

DESARROLLO DE UN MODELO PARA EL ANALISIS Y REDUCCION DE SCRAP EN LA INDUSTRIA AEROESPACIAL

Varela Corrales Esmeralda, Guerrero Chávez Luis Arnulfo, Terán Arévalo Francisco
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chihuahua
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Av. Tecnológico 2909, Tecnológico, 31200 Chihuahua, Chih., México
(614) 2012000

esmeralda.varela@hotmail.com luis.gc@chihuahua.tecnm.mx francisco.ta@chihuahua.tecnm.mx

RESUMEN.

Diariamente, las organizaciones dentro de sus procesos productivos enfrentan el fenómeno del desperdicio de materia prima conocido como "scrap", lo cual puede llegar a ser crítico ya que el costo de la materia prima puede alcanzar del 50 al 80% de sus activos, contra el costo de valor agregado de solo el 20%. Para reducir o eliminar el scrap es necesario seguir un proceso disciplinado que permita conocer las causas que lo provocan, corregirlas y evitar su reincidencia. Las empresas del sector aeroespacial de la ciudad de Chihuahua cuentan con procesos poco efectivos para la identificación y solución del scrap por lo que cuentan con dichas reincidencias que provocan costos elevados. Por tal motivo, se decidió desarrollar un modelo de nueve etapas que incremente la efectividad, basado en modelos y herramientas existentes que ayuden a la reducción o eliminación del scrap.

Palabras Clave: scrap, modelo, herramientas, industria aeroespacial

ABSTRACT.

On a daily basis, organizations within their production processes face the phenomenon of raw material waste known as "scrap", which can become critical since the cost of raw material can reach 50 to 80% of its assets, against the value-added cost of only 20%. To reduce or eliminate scrap, it is necessary to follow a disciplined process that allows knowing the causes that cause it, correcting them and avoiding their recurrence. The companies in the aerospace sector in Chihuahua City have ineffective processes for the identification and solution of scrap, so they have such recurrences that cause high costs. For this reason, it was decided to develop a nine-stage model that increases effectiveness, based on existing models and tools that help reduce or eliminate scrap.

Keywords: scrap, model, tools, aerospace industry

1. INTRODUCCIÓN

El significado de la palabra inglesa "scrap" es desperdicio de materia prima, resultado de un mal desempeño de la mano de obra o de la maquinaria y equipo dentro de un proceso productivo, que tiene gran relevancia para una empresa, ya que se traduce en costos y en disponibilidad de material productivo [1], al cual se le han alterado sus características físicas, principalmente por daño, que hacen que incumpla con las especificaciones requeridas por el cliente [2]; un alto porcentaje de scrap impacta nocivamente disponiendo de dinero que no se recupera, tiempo para análisis, mano de obra para inspeccionar, clasificar y disponer del material y espacio de almacenamiento

temporal, para segregarlo [3], lo cual reviste una gran relevancia ya que el scrap significa más del 50% de sus activos, que puede incluso rebasar el 80% [4], contra el costo de valor agregado de solo el 20% [5]. Incluso se ha creado una industria alterna, conocida como industria circular o de reciclaje (Tabla 1), por la gran cantidad de scrap que se genera, que ha alcanzado la cifra de un promedio del 8.8% del comercio total entre los años 2002 y 2019 (figura 1), con una contribución del 78% del sector de metales (figura 2) [6].

Para poder reducir o eliminar el scrap es necesario conocer las causas que lo producen; Tadevosian [7] y Power-Porto [8], establecen que el scrap se produce principalmente por: material productivo defectuoso, operaciones mal realizadas y principalmente por errores humanos, que pueden controlarse o corregirse mediante análisis bien realizados, capacitación y acciones poka-yoke (a prueba de errores).

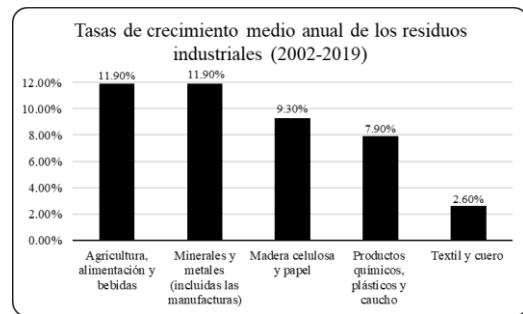


Figura 1. Tasas de crecimiento medio anual de los residuos industriales (2002- 2019) [6].

