del MP Workshop

Como se describió con anterioridad, el objetivo del MP Workshop es recolectar la información necesaria para lograr el menor riesgo y errores en la instalación de un nuevo equipo.

Los operarios, guiados por el *Project Leader* realizan un análisis de las recuperadoras ya instaladas en la planta y detectan cuáles pueden ser los factores que puedan afectar el trabajo en la instalación actual y buscan mitigar los riesgos posibles.

Este proceso se ha ya realizado con anterioridad y el total de los riesgos y problemas se detectaron básicamente en el proceso de envasado.

Dentro de los mismos podemos dividirlos en diferentes categorías: Seguridad (de los equipos/procesos para evitar accidente. También se analiza el entorno), Calidad (revisar que los equipos tengan características que generen bajo nivel de defectos de calidad de galletas), Confiabilidad (equipos estables en su funcionamiento y que eviten paradas no planeadas), Mantenimiento (equipos y procesos que tengan un fácil acceso de inspección para revisión de desgastes y rápido cambio de partes) y Operaciones (Equipos / Procesos con características que aseguran el correcto manejo durante la operación y durante el changeover (flexibilidad) a la velocidad de operación deseada. Esto también incluye Mantenimiento Autónomo (AM) con características relacionadas con la limpieza, inspección y lubricación.

Once de los problemas o riesgos encontrados en este recuperador fueron referentes al área de Seguridad. Entre ellos se detectaron:

- La posición actual de los ganchos sujeta bolsas pueden ser peligrosos.
- Las guías pueden ocasionar atrapamiento o golpe por caída brusca.
- Se pueden ocasionar atrapamientos en el sistema de engranajes.
- Se pueden ocasionar atrapamientos en los rodillos.
- Se dificulta la extracción de los cajones con descartes. Posición de trabajo es incómoda.
- Las guías tienen un ángulo de apertura excesivo y pueden ocasionar lesiones.
- Se pueden atrapar miembros y se genera acumulación de producto.
- Cualquier persona puede ingresar al tablero.
- Se observan partes del equipo dañadas.
- Cables no aptos en la empresa.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Dentro de las acciones recomendadas se pueden nombrar:

- Colocar pinzas sujeta bolsas.
- Rediseñar la guía.
- colocar protección en la parte posterior a engranajes.
- Rediseñar un sistema de extracción más cómoda.
- Colocar guardas de protección y guías laterales
- Colocar cerradura con llave codificada
- Se pide utilizar materiales más robustos.
- Utilizar tipo de cable "Sintenax".

En cuanto a los problemas relacionados con la Calidad, se encontraron:

Problema / Riesgo	Acción Recomendada
Difícil acceso a la inspección y limpieza	Colocar sistema de apertura más simple.
Se pueden atrapar miembros y se genera acumulación de producto	Colocar guardas de protección y guías laterales
Las soldaduras no son sanitarias	Se piden rediseñar las piezas para evitar soldaduras innecesarias
Este tipo de sujeta cables ya no se utilizan en la industria alimenticia.	Usar métodos más prolijos para el cableado del equipo

Tabla 8: Riesgos relacionados a Calidad.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

Los riesgos pertinentes al mantenimiento de la máquina fueron:

Problema / Riesgo	Acción Recomendada
Se observa cañería con flexibles con roscas dañadas	Los tableros se deben colocar de forma prolija y con cañería fija.
Difícil acceso a la inspección y limpieza	Colocar sistema de apertura más simple.
Cualquier persona puede ingresar al tablero	Colocar cerradura con llave codificada
Se rompe fácilmente la traba debido a la vibración del equipo.	Colocar una traba más robusta.

Tabla 9: Riesgos relacionados a Mantenimiento.

Finalmente, en el sector operaciones:

Problema / Riesgo	Acción Recomendada
Se observa poco espacio de paso con cajones.	Observar Lay out con detenimiento.
Acumulación y caída de producto	Asegurar que las transferencias no generen acumulación de producto y consecuente caída al piso
El ancho del selector es menor al ancho de la banda de ingreso generando acumulación	Debe tener al menos el mismo ancho que la banda de ingreso
No se tiene referencia de cuando está en funcionamiento el equipo y no se encuentra identificado cada tramo.	Colocar testigo luminoso verde y rojo. Identificar cada tramo del equipo.

