

Implementación Del Proyecto “Cerremos El Ciclo Eco-Kilos” En La Empresa Representaciones
Y Distribuciones Nosotros

Camila Andrea Borray Mancera

Trabajo de grado para optar al título de

Ingeniero Químico

Director

Fernando Viejo Abrante

PhD en Ciencia y Tecnología de los Materiales

Codirectores

Claudio Alfonso Cortés Penagos

Diana Catalina Cortés Cala

Universidad Industrial de Santander

Facultad De Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante esta etapa de mi vida.

A mi segunda madre, Margarita Baron quien siempre me motivó a seguir adelante, me apoyo y estuvo conmigo en mis momentos más difíciles y más felices, aunque esto sea una dedicatoria un poco triste ya que no estas físicamente junto a mí, espero que donde estés puedas ver que logre nuestro sueño y celebres nuestro logro.

A las dos personas que me acompañaron durante toda la trayectoria por la universidad Andy y Alejo gracias por estar ahí siempre y apoyarme en todas y cada una de mis locuras, por compartir risas y lágrimas que nos hicieron llegar a cumplir este tan anhelado sueño y a pesar de la distancia seguimos apoyándonos como siempre

A la Selección Femenina de Rugby de la Universidad Industrial de Santander a mi entrenador Erwin Fernández y todas las amistades que este hermoso deporte me dejo así mismo el sin número de enseñanzas que me ayudaron a ser una persona perseverante y me dejo la icónica frase que siempre usábamos “en la vida como en el rugby” cada vez que caiga levantarme más fuerte y avanzar

A la vida por permitirme compartir estos años de aprendizaje en mi alma mater, por poder coincidir con personas maravillosas que me brindaron su ayuda infinita y una amistad que deseo conservarla toda mi existencia.

Gracias infinitas

Agradecimiento

A la Universidad Industrial de Santander y en especial a la Escuela de Ingeniería Química por permitirme el honor de hacer parte de esta gran familia, por su excelente formación académica y sobre todo por aportarme en gran medida a mi crecimiento personal y profesional.

Agradezco de manera especial y sincera al profesor Dr. Fernando Viejo por aceptarme para realizar este proyecto bajo su dirección, por el tiempo dedicado, por su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este proyecto, sino también en mi formación como profesional.

A la docente que me acompañó en mi primera etapa de estudiante universitario, durante mi paso por la universidad industrial de Santander sede Barbosa quien me apoyo y me impulso a ser dar mucho más de mi la profesora Sandra Fontecha.

A la empresa Representaciones y Distribuciones Nosotros SAS en especial a Catalina y Claudio Cortés por haberme permitido formar parte de su equipo de trabajo. Por brindarme siempre su apoyo y experiencia durante el desarrollo de esta práctica. Y a todo el grupo de operarios y personal de la empresa apoyo durante el desarrollo de esta experiencia.

Tabla de Contenido

Introducción	10
1. Descripción De La Empresa	11
2. Marco Conceptual	5
3. Objetivos	8
3.1. Objetivo general.....	8
3.2. Objetivos específicos	8
4. Descripción Metodológica	9
4.1. FASE I: Análisis del proceso de producción de la empresa productora de plásticos RDN	9
4.2. FASE II: Diseño de gestión interna del proyecto “Cerremos el ciclo Eco-kilos”	10
4.3. FASE III: Recolección, clasificación y evaluación de los residuos recolectados en el proyecto Eco-Kilos. Evaluación del impacto del proyecto.....	11
5. Resultados	12
5.1. FASE I: Análisis del proceso de producción de la empresa productora de plásticos RDN	12
5.2. FASE II: Preparación y gestión interna del proyecto “Cerremos el ciclo Eco-kilos”	17
5.3. FASE III: Recolección, clasificación y evaluación de los residuos recolectados en el proyecto Eco-Kilos. Evaluación del impacto del proyecto.....	20
6. Conclusiones	25
7. Recomendaciones	26
8. Referencias Bibliográficas	27
9. Apendices	28

Lista de Tablas

Tabla 1 Promedio consumo mensual de materia prima planta de producción RDN	15
Tabla 2 Preguntas realizadas en la encuesta durante la fase de sensibilización	18
Tabla 3 Improductividad por calidad de la materia prima.	22

Lista de Figuras

Figura 1 Mecanismo de maquina inyectora de plásticos.	7
Figura 2. Metodología empleada en el desarrollo del presente proyecto	9
Figura 3 Participación formulario electrónica planta de producción RDN	13
Figura 4 Motivos de baja productividad de la planta de producción de RDN.....	14
Figura 5 Colores asignados al stock en Power BI	16
Figura 6 Tablero de control de producción realizado mediante Power BI	16
Figura 7 Orden de producción de artículos plásticos de la empresa RDN.	17
Figura 8 Formato de recolección de residuos plásticos usados por las vendedoras para el proyecto Eco-Kilos	19
Figura 9 Espacio para almacenamiento de los residuos plásticos recolectados.	20
Figura 10 Proceso de reciclaje mecánico de residuos plásticos recolectados durante el proyecto “Cerremos el ciclo “Eco-Kilos””	21
Figura 11 Comportamiento de la improductividad de la planta de inyección por la calidad de la materia prima durante el periodo de tiempo marzo a julio	23
Figura 12 Comportamiento de la improductividad de la planta de inyección por la calidad de la materia prima durante el periodo de tiempo junio a noviembre	24

Lista de Apéndices

Apellido A	Encabezado del formulario electrónico.....	28
Apellido B	Selección de los artículos producidos.	29
Apellido C	Datos puntuales de producción	30
Apellido D	Datos de material y color	31
Apellido E	Datos sobre cantidades e improductividad.....	32
Apellido F	. Motivos de improductividad.....	33

Resumen

Título: Implementación Del Proyecto “Cerremos El Ciclo Eco-Kilos” En La Empresa Representaciones Y Distribuciones Nosotros

Autor: Camila Andrea Borray Mancera

Palabras Clave: Recolectar, materia prima, improductividad.