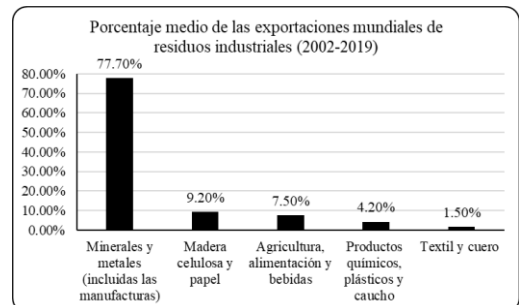


Figura 2. Porcentaje medio de las exportaciones mundiales de residuos industriales (2002-2019) [6].

George Power [9] encontró que, en 1996, el consumo aparente de acero fue de 112,000 TM de las cuales 70,000 TM fueron de chatarra nueva y vieja recuperadas, como puede verse en la tabla 1.

Tabla 1. Consumo aparente y recuperación de chatarra nueva y vieja de varios metales en Estados Unidos (1996). [10]

Metal	Cons. Aparente (miles de TM)	Chatarra nueva recuperada	Chatarra vieja recuperada	Comentarios
Acero	112000	38000	32000	
Aluminio	6300	1700	1400	60% de chatarra vieja de envases
Cobre	2700	880	400	
Plomo	1550		1000	88% de baterías usadas
Zinc	1470	240	115	55% del consumo
Estaño	48.4	4.4	7.6	30% del consumo aparente a estaño

Por lo tanto, es necesario disminuir, o si es posible eliminar, el scrap que redundará en el incremento de la rentabilidad de la empresa. Para la determinación de las causas raíz que generan el desperdicio de materia prima, se pueden utilizar métodos y herramientas utilizadas en la solución de problemas.

1.1. Ciclo PDCA. El ciclo plan, do check, act, desarrollado Shewhart y popularizado por Deming después de la segunda guerra mundial en Japón en la década de 1950. El ciclo forma parte de la estrategia de mejora continua en términos de calidad, costos y productividad [11].

El ciclo PDCA fue complementado por Ishikawa en las dos primeras etapas, con el fin de hacerlo más efectivo, como se aprecia en la figura 3.

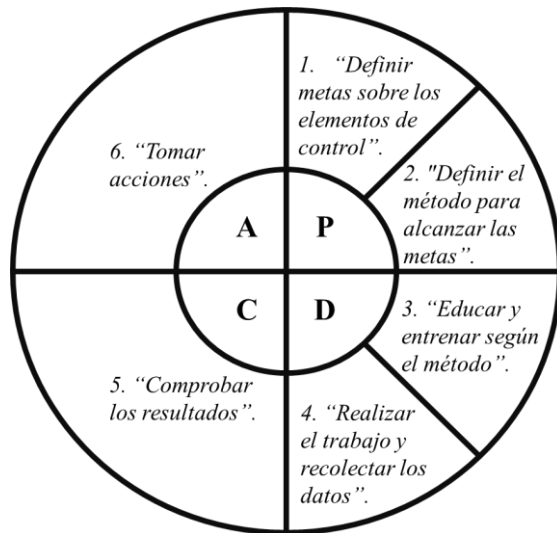


Figura 3. Ciclo PDCA de Ishikawa. [12]

1.2. DAMIC. Smith desarrolló la metodología six sigma para Motorola, en la década de 1980. El termino DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve y Control), se utiliza en la realización de proyectos en donde se requieran mejoras. [13]

1.3. 8D's. Las ocho disciplinas (8D's) se originaron en la división de tren motriz de la Ford Motor Company en 1987,

tomando como base el estándar militar # 1520 (sistema de acción correctiva y disposición del material no conforme). Son una serie de ocho pasos para el análisis y solución de problemas que van, desde la definición del problema, hasta la prevención de la recurrencia [14].

1.3.1. ¿Cuáles son los 8 pasos? Los 8 pasos a seguir para el análisis y la solución de problemas son:

D1: Formar un equipo de trabajo que se encargue de todas las actividades. Debe tenerse en cuenta que los integrantes del equipo deben estar familiarizados con el proceso y conocer el funcionamiento del producto.

D2: Definir el problema de forma clara y detallada, utilizando las 5W y las 2H. (qué, cuándo, quién, dónde, cómo y cuánto).

D3: Implantar una acción de contención, para evitar que el problema siga llegando al cliente y ganar tiempo para encontrar y resolver la causa raíz.

D4: Identificar y verificar la causa raíz que produce el problema, aplicando técnicas con diagrama de afinidad, diagrama de Ishikawa y cinco porqués.

D5: Determinar y validar las acciones correctivas que eliminarán la causa raíz del problema.