Tabla 10: Riesgos relacionados a Operaciones.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

En conclusión, se puede decir, que el MP Workshop cumple una función por demás importante a la hora de evaluar la compra e implementación de una nueva maquinaria. A su vez, se escucha la voz de los operarios, que son los que más experiencia tienen en el uso de equipos similares, y de los técnicos; por lo que su input tendrá impacto en el diseño del nuevo equipo. Arroja resultados realmente relevantes a tener en cuenta para hacer más eficiente la implementación y *Vertical Start Up* del recuperador en la línea L#101 en estudio.

Gantt del Proyecto

Entrando en detalle en el cronograma de tareas para el montaje y puesta a punto del recuperador, se define un cronograma de 3,5 meses de duración, comenzando con el proveedor ya seleccionado.

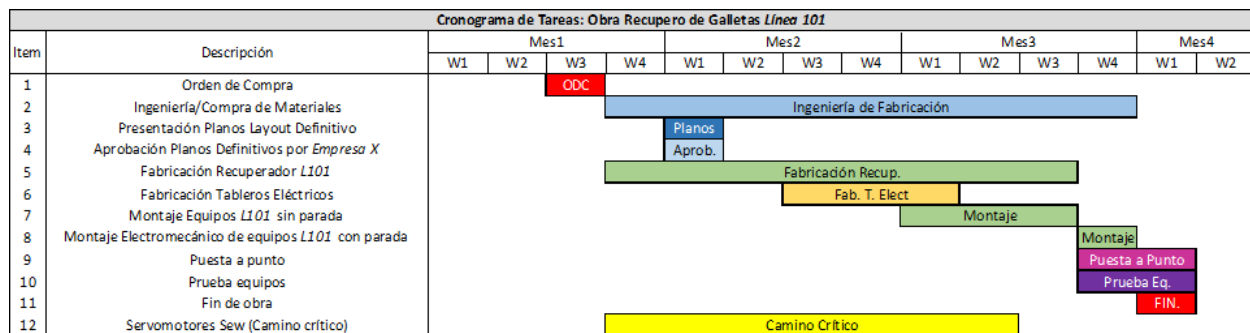


Figura 7: Gantt Proyecto

Una vez colocada la orden de compra, se trabaja en la ingeniería y presentación del layout/planos del recuperador. Se trabaja no sólo con el proveedor sino que se analizan a su vez mejoras en recuperadores de línea ya existentes en la planta, logrando así un ciclo de mejora continua y aprendizaje con los operadores de la línea.

La fabricación del recuperador se estima que durará 2 meses, para luego realizar el montaje en la línea de 1 semana de duración. Durante este montaje, se debe considerar que la línea deberá estar

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

parada, sin producción. Por lo que se deberá considerar estos tiempos junto con el equipo de planning y producción, de manera tal que los inventarios y la venta no se vean afectados por esta parada.