Se realizó la implementación paso a paso del proyecto “Cerremos el ciclo Eco-Kilos” en la empresa representaciones y distribuciones nosotros ubicada en el municipio de Facatativá Cundinamarca, con el fin de poder recolectar residuos plásticos específicos (Polipropileno, Polietileno de baja densidad, Polietileno de alta densidad y poliestireno) para su posterior reciclaje mecánico e inyección de nuevos productos; adicionalmente se buscó analizar la improductividad que se generaba por los diferentes problemas presentados en la planta de producción tales como calidad de materias primas, maquinaria y moldes pero con enfoque específico en la materia prima usada antes del inicio del proyecto la cual era suministrada cien por ciento por proveedores, además se visualizó la cantidad de materia prima que fue posible recolectar por medio de estrategias de sensibilización y gestión interna dirigidas a las vendedoras pertenecientes a la empresa en el marco del proyecto adicionalmente se analizó que tanto llegó a ayudar a suplir la necesidad de la planta de producción y la disminución de la improductividad gracias a la estrategia del proyecto

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela De Ingeniería Química. Director: Fernando Viejo Abrante PhD. Codirector Claudio Alfonso Cortés Penagos Diana Catalina Cortés Cala

Abstract

Title: Implementation Of The Project "Let's Close Cycle Eco-Kilos " In The Company Representaciones Y Distribuciones Nosotros

Author: Camila Andrea Borray Mancera

Keywords: Collect, raw material, unproductivity.

The step-by-step implementation of the project "Let's close cycle Eco-Kilos " was carried out in the company representaciones y distribuciones nosotros located in the municipality of Facatativá Cundinamarca, in order to be able to collect specific plastic waste (Polypropylene, Low Density Polyethylene, High Density Polyethylene and Polystyrene) for subsequent mechanical recycling and injection of new products; additionally it was sought to analyze the unproductivity that was generated by the different problems presented in the production plant such as quality of raw materials, machinery and molds but with a specific focus on the raw material used before the start of the project which was supplied one hundred percent by suppliers, in addition to being visual

* Degree work

** Faculty of Physicochemical Engineering school of Chemical Engineering. Director: Fernando Viejo Abrante PhD. Codirector Claudio Alfonso Cortés Penagos Diana Catalina Cortés Cala

Introducción

A lo largo de los últimos años, la sociedad ha tomado un poco más de conciencia respecto a los residuos que se generan día a día. Es por ello que muchas industrias están tratando de recuperar los residuos generados y, así, generar un menor impacto medioambiental, además de reducir costos al usar materiales reciclados dentro de sus procesos.

Particularmente, en el municipio de Facatativá (Cundinamarca) se encuentra la empresa productora de artículos plásticos Representaciones y Distribuciones Nosotros S.A.S. (RDN) dedicada a la comercialización y fabricación de productos para el hogar (RDN PLASTICOS, 2022). En su producción actual se usan diferentes tipos de plástico tales como polipropileno (PP) y polietileno de baja (PEBD) y alta densidad (PEAD). La materia prima empleada en el 70% de sus productos es reciclada y traída por diferentes proveedores.

Desafortunadamente, durante la pandemia del año 2019 surgió un problema de escasez de plástico reciclado debido a las restricciones en transporte. Este hecho se unió a una mayor demanda de productos plásticos provocando, por un lado, que su obtención se tornara más difícil y, por otro, que la productividad se viera comprometida ya que no se contaba con el stock suficiente para suplir la necesidad de materias primas. A la anterior problemática, hay que añadir que el plástico reciclado suministrado por los proveedores contenía una mayor cantidad de impurezas tales como restos de madera y metal afectando así la calidad del producto final y la productividad de la planta.

Por esta razón, se planteó el proyecto denominado “Cerremos el ciclo Eco-Kilos” que tuvo como propósito llegar a recolectar y reutilizar residuos plásticos que generan los clientes a los que se les vende mercancía al por mayor que en general es rotura producida por el traslado y manipulación de la mercancía; buscando suplir la necesidad de materia prima de la planta inyectora. Por otro lado, mediante el empleo de reciclaje mecánico en la misma planta productora se garantizaría un

menor número de impurezas y, por tanto, una mejor calidad de las materias primas, además generar un ciclo en el proceso.

1. Descripción De La Empresa

Representaciones y Distribuciones Nosotros SAS (RDN) es una empresa ubicada en el municipio de Facatativá (Cundinamarca). Esta empresa lleva 45 años en el mercado nacional dedicada a la comercialización y fabricación de productos para diferentes necesidades en el hogar y la vida (RDN PLASTICOS, 2022).

Inicialmente, su fundador Claudio Enrique Cortés se dedicaba exclusivamente a la comercialización de productos del hogar en San Victorino (Bogotá). A medida que fueron incrementando las ventas, se llegó al punto de comprar toda la producción de una empresa de inyección de plástico llamada Plastic Hogar. En ese momento, Plastic Hogar estaba cambiando de modelo de negocio así que se aprovechó esta oportunidad para comprar los moldes de inyección que ellos tenían. Sin embargo, no se contaba con máquinas inyectoras, de tal modo que la inyección de sus productos se realizaba a través de terceros.

Debido al incremento en la acogida de la marca, en el año 2007 se decidió fundar la planta de inyección en el municipio de Madrid (Cundinamarca) con dos máquinas inyectoras. Desde el inicio, la planta de producción usó material reciclado en el 70% de sus productos puesto que era un 47% más económico que el material original. Finalmente, en el año 2016, la planta de producción se mudó al municipio de Facatativá (Cundinamarca) donde hoy en día se producen alrededor de trescientas referencias propias, y se cuenta con ocho máquinas inyectoras de diferentes toneladas de procesamiento y ocho máquinas prensa.

2. Marco Conceptual

Los plásticos son materiales orgánicos a base de carbono usados de forma diaria por los seres humanos ya que sus propiedades físicas, químicas los hacen altamente versátiles puesto que pueden ser modelados en infinidad de formas y usados para sin número objetivos a un muy bajo costo (Góngora, 2005). Los plásticos se pueden clasificar en tres grandes grupos, termoestables, elastómeros y termoplásticos; sin embargo, el grupo más importante es el de los termoplásticos siendo los más representativos el polipropileno, el polietileno de alta densidad y el polietileno de baja densidad, que son los más usados en la industria de la inyección de plástico. ("Clasificación y propiedades | Materiales de uso técnico", 2020)

Lamentablemente, la combinación de elevada estabilidad química junto con su bajo costo económico, han generado una seria problemática ambiental ya que son materiales fácilmente desechables. Lo anterior ha dado lugar a una acumulación de residuos plásticos que en los últimos años ha crecido de forma exponencial. En este sentido, se han venido estudiando diferentes técnicas para reciclar los residuos plásticos disminuyendo el impacto negativo que éste genera y la demanda de materias primas vírgenes.

No obstante, existen limitaciones en el reciclaje del plástico, puesto que no todos los tipos de plásticos pueden ser reciclados. Por ejemplo, en el caso de los termoplásticos, estos pueden estar contaminados siendo mucho más costoso limpiarlos que simplemente desecharlos. Es por ello que el mercado del reciclaje no procesa material cuando es poco atractivo económicamente. Así mismo, la conciencia individual con respecto a la problemática de reciclado de residuos es uno de los problemas más críticos, lo cual genera un mayor esfuerzo físico como económico para la industria del reciclaje. Por otro lado, la caracterización fisicoquímica de plásticos requiere de un conocimiento especializado. Finalmente, otra limitación es que ningún producto que sea elaborado

con plástico recuperado puede tener contacto con alimentos o medicamentos por cuestiones de salubridad.