D6: Implantar las acciones correctivas permanentes y la forma de controlar los resultados. En este paso pueden utilizarse técnicas poka-yoke.

D7: Prevenir la recurrencia del problema, actualizando por ejemplo los FMEA o actualizando las Lecciones Aprendidas para aplicarlas en otros procesos o productos similares.

D8: Felicitar al Equipo de Trabajo, reconociendo sus esfuerzos y logros. Este paso incrementará la moral del personal y fomentará la participación dentro de toda la empresa en el proceso de la mejora continua.

Las 8D son una herramienta que fomenta el trabajo en equipo y contribuye a la mejora de productos, procesos y servicios, estandarizando prácticas cotidianas en la empresa que incrementan la productividad, y con ello la rentabilidad de la empresa, previniendo reincidencias en problemas de calidad. [15]

1.4. Técnica de los Cinco (5) porqués. La técnica de los 5 por qué se encarga de repetir la pregunta cinco veces hasta determinar cuál es la causa raíz o fundamental que provoca la aparición de un problema. Para cada pregunta, se registra una respuesta, que a su vez se convierte en pregunta para el siguiente nivel. Al final se contará con la causa raíz del problema y también con una o varias soluciones al problema investigado. [16]

2. DESARROLLO

2.1. Estructura. La presente investigación se desarrolló en tres empresas de la industria de manufactura del sector aeroespacial, que, por acuerdo de confidencialidad, se omite el nombre. Primero se estableció el estado que guardan los desperdicios en la empresa 1 por medio de una gráfica de tendencia

Tabla 2. Scrap en dolares por empresa enero-mayo 2021.

Mes	Scrap Empresa		
	1	2	3
Enero	\$ 6,613.51	\$ 9,222.70	\$ 25,244.60
Febrero	\$ 8,151.69	\$ 17,058.69	\$ 14,033.48
Marzo	\$ 9,428.01	\$ 7,833.70	\$ 16,767.23
Abril	\$ 18,037.69	\$ 10,416.41	\$ 18,996.56
Mayo	\$ 5,426.95	\$ 8,383.72	\$ 12,318.49
Total	\$ 47,657.85	\$ 52,915.22	\$ 87,360.36

Luego se procedió a determinar los contribuyentes en cuanto a desperdicio y se ordenaron de mayor a menor, aplicando la ley de Pareto para mostrar que el 20% de los contribuyentes significa el 80% de la contribución.

Tabla 3. Principales contribuyentes por empresa enero-mayo 2021.

Contribuyentes/ Scrap en USD	Scrap Empresa		
	1	2	3
Primer contribuyente	Error de perforado \$12,793.36	Orificio agrandado \$17,910.72	Piezas dañadas \$29,296
Segundo contribuyente	Piezas dañadas \$12,044.86	Distancia corta \$11,272.28	Orificio agrandado \$19,411.32
Tercer contribuyente	Piezas mal localizadas \$5,614.35	Piezas mal localizadas \$6,443.31	Distancia corta \$8,517.66
Cuarto contribuyente	Orificio agrandado \$4,024.306	Orificio extra \$3,390.26	Piezas mal localizadas \$7,276.08
Quinto contribuyente	Desechado por error \$3,735.1	Material faltante \$2,742.87	GAP en la pieza \$6,352.16

Posteriormente, se realizó un análisis de cada uno de los principales contribuyentes en la empresa 1, que fue la única que proporcionó información, con la finalidad de verificar su permanencia en el tiempo, buscar si esos problemas de scrap habían sido analizados previamente; la metodología utilizada y que tan efectivas fueron las acciones. Bajo este contexto, se encontraron reincidencias de los problemas de scrap.

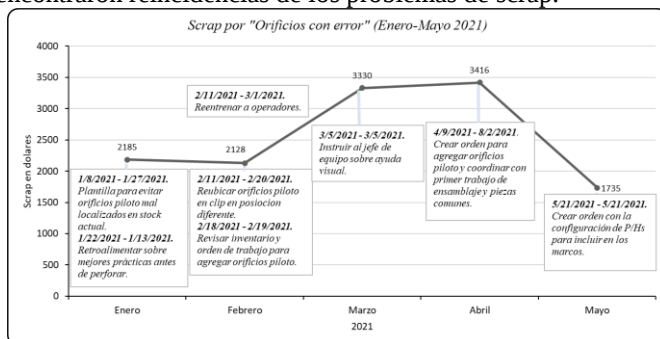


Figura 4. Grafica del contribuyente "Orificios con error" y las acciones tomadas en periodo de enero-mayo 2021.