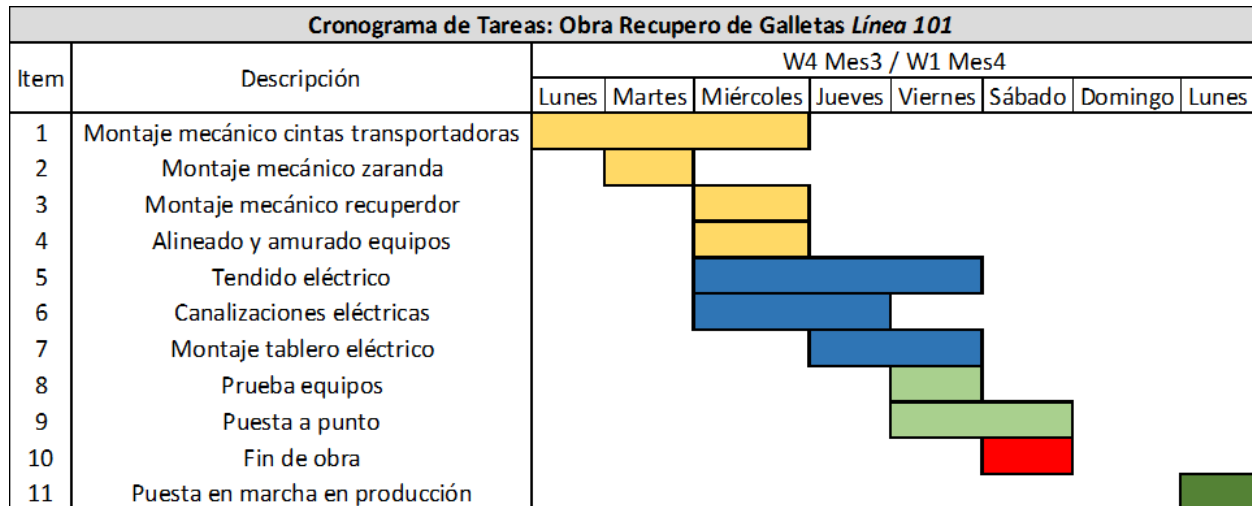


Figura 8: Gantt Proyecto apertura Semanal

Durante esta semana, entrando en detalle en la instalación del recuperador, primero se comenzará con el montaje de mecánico de las cintas transportadoras, para luego continuar con el montaje de la zaranda y el recuperador.

Luego se amurarán los equipos y comenzará el tendido eléctrico junto con el montaje del tablero.

Finalmente se realizará la prueba de los equipos para dar lugar a la puesta en marcha en producción.

Especificaciones Técnicas del Recuperador

Etapas del proceso de instalación

- Construcción e instalación de una zaranda vibratoria con su estructura en altura de 600 a

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

800 mm (hoja de acero inoxidable calidad AISI 304L con perforaciones cuadradas pulidas y paso aproximado de 39 mm). La chapa debe ajustarse con clamps a la estructura para ser removida fácilmente.

- Construcción e instalación de un soplador para restos de film plástico de los envases.
- Construcción e instalación de 3 cintas de transporte ascendentes (con inclinaciones menores a 12° para evitar deslizamientos) con ancho útil de banda variable desde la salida de la zaranda hasta aproximadamente 50 mm (apenas mayor al diámetro de una galleta). Instalación de guías y deflectores para guiar las galletas en la reducción del paso.
- Construcción e instalación de cinta retráctil con ancho útil de banda de 50 mm desde el cual se dosifica a la cinta de alimentación del alineador de a una galleta por fila. El recorrido total a lo ancho de esta cinta es de 1300 milímetros aproximadamente. Este “brazo” debe estar servo-motorizado y se deben utilizar rodamientos lineales con guías DIN normalizadas.
- La altura de la cinta a la altura de la plataforma actual (punto ideal de dosificación del recupero) es de 1,6 metros aproximadamente (la elevación total desde la zaranda es por lo tanto aproximadamente de 1 metro).
- El recupero previsto es de 60 galletas por minuto en promedio y 100 por minuto pico máximo.
- Adecuar la salida del transportador y la plataforma del dumper en zona de ingreso galleta recuperada.
- Todas las cintas deben ser doble tela recubierta en PU. Una vez finalizado el diseño, el proveedor deberá enviar los desarrollos de las bandas para licitar las mismas y definir fecha de colocación sobre los equipos.
- Todos los transportadores deberán poseer guías de acero inoxidable AISI 304L abisagradas entre la estructura y la banda.
- Todas las cintas deben incluir rascadores con contrapeso.
- Todas las estructuras (chasis) deben ser de acero inoxidable (calidad mínima 304L).
- Todos los transportadores con apoyo a nivel del piso deben ser desmontables para limpieza en seco out of place (con ruedas y una posición fija de trabajo Poka Yoke).
- Lógica operativa:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- El sistema de recupero debe encenderse manualmente para iniciar la descarga del producto a recuperar y apagarse manualmente.
- El sistema de recupero de galletas debe apagarse automáticamente con la parada de la cinta anterior al alineador (sobre la cual se dosifican las galletas recuperadas)
- El proveedor deberá cumplir con el check list de diseño sanitario.
- Los transportadores deberán poseer tensores de banda.
- Los equipos deben contar con una estructura rígida, sin partes ciegas o de difícil acceso de manera que no acumulen suciedad. Por tal motivo los bastidores de todos los transportadores, independientemente de su ancho y su forma superficial, deberán contar con un perfil similar al detallado a continuación:



Figura 9: Perfil

- Los tramos de los bastidores deben ser unidos mediante placas y bulones. No se aceptarán tramos de transportadores unidos mediante soldadura.
- Los transportadores deberán contar con un dispositivo neumático que mantenga alineada y centrada la banda. El mismo deberá ser controlado mediante sensores ópticos y deberán conectarse a través del PLC para poder controlar su funcionamiento.
- Los transportadores que superen los 10 mts de longitud deberán contar con dos dispositivos neumáticos que mantenga alineada y centrada la banda.
- En todos y cada uno de los dispositivos neumáticos como correctores, punteras retractiles, etc. se deberá colocar una válvula de cierre con despresurización y posibilidad de aplicar LoTo.