En la actualidad se están manejando cuatro tipos de reciclaje de plástico: primario, secundario, terciario y cuaternario (Arandes et al., 2004). Cada uno de estos depende de las condiciones de limpieza, homogeneidad del material y la aplicación final que se le vaya a dar al plástico reciclado. El reciclaje mecánico consiste en adecuar los residuos para convertirlos en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a las del material original. Este reciclaje consta de cuatro etapas, separación, granulado, limpieza y peletizado, todas ellas netamente mecánicas que no dañan las propiedades originales del residuo plástico. Se suele realizar con termoplásticos tales como el Tereftalato de polietileno (PET), Polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP), Polietileno de baja densidad (PEBD). Este tipo de reciclaje es el más conveniente en cuestiones de economía pues requiere menos dinero que una planta de reciclaje químico. Adicionalmente, no genera contaminación al medio ambiente debido a que el agua que se usa para limpiar los residuos plásticos es posteriormente reutilizada. ("Residuos plásticos | CEDEX", 2020)

Una vez es reciclado, el plástico en forma de pellets o gránulos es inyectado a presión en la cavidad de un molde hasta que éste es rellenado y, posteriormente, el plástico solidifica en su interior. En la figura 1 se observa un modelo de inyección común. Todos los procesos de inyección de plástico observan tres fases:

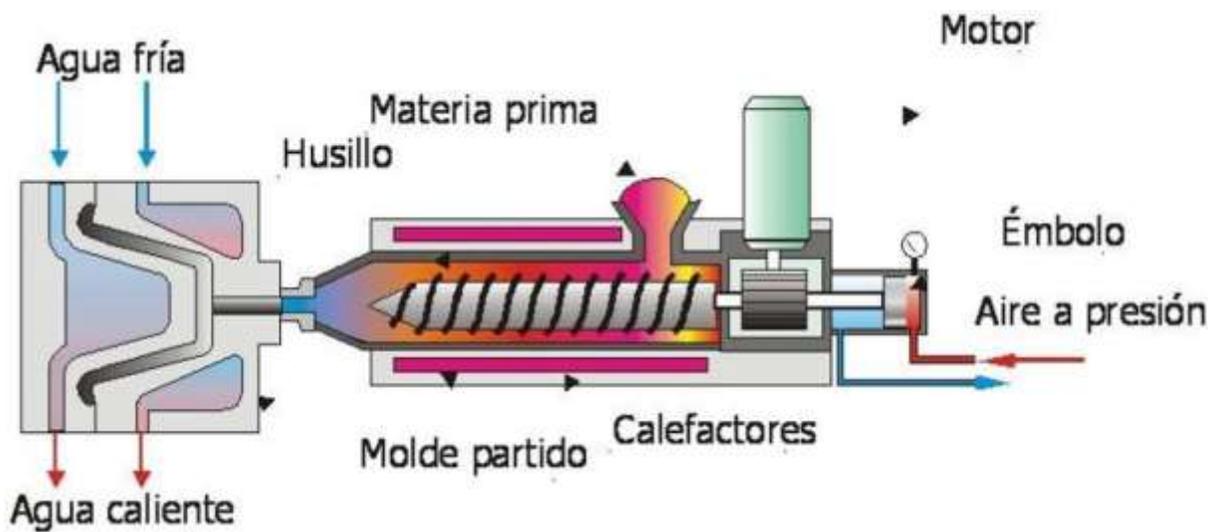
1. **Plastificación:** Es el proceso por el cual el material pasa del estado sólido al estado plástico utilizando energía calorífica. La plastificación ocurre dentro de un equipo llamado “Inyectora de plástico” que está formada por un cañón o cilindro con un tornillo interno encargado de la fricción y presión. Un buen proceso de plastificación se relaciona con la calidad de la masa fundida, fundamental para formar una pieza.

2. Formado: Es la etapa del proceso en la cual la masa fundida pasa de la máquina inyectora hacia el espacio geométrico definido como “molde”.

3. Solidificación: Es la etapa del proceso en la cual la masa fundida y formada pierde energía calorífica por conducción a través de la herramienta solidificándose como producto final [6].

Figura 1.

Mecanismo de maquina inyectora de plásticos .



Fuente. (Marteles, 2010).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Implementar el proyecto “Cerremos el ciclo Eco-Kilos” en la empresa productora de artículos plásticos Representaciones y Distribuciones Nosotros SAS (RDN).

3.2. Objetivos específicos

Analizar el proceso de producción de la empresa RDN.

Diseñar la gestión interna para la recolección de los residuos plásticos.

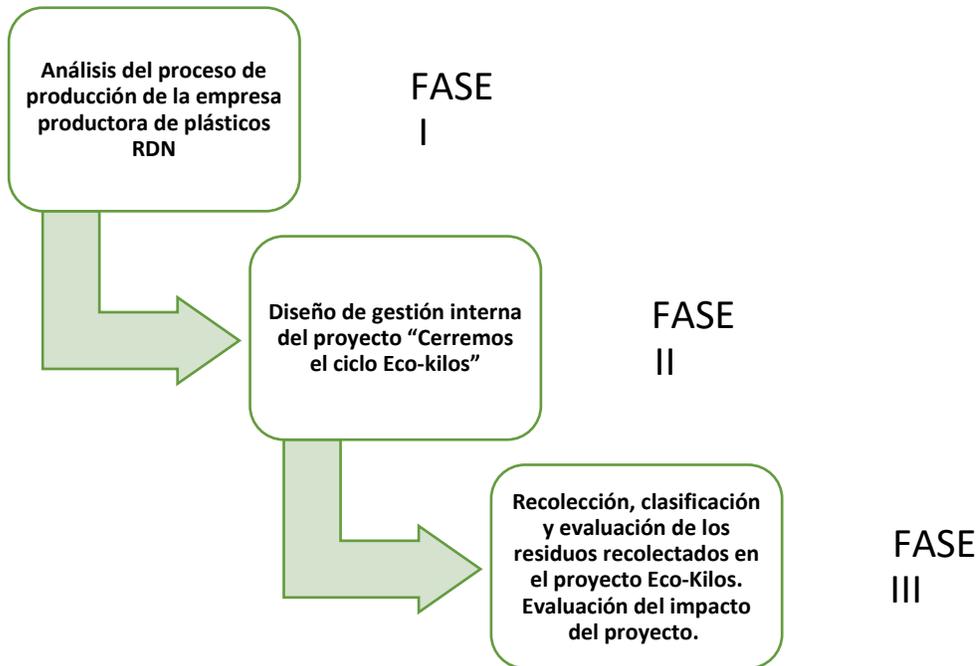
Evaluar el impacto generado por el proyecto “Cerremos el ciclo Eco-Kilos”.