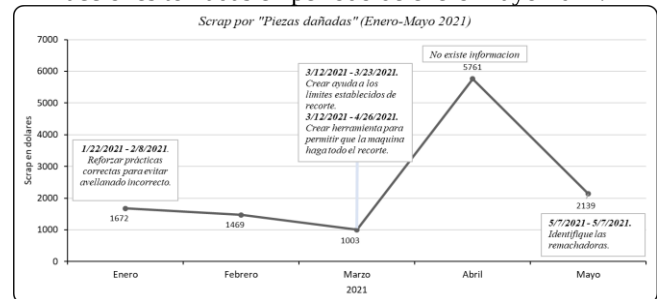


Figura 5. Grafica del contribuyente "Piezas dañadas" y las acciones tomadas en periodo de enero-mayo 2021.

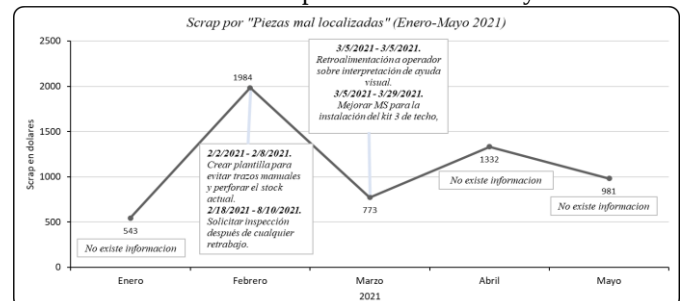


Figura 6. Grafica del contribuyente "Piezas mal localizadas" y las acciones tomadas en periodo de enero-mayo 2021.

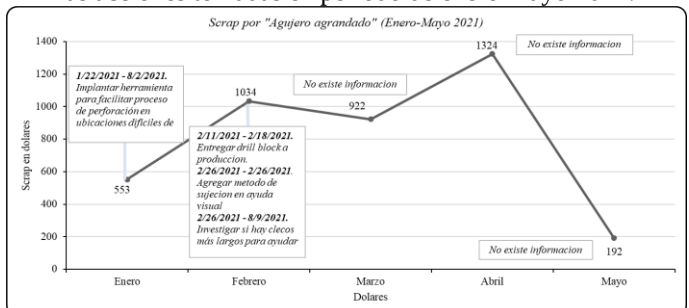


Figura 7. Grafica del contribuyente "Agujero agrandado" y las acciones tomadas en periodo de enero-mayo 2021.

Solo se presenta la empresa uno, ya que fue la única que presento datos referentes a la información mostrada. Debido a que los problemas de scrap persistieron, las acciones determinadas para su eliminación no fueron contundentes ya que no se determinó la causa raíz del problema, por lo que se procedió a revisar las metodologías y sus herramientas, y sugerir una nueva manera, más eficaz y eficiente, para determinar la causa raíz y encontrar la solución o las soluciones. Las herramientas que utilizó el personal de la empresa fueron el PDCA y los 5 por qué.

3. RESULTADOS

Con base en los datos presentados en el apartado anterior, se vio la necesidad de revisar la manera en que se analiza el origen del scrap en el proceso productivo y sugerir un compendio de

procedimientos y herramientas que puedan incrementar la posibilidad de encontrar las causas raíz que originan el desperdicio de materia prima y sugerir el uso de herramientas efectivas que permitan mejorar los resultados que se tienen actualmente. Para tal efecto, a continuación, se presenta el desarrollo de un modelo basado en el ciclo de PDCA, el ciclo de la mejora continua de Ishikawa y el 8D's y las herramientas sugeridas para cada una de sus etapas, así como un formato para darle seguimiento a las acciones sugeridas.

3.1. PDCA e ISHIKAWA. Tradicionalmente la mejora continua ha sido representada por el círculo de Walter A. Shewhart y popularizado por William Edwards Deming. Por lo tanto, todo proceso de solución de problemas o reducción de scrap debe de comenzar bajo este principio. Koarou Ishikawa dividió cada una de las dos primeras etapas en dos; así para planear (Plan), estableció que lo primero era establecer los objetivos a lograr, seguido de los métodos a utilizar para conseguirlos y la etapa de hacer (Do) lo primero es capacitar al personal y una vez implantadas las acciones para lograr los objetivos, recolectar los datos (figura 3) [17]. La inclusión de los pasos del PDCA en el modelo, se garantiza que se tengan contemplados todos los pasos que deben realizarse en un proceso de mejora continua.