Figura 10: Válvula Festo Cierre HE-D-MINI 170681

- Para garantizar el correcto funcionamiento de los correctores se deberán configurar los conectores de tal forma que por impericia no se cambien las mangueras.
- Todos los rodillos deben ser mecanizados y contar con un espesor mínimo de 3 mm. Los mismos deben estar contruidos con rodamientos adecuados para la solicitud. No se aceptarán rodillos que cuenten con bujes de ningún tipo de material.
- Los self lube utilizados en los rodillos deben ser cerrados para evitar cualquier enganche de prendas y/o acumulación de suciedad.
- Los equipos no deben contar con bulones o tuercas que por vibraciones o mal ajuste puedan caer dentro del producto. Por tal motivo deberán usarse tuercas del tipo autofrenante arandelas planas y grover.
- Los rodillos tensores y todos aquellos que se encuentren sometidos a elevadas tensiones tales como los que conforman el envío y retorno de mandos deberán estar contruidos con rodamientos a rodillos oscilantes, caño Schedule 80 y retén debido a que los mismos no poseen protección. El eje de los mismos no deberá ser inferior a 30 mm de diámetro y los tornillos o bulones utilizados para la sujeción de los mismos deben ser calidad 10.9 o 12.9 según DIN 267.
- Los tensores deberán ubicarse en el retorno de la banda.
- Todos los rodillos aéreos deberán contar con un sistema que impida su caída en caso de rotura del mismo.
- Los rodillos de todas las punteras que se encuentren en altura deberán poseer una vinculación al bastidor mediante aros con cadena para evitar su caída en caso de rotura del mismo.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- Todos los transportadores aéreos deberán contar con doble cuchilla rascadora con regulación individual y tolva de recolección de miga. Ver esquema.

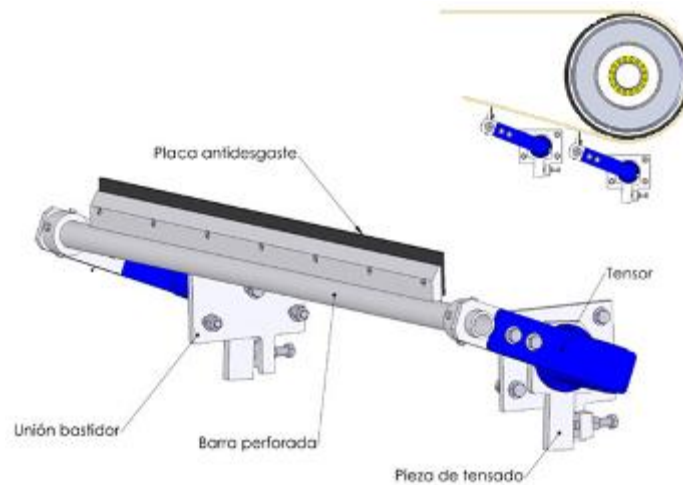


Figura 11: Detalle transportadores

- El material de las cuchillas rascadoras deberá ser de poliuretano.

Mandos:

- Los mandos de las cintas rectas deberán ser diseñados de forma tal que posean la misma motorización. Dicho esto el proveedor deberá entregar cuando comience el trabajo un moto-reductor, una puntera y un juego de cuchillas de repuesto.
- La motorización deberá realizarse mediante moto-reductor coaxial, piñon y cadena.
- El cobertor de la cadena de mando deberá poseer un visor de policarbonato que permita observar los piñones y/o engranajes.
- Los mandos deberán ser diseñados de manera de poder cumplir con las velocidades requeridas a una frecuencia de 50 Hz.
- Los tambores serán engomados con goma sanitaria y un espesor mínimo de 8 mm. con una dureza mínima de 60 Shore A.
- Los moto reductores serán marca SEW de alto rendimiento (deberán contar con tapones de carga, purga y nivel de acuerdo a su montaje)