4. Descripción Metodológica

Para poder llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto fue necesario seguir la metodología propuesta en la figura 2.

Figura 2.

Metodología empleada en el desarrollo del presente proyecto.



4.1. FASE I: Análisis del proceso de producción de la empresa productora de plásticos RDN

Esta fase se llevó a cabo en tres pasos:

- Se diseñó un formulario Google (Apéndices A-F) que los operarios de la planta de inyección de la empresa RDN debían llenar diariamente con el fin de poder llegar a observar la productividad en la planta, conocer los principales problemas que ocurrían durante los turnos respecto a materiales y factores mecánicos, la participación de los operarios y, además, llevar un control sobre los artículos que se estaban produciendo, qué

material se estaba usando y la eficiencia de los operarios respecto a la idealidad de las máquinas. Este formulario fue implementado por un periodo de marzo hasta julio 2021.

- Se realizó el estudio del proceso de producción con ayuda de las personas encargadas de la planta de inyección conociendo así las materias primas que se usan, los moldes de la empresa y el proceso de inyección de plástico, así como la forma de trabajo de la planta de producción.
- Finalmente, se sistematizó la producción de la planta de inyección mediante el análisis de ventas histórico, con el fin de poder generar una prioridad entre los artículos que más rotan en el mercado y un nivel objetivo de producción. Con ayuda de los programas PowerBI y SAP Business One se hicieron análisis de stock, para así crear órdenes de producción y poder generar necesidades de materia prima.

4.2. FASE II: Diseño de gestión interna del proyecto “Cerremos el ciclo Eco-kilos”

Esta fase también se llevó a cabo en tres pasos:

- Se capacitó a las vendedoras de la empresa RDN con el fin de generar sensibilización respecto al impacto que generan los residuos plásticos al ser desechados de forma incorrecta, y cómo debían exponer el proyecto Eco-Kilos a los clientes, así como los beneficios que les proporcionaría ayudar a la campaña.
- Se organizó la forma de recolección de los residuos, facilitando material a las vendedoras para llevar el control de los residuos recolectados. De esta manera, se estableció un programa de gestión de residuos plásticos que permitiera definir quién, cuándo y cómo se harían las recolecciones.
- Se trabajó en la adecuación de un lugar dentro de la empresa para el recibimiento de los residuos plásticos, de forma que se mantuviera su calidad y fuera posible separarlos e iniciar

su proceso de reciclaje mecánico. Lo anterior debido a que, anteriormente, se recibía el plástico reciclado ya molido y listo para la inyección y no era necesario un espacio de almacenamiento cercano a los equipos necesarios para el proceso del reciclaje.

4.3. FASE III: Recolección, clasificación y evaluación de los residuos recolectados en el proyecto Eco-Kilos. Evaluación del impacto del proyecto.

Dentro de esta fase se desarrollaron las siguientes actividades:

- Se realizó la separación y control de la materia recolectada contratando una persona con conocimiento en residuos plásticos para que se encargará de esta labor, para no recibir residuos no deseados los cuales puedan contaminar a los demás.
- Posteriormente, se asignó destino a los residuos recolectados para iniciar el proceso de reciclaje mecánico primario separándolos por colores y tipo de plástico de interés para la empresa (principalmente PEAD, PP, PEBD), para luego adecuar su tamaño mediante proceso de molienda y llevarlos, al proceso de inyección para generar nuevos artículos.
- Finalmente, se evaluó el impacto generado por el proyecto mediante el análisis de inventario de materias primas antes de la implementación del proyecto “Cerremos el ciclo Eco-Kilos” y después de éste, con el fin de saber si se generó un cambio respecto a la productividad de la planta de inyección.