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- El factor de servicio de los moto-reductores de ser $\geq 1,3$.
- Las cadenas utilizadas en todos los sistemas de transmisión de primera marca del mercado.
- Los mandos deberán poseer algún sistema que permita extraer los rodillos sin desarmar las placas laterales (preferentemente con un corte en la placa que permita extraer el rodillo para abajo).
- Los mandos aéreos deberán tener cáncamos o soportes que permitan la sujeción de los mismos en caso de necesidad de bajarlo para tareas de reparación y/o mantenimiento. Por tal motivo deberán adicionar soportes al techo para realizar la tarea mencionada.
- Los equipos que no estén lubricados de por vida deberán tener sistemas de engrase fácilmente accesibles.
- Todas las partes móviles deben ser lubricables.
- Todos los vértices deben tener un radio mínimo de 5 mm.
- Guardas-Protecciones:
 - Las protecciones deben ser diseñadas de modo de ser fácilmente reemplazada en caso de rotura o extravío.
 - Todo tipo de protecciones o puertas de acceso, que el operador pueda abrir sin el uso de herramientas, deberán poseer un enlace con la alimentación del equipo de modo tal que el mismo no funcione si la protección es retirada o una puerta se encuentra abierta.

Materiales

General:

- Las partes deben ser construidas pensando en una alta producción y performance. Los mecanismos deben ser robustos con construcciones de alta calidad de materiales y ajustes que permitan un uso intensivo con mínimo mantenimiento.
- No se podrán utilizar materiales que contengan asbestos.
- No se podrán utilizar materiales como Mercurio, Cadmio o antimonio.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

- No se podrá utilizar Madera.
- No se podrán utilizar soldaduras con aleaciones de plomo o estaño.
- No se podrá utilizar vidrio en ninguna aplicación. En reemplazo de deberá utilizar policarbonato cristal resistente a rotura o rajaduras por golpes.
- Acero al carbono SAE 1020 para las estructuras (salvo chasis de los transportadores indicado previamente)
- Rendas al techo: Caño cuadrado de 40 x 40 x 3 mm de espesor con arriostramiento triangular para evitar el balanceo de la estructura.
- Todas las fijaciones al techo deberán hacerse de tal forma que las brocas trabajen solicitadas al corte.

Terminación:

- Se deberán pulir todas las soldaduras y eliminar cantos vivos.

Indicadores de éxito

Para garantizar el éxito de este proyecto, se tienen en cuenta los siguientes indicadores que permitirán mantener y cumplir con los objetivos/indicadores de performance de la planta.

Los mismos se medirán en cada etapa del proyecto, tanto en la etapa de testeos como en la etapa de Verification.

Comenzando con Seguridad, el proyecto deberá considerar cero accidentes durante todo el transcurso del mismo. Se debe mantener la integridad de los empleados de la empresa, desde que salen de sus casas hasta que regresan.

En cuanto a Calidad, se deberá tener en cuenta que no haya impactos en los indicadores de Calidad. Para esto tal como se mencionó, un punto a considerar es el posible ingreso de

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción 2018

laminado/material plástico a la línea de producción. Por eso se colocó el soplador de productos extraños.

Siguiendo con la Entrega/Output del proyecto, se medirá que los kg recuperados por turno sean efectivamente los 180 kg/turno mencionados. Para esto, en la etapa de testeo, se compromete que en el primer turno se recuperarán 50 kg/turno, en el segundo 100 kg/turno, y ya en el tercero 180 kg/turno.

Respecto a los costos de producto se asume como aceptable un desvío de +/- 5%. Y se considera que habrá un impacto positivo en sustentabilidad de 0,340 kg/turno de film no utilizado gracias al recuperador.

Por último, el 100% de los operarios deberá ser entrenado para poder utilizar correctamente los equipos instalados.

Estudio económico financiero

Se estima una inversión de 100.000 USD. Ésta se conforma de lo siguiente:

- Compra de la máquina recuperadora descrita anteriormente. Se cotizó con la empresa proveedora *Empresa M* a un valor de 83.000 USD.
- Compra de bandas para el transporte de las galletas nuevamente a la línea. Fueron cotizadas con dos proveedores: *Empresa M* y *Empresa P* en 3.000 USD.
- Se estiman adicionales por válvulas, transporte y setup (2 turnos con descarte al 100%) de 14.000 USD.

Para estimar el retorno de esta inversión estimada debemos primero proyectar el cash flow de la misma.

Primero vamos a estimar el estado de resultados resultante de la recuperación de galletas:

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Como ya vimos se van a recuperar 26 toneladas de producto al año, lo que resulta en 39.000 USD de ganancia incremental. Esto es así debido al precio de venta unitario y el 32% de margen bruto. Dado que las galletas se recuperan inmediatamente en la producción, no hay incidencia de costos extra de packaging o de logística pudiendo tomar el margen bruto del producto normalmente.

El 68% correspondiente al costo de mercaderías se divide de la siguiente manera:

- Costo de conversión (trabajadores directos, energía): 64%
- Materias primas: 13%
- Packaging: 7%
- Otros costos Variables: 16%

Tomamos como 20 años la vida útil del recuperador de galletas lo que resulta en una incidencia del 5% anual en concepto de depreciación. Al tratarse de una inversión de 100 k USD, el costo se calcula en 5.000 USD al año. Por otro lado, se calcula que en el primer año se incurrirá en 8.000 USD de costos operacionales por única vez debido a la instalación del recuperador y el acondicionamiento de la planta y operación. Como resultado, en el primer año se cuenta con una contribución operacional de 26.000 USD, aumentando a 34.000 USD a partir del segundo año.

Para llegar al ingreso neto debemos considerar una tasa del 35% de impuesto a las ganancias. En régimen el resultado neto es de 22.000 USD.

El estado de resultados es la base que nos permite calcular el flujo de caja y por último el retorno. Como primera medida vamos a quitar todos aquellos conceptos que son costos contables pero que no se reflejan en la caja. En este caso el único que tenemos es la amortización de la inversión realizada en el recuperador, 5.000 USD.

Debido a que los flujos de ingreso y egreso de dinero raramente coinciden tenemos que contemplar este impacto. Esto se hace mediante el cálculo de capital de trabajo, que contempla el costo financiero necesario para mantener el negocio activo. Se debe calcular el cambio en capital

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

de trabajo que es lo que realmente se requiere dado el giro del negocio. Si el capital de trabajo fuera el mismo año a año el nivel de inversión requerida es constante. Por esto, durante el primer año:

- En primer lugar, tenemos un promedio de 43 días de pago por las galletas vendidas. Debido al incremento de producción y venta, esto se traduce en un costo de 13.900 USD.
- El costo de inventario de materiales y packaging se traduce en 2.000 USD.
- El producto terminado pasa 40 días en nuestros almacenes, lo que tiene un costo de 10.000 USD al año.
- Por último, tardamos 74 días en pagar a nuestros proveedores. Esto se traduce en un ingreso de 19.000 USD al año a la tasa de interés representativa para la empresa.

En conjunto entonces tenemos un aumento durante el primer año de capital de trabajo de 7.200 USD y durante el segundo de 1.100 USD. A partir del 3ero como ya se entró en un nuevo régimen el capital de trabajo se mantiene constante. La diferencia del primer año es mayor debido al mencionado costo operacional de 8.000 USD.

Retornando al flujo de caja, solo queda restar la inversión inicial de 100.000 USD.

En la siguiente tabla puede verse cómo queda el estado de resultados y flujo de caja según lo expuesto arriba:

Ganancia incremental + Flujo de Caja

(USD '000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Vol incremental	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Margen bruto Neto incremental	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Depreciación Neta	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Operating Contribution	0	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Transferencia de equipamiento	0	0	0	0							
Demolición y desmantelamiento	0	0	0	0							
Gastos operacionales	-8	-8	0	0							
Impacto en Resultados por única vez	-8	-8	0	0							
Reported Operating Contribution	-8	26	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Income Tax Rate	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Taxes	0	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Net income	26	25	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Capital expenditures	-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diferencias en capital de trabajo	-7	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Depreciación incremental	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total Cash Flow	-77	29	27	27	27	27	27	27	27	27	35

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Tabla 11: Cashflow proyecto

Entonces el flujo de caja queda de la siguiente manera (en miles de USD):