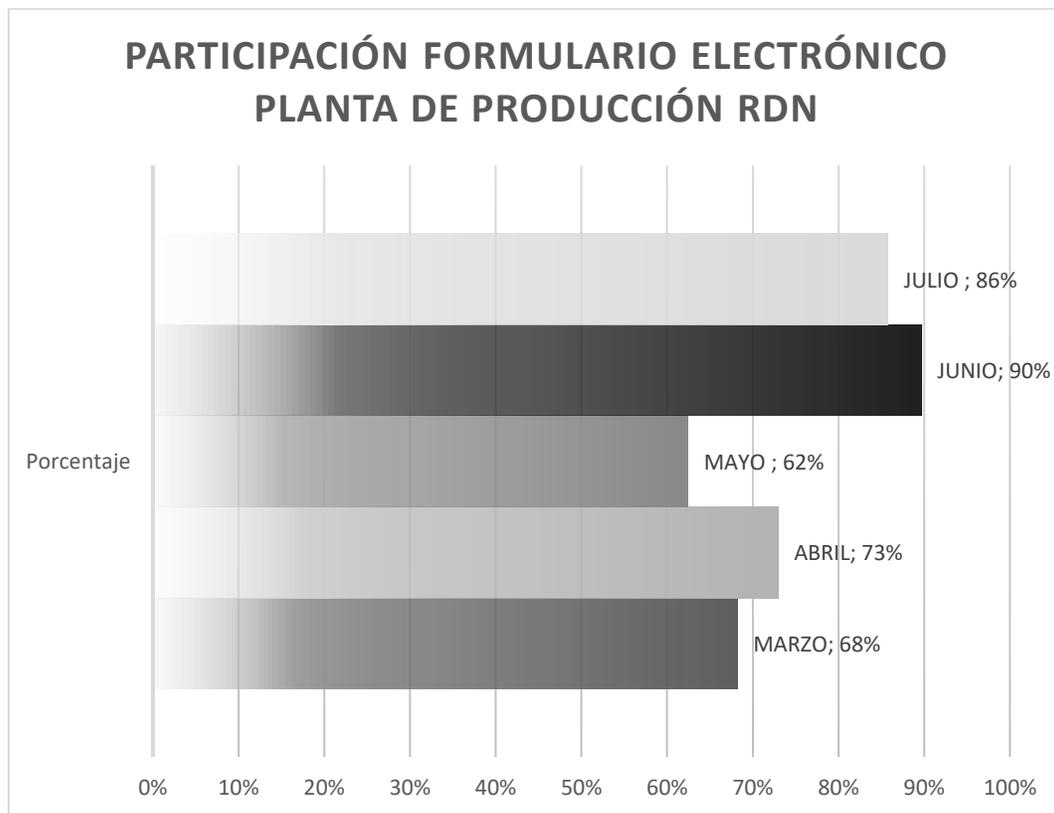
5. Resultados

5.1. FASE I: Análisis del proceso de producción de la empresa productora de plásticos RDN

En la figura 3 se muestra el resultado de la implementación del formulario Google a los operarios de la planta de inyección de la empresa RDN respecto a la participación que éste tuvo mediante la duración del proyecto. Es importante aclarar que, aunque la implementación comenzó en el mes de marzo 2021, durante los primeros meses se evidenció una falta de consistencia y equivocaciones en la información suministrada por parte de los operarios. Por otra parte, se inició el primer mes con una baja participación (68%) de los empleados debido a que parte del personal es analfabeto o con déficit en la habilidad lecto-escritora, siendo incluso necesaria la realización de una capacitación exhaustiva con ciertos casos puntuales. Mientras, para el mes de Julio de 2021, se llegó a tener una participación de 86%, obteniendo además datos más cercanos a la realidad y llegando a ser posible analizar diferentes factores que afectaban la productividad de la empresa; el 14% restante de los datos recogidos fueron descartados en el análisis debido a que los operarios se equivocaban completando la información del formulario. Por otra parte, cabe resaltar que en el mes de mayo hubo una disminución de la participación debido a las múltiples protestas presentadas en la zona, razón por la cual la planta de producción se detuvo durante al menos 10 días ese mes.

Figura 3

Participación formulario electrónica planta de producción RDN.



Para poder analizar la calidad de la materia prima usada en el proceso de producción de RDN, se realizaron inventarios mensuales que arrojaron información sobre cuántas paradas se generaban en la producción por factores tales como humedad o impurezas encontradas en el material con el cual se estaba trabajando, así como problemas mecánicos en moldes y máquinas inyectoras. En la Figura 4 se recogen los diferentes problemas que se presentaron en la producción durante la ventana de tiempo de análisis, donde se indica el porcentaje de improductividad por cada ítem expuesto y, así mismo, las causas específicas y su frecuencia. Se evidencia que la improductividad dentro de la planta de inyección es generada por tres grandes motivos, siendo de un 46% debido a problemas de calidad en la materia prima, 29% por problemas de operación en las máquinas y el 25% restante por inconvenientes con los moldes empleados.

Figura 4

Motivos de baja productividad de la planta de producción de RDN.



IMPRODUCTIVIDAD (%)		
CALIDAD	Material contaminado	39%
MATERIA	Material húmedo	36%
PRIMA	Material no uniforme	10%
	Sin fluidez en la inyectora	15%
MÁQUINA	Cambio de ciclo	40%
	Enfriamiento en la boquilla	20%
	Devolución de material	13%
	Máquina embolada	5%
	Bloqueo de máquina	2%
MOLDE	Falta de llenado	88%
	Fugas en el molde	6%
NECESIDAD DE LIMPIEZA		6%

En este sentido, el mayor inconveniente se presenta con la calidad de la materia ya que, al ser un material reciclado comprado a terceros, suele recibirse sin limpieza previa a la venta o mezclado con residuos de otros materiales, húmedos o contaminados (metal, madera, papel, entre otros). Bajo estas condiciones de recepción, el material afecta el proceso de producción y las máquinas inyectoras, puesto que las piezas inyectadas salen manchadas cuando el material está húmedo o se tapan las boquillas de las máquinas inyectoras por los residuos de otros materiales.

Adicionalmente, se analizó el consumo mensual promedio de material en la planta de producción que se presenta en la Tabla 1. La planta de producción llega a consumir 27 toneladas de plástico mensualmente en promedio. Se estima que la capacidad máxima de la planta de producción

trabajando a 100% es de aproximadamente 40 toneladas/mes. No obstante, este dato varía conforme a los artículos que se producen ya que algunos son más pesados y, por ende, requieren un mayor consumo de materia prima. Por tal motivo fue necesario generar una planeación mensual sistematizada de la planta de producción, para llegar a tener certeza de lo que realmente se iba a consumir y, por tanto, de lo que es necesario tener como stock.

Tabla 1

Promedio consumo mensual de materia prima planta de producción RDN.

Mes	MP Consumida [t]
FEBRERO	26
MARZO	29
ABRIL	21
MAYO	34
JUNIO	33
JULIO	19
Promedio	27

Para ello, inicialmente, se creó un tablero de control con el programa Power BI en el cual se categorizaron todos los artículos producidos en la planta de producción como artículos A, B y C, siendo A aquellos productos que más rotan en el mercado y C aquellos que menos lo hacen. Esto se logró analizando los históricos de ventas de los años 2018 y 2019, ya que el año 2020, por efectos de la pandemia, afectó de manera significativa las ventas de la empresa. Mediante los mismos históricos se pudo calcular un nivel objetivo de producción para cada artículo con el fin de tener prioridades a la hora de producir los artículos. Para tener una visión más amigable se clasificó en colores el nivel de stock de cada artículo como se evidencia en la Figura 5.

Figura 5

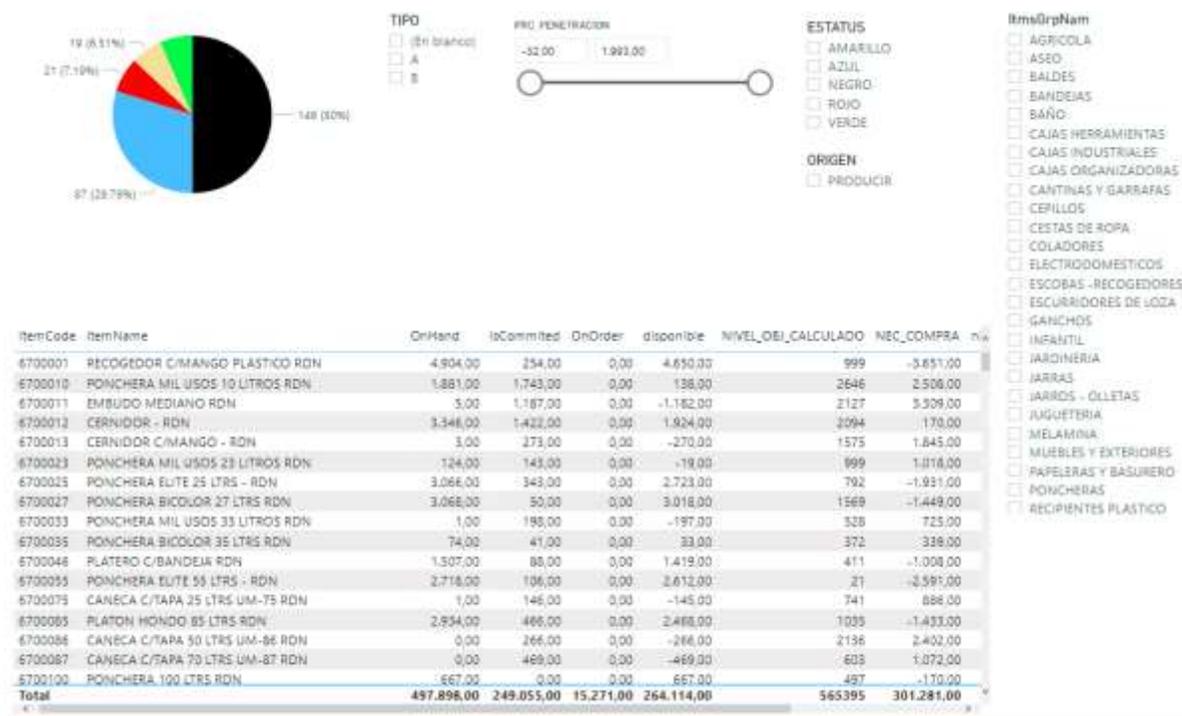
Colores asignados al stock en Power BI.