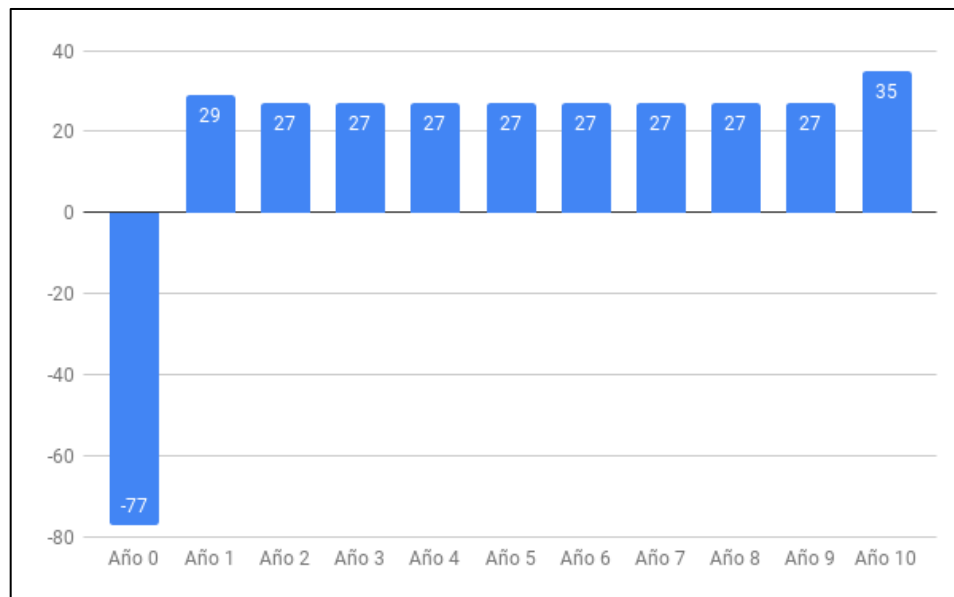


Gráfico 10: Flujo de caja anual

Para terminar de hacer el análisis debemos estimar la tasa interna de retorno del proyecto y el período de repago. Esto nos informará el nivel de riesgo y retorno que tendrá el proyecto.

El valor presente de la inversión es aquel que surge de descontar el flujo de caja por una tasa de forma tal de calcular el valor en el tiempo de ese flujo. La tasa interna de retorno es aquella que devuelve un valor presente igual a 0. En otras palabras, es aquella tasa que indica que el proyecto alcanzó como mínimo el retorno necesario para no ser peor que otra alternativa. Si la tasa interna de retorno es mayor a la tasa de referencia utilizada por la compañía, se puede asegurar que el proyecto tiene retorno positivo.

Por otra parte, el período de repago surge de evaluar a partir de cuándo el proyecto recupera la inversión. Sin embargo, no tiene en cuenta el valor tiempo del dinero. El cash flow acumulado,

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

sin descontarlo a valor presente, puede verse en el siguiente gráfico (en miles de USD):

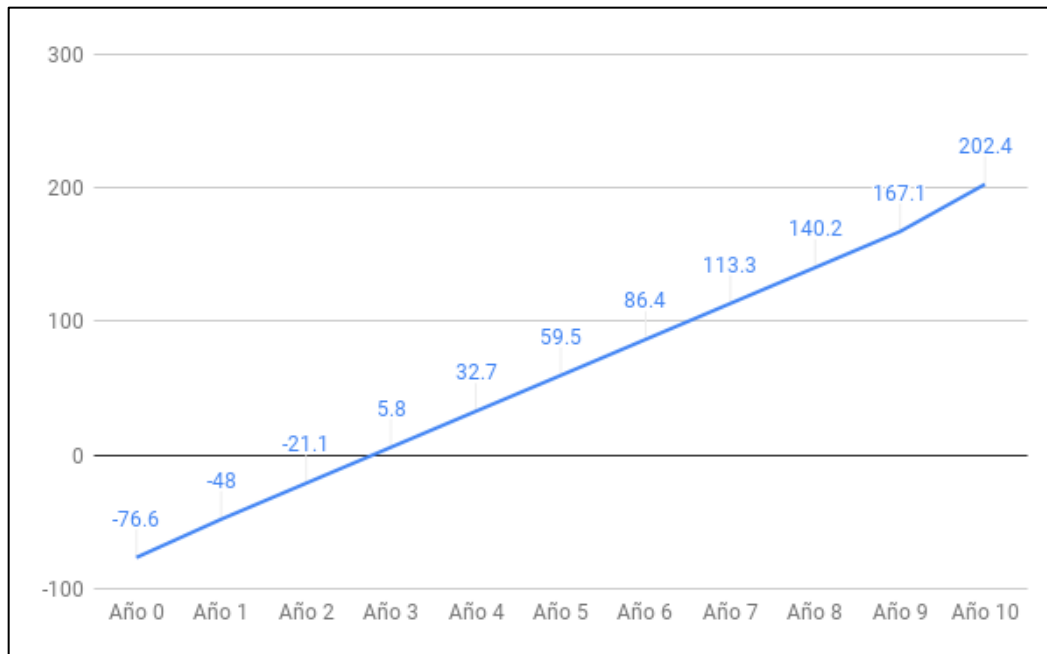


Gráfico 11: Flujo de caja acumulado

Se observa como durante el 4to año comienza a recuperarse la inversión.