De esta forma, el tablero de control en Power BI (figura 6) ayudó de forma significativa a llevar un control de lo que es necesario producir, que anteriormente se hacía de forma empírica.

Figura 6

Tablero de control de producción realizado mediante Power BI.



Power BI además está ligado con el stock real diario de la empresa mediante SAP Business One.

Con la ayuda de este último programa se genera un control de las materias primas y permite generar

órdenes de producción dependiendo del inventario de materiales disponible. Lo anterior sirve como canal principal para la comunicación entre el análisis de la producción y la planta de producción, por lo que es posible identificar cuándo los productos se están acabando y es necesario volver a producirlos. En la figura 7 se puede observar una orden de producción usada para tener control de la planta de producción.

Figura 7

Orden de producción de artículos plásticos de la empresa RDN.



ORDEN DE PRODUCCIÓN : 258 - 19/07/2021 CANTIDAD PLANEADA : 65.000
 CODIGO : 6729016 CANTIDAD EJECUTADA : _____
 DESCRIPCIÓN : MATERIA CORRIENTE No. 16 - RDN

FECHA DE INICIO : 19/07/2021 TURNO INICIAL: _____ UND BUENAS : _____
 FECHA FINALIZACIÓN : 19/08/2021 TURNO FINAL : _____ UND DEFECTUOSAS: _____

CODIGO		PLANEADO	CANT DISP	DISPENSA	RECIBE
PPP0002	POLIPROPILENO PELETIZADO	7.150,00			
MQ1	MQ1	2.405.000,00			
ETIQUETA + COD BARRAS	ETIQUETA + COD BARRAS	5.000,00			

MAQUINA
 MOLDE
 MATERIAL

OBSERVACIONES :

5.2. FASE II: Preparación y gestión interna del proyecto “Cerremos el ciclo Eco-kilos”

Durante esta fase se preparó a las vendedoras de la empresa RDN para que tuvieran la capacidad de manejo correcto del tema del reciclaje de plástico; esto se logró sensibilizándolas para así darles a entender la problemática que se está viviendo hoy en día por los residuos plásticos. Se realizaron dos reuniones de sensibilización y dos encuestas en las cuales se hicieron diez

preguntas aleatorias a las vendedoras de los temas expuestos para así tener una perspectiva sobre cómo ellas habían entendido el proyecto, las preguntas realizadas se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2

Preguntas realizadas en la encuesta durante la fase de sensibilización

Preguntas Formuladas en la encuesta a las vendedoras capacitadas

1	¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación por plástico?
2	¿Cuánto se demora en degradarse el plástico?
3	¿Cuántas islas de plásticos existen en el océano?
4	¿Cuáles son las diferentes formas de reciclar el plástico?
5	¿Qué tipos de plástico procesa la empresa?
6	¿Cómo se llama el proyecto a realizar?
7	¿Qué tipos de plásticos se recolectan con el proyecto "Cerremos el ciclo Eco-Kilos"?
8	¿Cómo se va a llevar el control del proyecto?
9	¿En que condiciones deben estar los residuos plásticos para su reciclaje ?
10	¿Qué tipo de reciclaje maneja la empresa?

Se evidenció que de las preguntas realizadas dos fueron erradas la pregunta 5 y la pregunta 10 por tal se aclaró y profundizó a cerca de los tipos de plásticos usados en la empresa y de cómo se maneja el reciclaje de los residuos en el marco del proyecto; así mismo, se observó que de cuatro vendedoras sólo dos acogieron el proyecto y se motivaron para realizar la recolección respectiva. Lo anterior debido a que, desde su punto de vista, este nuevo proceso generaba un trabajo extra

que no sería remunerado. Por dicha razón, la dirección de RDN acordó un incentivo de \$50 COP por cada kilogramo de plástico recogido para su reciclaje dentro de la empresa.

Para poder realizar la recolección de los residuos plásticos cada vendedora tendría a su disposición un camión de ventas en el cual se desplazaría diariamente. Se coordinaría con los clientes interesados la ruta de recorrido, terminando en la planta de producción de RDN donde se recogerían los residuos plásticos. Para poder llevar un control de los residuos recogidos se diseñó y posteriormente se entregó a cada vendedora un formato de recibo (figura 8).

Figura 8

Formato de recolección de residuos plásticos usados por las vendedoras para el proyecto Eco-Kilos



The image shows a light blue receipt form for the 'Eco-Kilos' project. At the top left is a logo of a green leaf on a scale with 'Kg' written on it. To its right is a circular logo with a recycling symbol and the text 'Eco-Kilos'. Further right is a red-bordered box containing the number '0067'. Below these logos, the text 'ECO-KILOS' is printed in large, bold, blue letters. Underneath, there are five horizontal lines for data entry, each preceded by a label: 'FECHA:', 'LUGAR:', 'NOMBRE:', 'KILOS:', and 'OBSERVACIONES:'. At the bottom of the form, a message is printed in blue: '¡LA TIERRA TE LO AGRADECE!, Y JUNTOS LE DAREMOS UNA SEGUNDA OPORTUNIDAD A TUS RESIDUOS'.

De manera complementaria, se identificó y adecuó un lugar dentro de la empresa para el recibimiento de los residuos plásticos, de forma que se mantuviera aislado de agentes externos tales como suciedad, lluvia o cualquier impureza que pudiese contaminar el plástico, y así alterar

la calidad de los residuos. Así mismo, fue necesario ubicarlo de modo que estuviera cerca de las máquinas que lo procesan y hubiese espacio para su separación (figura 9).

Figura 9

Espacio para almacenamiento de los residuos plásticos recolectados.



5.3. FASE III: Recolección, clasificación y evaluación de los residuos recolectados en el proyecto Eco-Kilos. Evaluación del impacto del proyecto.

En la figura 10 se ve representado el proceso realizado por la persona contratada para el reciclaje mecánico de los residuos plásticos, desde el recibimiento de los residuos, su separación, la molienda y el material reciclado dispensado a las máquinas inyectoras para su respectivo proceso.

Figura 10

Proceso de reciclaje mecánico de residuos plásticos recolectados durante el proyecto “Cerremos el ciclo “Eco-Kilos””



Para saber si el proyecto Eco-Kilos ayudó al mejoramiento de la materia prima usada en la planta de producción de RDN se analizó la improductividad que se generaba desde el mes uno hasta el mes cinco por motivo de la calidad de la materia prima obteniendo los resultados de la Tabla 3.

Tabla 3*Improductividad por calidad de la materia prima.*

<i>Mes</i>	<i>% improductividad por materia prima</i>
MARZO	49%
ABRIL	66%
MAYO	47%
JUNIO	36%
JULIO	34%
<i>Promedio</i>	<i>46%</i>

Se puede determinar que la calidad de la materia prima antes de ser implementado el proyecto se encontraba sobre el 50% de improductividad de la planta de producción de la empresa RDN, llegando a un pico del 66% para el mes de abril debido a la falta de suministro de materia prima de calidad durante la época más crítica de la pandemia. Una vez se fue implementando el proyecto de recolección de residuos plásticos Eco-Kilos, el porcentaje de improductividad por la calidad de la materia prima disminuyó a un 34% en el último mes analizado, como se muestra la figura 11.

Figura 11

Comportamiento de la improductividad de la planta de inyección por la calidad de la materia prima durante el periodo de tiempo marzo a julio.



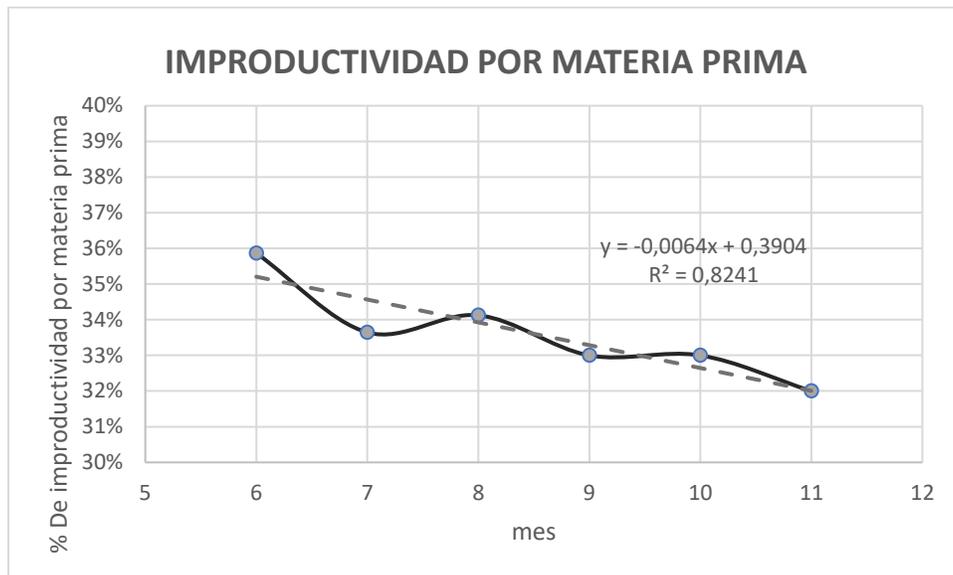
Según los reportes de las vendedoras, se recogieron 135, 188 y 215 kg de residuos plásticos por mes en la ventana del periodo comprendida entre los meses de mayo, junio y julio, respectivamente. Esto significa que se llegó a cubrir el 0.74% de la materia prima necesaria promedio para la producción de estos meses. Estos residuos entraron en el proceso de molienda y acoplamiento para su reutilización.

Por otro lado, debido al análisis inicial que fue realizado durante el proyecto se tomaron medidas respecto a cambio de proveedores de materias primas para así ayudar a mejorar los tiempos muertos generados por la deficiencia del material. En este sentido, fue posible recopilar algunos datos de los meses posteriores (agosto, septiembre, octubre y noviembre) respecto a cómo seguía el comportamiento de la improductividad generada por la calidad de la materia prima. Los

resultados son representados en la figura 12 donde se puede observar que llegó a obtener una tendencia lineal decreciente con un R^2 de 0.82.

Figura 12

Comportamiento de la improductividad de la planta de inyección por la calidad de la materia prima durante el periodo de tiempo junio a noviembre.



6. Conclusiones

Mediante la implementación formularios electrónicos, un tablero de control generado en POWER BI y SAP business one se logró identificar los principales problemas de improductividad que se presentaban en la empresa RDN, llegando a evidenciar que estos eran generados por la calidad de la materia prima en un 46 % y el 54% restante se debía a problemas de operación en las máquinas e inconvenientes con los moldes empleados.

Por medio de la sensibilización y gestión interna realizada dentro de la empresa se llegó a recolectar un total de 538kg estos residuos fueron obtenidos gracias a la participación activa del 50% de las vendedoras pertenecientes a la empresa RDN, llegando a suplir un 0,74% del consumo de materia prima usada durante el proceso de inyección

Se logró generar una tendencia decreciente y una disminución del 12% de los problemas relacionados a la calidad e la materia prima en un 12% esto gracias a dos factores principales, la recolección de los residuos plásticos en el marco del proyecto y la implementación de exigencias en la calidad de materia prima comprada a proveedores.

7. Recomendaciones

Se recomienda a la empresa RDN seguir impulsado de forma activa el proyecto Eco-Kilos ya que trae consigo beneficios en la planta de producción de la misma. Una posible estrategia para continuar con la recolección es realizarla llegando a los clientes que compran en sus puntos de venta, para así generar una acogida más amplia. Así mismo, se recalca el seguir el proceso de cambio de proveedores a unos que generen materias primas con mejor calidad para así evitar generar improductividades

8. Referencias Bibliográficas

- RDN PLASTICOS . Rdnplasticos.com. (2022). Recuperado el 7 de septiembre de 2021, de <https://rdnplasticos.com/home/home-nosotros/>.
- Góngora, J. (2005). La industria del plástico en México y en el mundo . Revistas.bancomext.gob.mx. Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf.
- 5.1.- Clasificación y propiedades | Materiales de uso técnico . Edu.xunta.gal. (2020). Recuperado el 12 de septiembre de 2022, de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/51_clasificacin_y_propiedades.html.
- Arandes, J., Bilbao, J., & Lopez, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. Revista Iberoamericana De Polímeros , (volumen 5), 28-45. Recuperado el 8 de septiembre de 2021, de <http://files.juventudargentinasolidaria.webnode.com.ar/200000182-a7dd5a8d64/RECICLADO%20DE%20RESIDUOS%20PL%C3%81STICOSpdf.pdf>.
- Residuos plásticos | CEDEX . Cedexmateriales.es. (2020). Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/37/residuos-plasticos/>.
- Marteles, A. (2010). Refrigeración en el proceso de inyección de plástico . Seguas.com. Recuperado el 8 de septiembre de 2021, de <https://www.seguas.com/refrigeracion-proceso-inyeccion-plastico/>.