Tomando como tasa de corte 8% (que es la tasa a la que nuestra empresa coloca sus fondos en dólares locales), se obtiene en VAN (Valor Actual Neto) del proyecto positivo de 109.000 USD.

Riesgos

Uno de los principales riesgos asociados al proyecto en sí es el incumplimiento por parte del proveedor en lo que respecta a los tiempos pactados.

De presentarse una demora por esta parte, se vería afectada la productividad de la línea dado que el scrap original no se reduciría en el momento esperado y por ende no se recuperarían las galletas esperadas.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Llegada esta situación, se verían modificadas las formas de pago al proveedor, aplazando las fechas de pago. En el contrato además figurarán multas por falta de cumplimiento de los plazos que afecten al camino crítico del proyecto.

Otra situación que podría presentarse una vez instalado el recuperador podría darse si el scrap recuperado no es el esperado. Es decir, que las galletas recuperadas sean menores que las calculadas y por ende la productividad no se vea mejorada en los niveles estudiados, afectando el retorno del proyecto.

Llegado este punto, se deberá estudiar la eficiencia de la línea a través de sistemas integrados y atacar los problemas que puedan presentarse en otros puntos del proceso productivo.

No obstante, el proveedor estará obligado a cumplir un porcentaje mínimo de recupero una vez instalada la máquina. Para esto está involucrado desde el inicio del proyecto y presente al momento de definir las especificaciones. En el mismo sentido que el anterior, por contrato estarán estipulados punitivos si no se cumplen las especificaciones, por el tiempo que demore la reparación de los problemas detectados.

Por otro lado, al tratarse de un proyecto a realizar en un país económicamente inestable, una devaluación importante podría afectar los costos asociados al proyecto. Para esto, el contrato estará atado al dólar futuro definido al momento de la firma. De presentarse una situación de inestabilidad, establecer un dólar de referencia permite mantener los costos en moneda local previsibles.

Conclusión

En este documento se ha estudiado la situación actual de una línea de producción, en base a su ocupación de línea dentro de la planta analizada, y su contribución de volumen al total de lo producido en el año.

Las líneas de producción de cookies tienen un gran aporte para la absorción de costos en la planta; tanto fijos como variables dado su alto volumen productivo durante el año. La línea de producción seleccionada representa el 5% del volumen productivo anual, con un índice de Yield de 10,2%. Poder trabajar sobre este indicador para mejorar el scrap que se produce en la línea, generará una ganancia no sólo en el costo del producto, sino también en la calidad de trabajo de los operadores, donde se verá que se puede mejorar lo producido sin tener tanto desperdicio en la línea de producción.

Los recuperadores de galletas ayudan a atacar este problema de generación de scrap con un bajo costo y rápido retorno. No son la solución para la generación, pero sí son grandes aliados para disminuir la cantidad de scrap producido al final del turno de producción. Los indicadores de performance / rendimiento de una línea son ampliamente afectados por el scrap, por lo que leves mejoras aquí ayudan al círculo de mejora continua al que apunta la planta.

Análisis de instalación de un recuperador de galletas en una línea de producción

2018

Bibliografía

CONCEPT MEDIA. ¿Cómo es el mercado de galletitas en Argentina? [en línea]. Buenos Aires: CONCEPT MEDIA. [Consulta: 30 de julio de 2018]. Disponible en: <<http://www.conceptmedia.com.ar/Mercado%20de%20galletitas%20en%20Argentina.html>>

LA NACION. “Galletitas, ese gusto bien argentino”. [en línea]. [Consulta: 30 de julio de 2018]. Disponible en: <<https://www.lanacion.com.ar/1979778-galletitas-ese-gusto-bien-argentino>>

FORTUNA. “Aumento el consumo de galletitas y golosinas” [en línea]. [Consulta: 1 de agosto de 2018]. Disponible en: <<https://fortuna.perfil.com/2017-08-31-191239-aumento-consumo-galletitas-golosinas/>>

AMBITO FINANCIERO. “Por menor consumo, ganancias de Arcor subieron apenas 3%”. [en línea]. [Consulta: 1 de agosto de 2018]. Disponible en: <<http://www.ambito.com/915036-por-menor-consumo-ganancias-de-arcor-subieron-apenas-3>>

Ross, Stephen A (2015). *Fundamentos de Finanzas Corporativas*. Mc Graw – Hill.