9. Apéndices

En el Apéndice 1 se puede ver el inicio del formulario electrónico en el cual los operarios debían escoger su nombre inicialmente, esto con el fin de poder llegar a evaluar la productividad de cada uno de los operarios, 5 y 6 se muestra el formulario dirigido a los operarios

Apéndice A.

Encabezado del formulario electrónico



The image shows a screenshot of an electronic form interface. At the top, there is a header with the text "Orden + Creatividad = BOOM" and a circular logo for RDN (Red de Desarrollo) with the slogan "Hacer PRESENCIA en todos los CAMPOS". Below the header, the form is divided into sections. The first section is titled "Sección 1 de 4" and "Datos Principales Producción". It contains the text "Este formulario ayudará llevar un control sobre la planta de producción". Below this section, there is a navigation prompt: "Después de la sección 1 Ir a la siguiente sección". The second section is titled "Sección 2 de 4" and "Producción". It includes a label "Nombre *" and the instruction "Selecciona tu nombre en la lista". Below this, there is a list of four names: 1. Belsi Sánchez, 2. Wendy Díaz, 3. Epifanio Vargas, and 4. Dora Morales.

En el Apéndice 2 se debía escoger el artículo que se estaba produciendo, actualmente se cuenta con 340 moldes de inyección activos.

Apéndice B.

Selección de los artículos producidos.

Artículo *
1. 1 ALMACENADOR APILABLE RDN
2. 2 ALMACENADOR GRANDE - RDN
3. 3 ALMACENADOR INDUSTRIAL RDN
4. 4 BACIN C/TAPA (OSITO) - RDN CARA
5. 5 BACIN C/TAPA (OSITO) - RDN TAPA
6. 6 BACIN C/TAPA (OSITO) - RDN CUERPO
7. 7 BACIN C/TAPA (OSITO) - RDN VASO
8. 8 BACIN SAPOLIN RDN CUERPO
9. 9 BACIN SAPOLIN RDN VASO
10. 10 BALDE 6 LTRS RDN
11. 11 BALDE C/ESCURRIDOR 12 LTRS RDN BALDE
12. 12 BALDE C/ESCURRIDOR 12 LTRS RDN ESCURRIDOR
13. 13 BALDE C/ESCURRIDOR 12 LTRS RDN MANIJA
14. 14 BALDE C/PICO 7 LTRS RDN
15. 15 BALDE C/PICO 7 LTRS RDN MANIJA
16. 16 BALDE C/PICO 10 LTRS RDN
17. 17 BALDE C/PICO 10 LTRS RDN MANIJA
18. 18 BALDE C/PICO 12 LTRS RDN

En el Apéndice 3 se les solicita la hora de inicio y fin de su labor, así como la máquina en la cual trabajó durante el turno correspondiente.

Apéndice C.

Datos puntuales de producción

Hora de inicio *	
Usar el formato de 24 horas o mejor llamado hora militar	
Hora	
Hora de finalización *	
Usar el formato de 24 horas o mejor llamado hora militar	
Hora	
MAQUINA *	
Selecciona la maquina en la que estas trabajando	
1.	1
2.	2
3.	3
4.	4
5.	5
6.	6
7.	7
8.	8
9.	9

En el Apéndice 4 los operarios deben seleccionar el tipo de materia prima usada en la producción y los colores de está siendo así una parte crucial en el análisis puesto que se puede evidenciar los problemas que se presentan debido a los diferentes tipos de materiales utilizados y su calidad.

Apéndice D.

Datos de material y color

<p>Tipo de materia prima *</p> <p>Selecciona el tipo de materia prima con la trabajaste</p> <p><input type="checkbox"/> P.P Molido</p> <p><input type="checkbox"/> P.P Peletizado</p> <p><input type="checkbox"/> P.A Molido</p> <p><input type="checkbox"/> P.A Paletizado</p> <p><input type="checkbox"/> P.P Original</p> <p><input type="checkbox"/> PA Original</p> <p><input type="checkbox"/> HI</p>
<p>Color *</p> <p>selecciona el color de tu articulo</p> <p><input type="checkbox"/> Rojo</p> <p><input type="checkbox"/> Amarillo</p> <p><input type="checkbox"/> Verde Oscuro</p> <p><input type="checkbox"/> Wengué</p> <p><input type="checkbox"/> Azul</p> <p><input type="checkbox"/> Blanco</p> <p><input type="checkbox"/> Verde Biche</p> <p><input type="checkbox"/></p>

En el Apéndice 5 se les solicita a los operarios datos puntuales de producción, la cantidad de inyecciones que marca la máquina inyectora en el momento en que ingresan al turno y la cantidad en el momento en que terminan el mismo, así como la cantidad de inyecciones en mal estado que obtuvieron en el turno y el tiempo de improductividad que se pudo generar

Apéndice E.

Datos sobre cantidades e improductividad

Datos puntuales

Descripción (opcional)

Cantidad Inicial *
Digita el numero del contador de la maquina con el que arrancas

Texto de respuesta corta

Cantidad Final *
Digita el numero del contador de la maquina con el que terminas

Texto de respuesta corta

Unidades inconformes *
Digita las unidades de productos inconformes

Texto de respuesta corta

Tiempo de in productividad
Digita el tiempo en que estuviste inactivo

Duración 

En el Apéndice 6 el operario selecciona los problemas que llego a presentar en su turno ya sea por la máquina, el molde y/o el material

Apéndice F.

Motivos de improductividad

Motivo de improductividad

Descripción (opcional)

Motivo de improductividad

- Maquina
- Material
- Molde
- No hubo improductividad
- Permiso

Material

- Material sucio
- Material Humedo
- Piezas manchadas
- No fluye de la tolva al tornillo

Maquina

- Boquilla tapada
- No calienta la resistencia
- Fuga de aceite

Motivo de improductividad

Descripción (opcional)

Motivo de improductividad

- Maquina
- Material
- Molde
- No hubo improductividad
- Permiso

Material

- Material sucio
- Material Humedo
- Piezas manchadas
- No fluye de la tolva al tornillo

Maquina

- Boquilla tapada
- No calienta la resistencia
- Fuga de aceite