3.2. DMAIC. La técnica DMAIC, como su nombre lo indica (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), se utiliza para caracterizar y evaluar el proceso que se está analizando, lo cual es una continuación y un complemento del PDCA [18]. Los elementos del DMAIC son muy similares al PDCA - Ishikawa ya que el primer paso es definir (D) el proceso en términos de definir el problema; el segundo paso se refiere a medir (M) como funciona el proceso actual recolectando datos; el tercer paso analiza (A) el proceso con la intención de determinar la causa raíz del problema; el cuarto paso es mejorar (I) el desempeño del proceso eliminando la causa raíz por medio de las acciones sugeridas; y el último paso se avoca a controlar (C) el proceso para evitar reincidencias, como se presenta en la figura 8. [19]

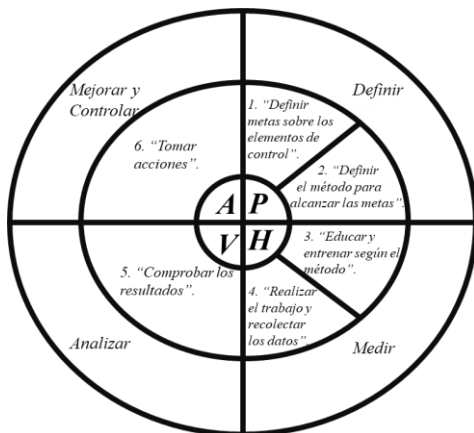


Figura 8. Ciclo DMAIC.

Como resumen de la aplicación de la técnica DMAIC, si no puede definir su proceso, no puede medirlo. Eso significa que si no puede expresar los datos que no puede utilizar, por lo que el DMAIC se aplica sobre todo para incluir los pasos de medir y controlar que no contempla el PDCA.

3.3. 8 D'S.

La metodología más utilizada en la industria de manufactura es la llamada 8 D's. Cuenta con 8 pasos secuenciales que contienen al PDCA - Ishikawa y al DMAIC, con la adición de algunas actividades diferentes, [21]. El modelo contempla la aplicación tropicalizada de los ocho pasos que se explican brevemente a continuación, se explica brevemente cada uno de ellos:

D0. Describir la oportunidad de mejora en términos de reducción o eliminación del scrap y de manera cualitativa.

D1. Formar un equipo de trabajo para análisis. Se requiere constituir un equipo de trabajo de entre tres a seis integrantes con características diversas que lo enriquezcan y conocimiento del producto.

D2. Describir el problema de scrap, de forma cualitativa y cuantitativa, que contenga cual es el problema, donde se presente, cuando, en que cantidad, quienes están involucrados.

D3. Identificar e implantar acciones interinas que permitan contener la generación de scrap y dar tiempo al análisis de la situación.

D4. Identificar la causa raíz y verificar su autenticidad utilizando los datos recabados y las herramientas apropiadas para la situación que se analiza.

D5. Una vez determinada la causa o causas raíz, se definen y validan las acciones finales correctivas. En este proceso es conveniente el uso de varias herramientas que garanticen la determinación de las causas reales y su solución.

D6. Implementar las acciones correctivas permanentes finales establecidas que deberán eliminar las causas que provocan el scrap. Es necesario volver a verificar la efectividad de dichas acciones por medio de corridas negativas.

D7. Prevenir la recurrencia del mismo problema o problemas similares actualizando la documentación correspondiente e implantado acciones a prueba de errores que eviten que la situación que provoco el scrap vuelva a presentarse.

D8. Una de las partes fundamentales del modelo es el reconocimiento al trabajo bien hecho por parte de los integrantes del equipo formado, por tal motivo debe realizarse una reunión para felicitar al equipo [22].

3.4. HERRAMIENTAS. Una vez consolidadas todas las metodologías, se definieron las herramientas a utilizar en cada una de las etapas para garantizar el logro de los objetivos, que en este caso se refiere a la reducción de scrap.

3.4.1. Las herramientas para la descripción del problema son: Lecciones aprendidas, 5W + 2h (what (que), Who (quien), Why (porque), When (cuando), Where (donde), How (como), How many (cuantos)), Gráfico de tendencias y Pareto.

- 3.4.2. Para implementación de acciones de contención: Inspección 200% y Corridas con muestras negativas.
 3.4.3. Para determinación de la causa raíz: Lluvia de ideas, Diagrama de afinidad, Diagrama de pescado y 5 Whys.
 3.4.4. Establecimiento de las acciones correctivas: Lluvia de ideas, Diagrama de afinidad, Diagrama de pescado y 5 Whys.
 3.4.5. Implementación de las acciones correctivas: Poka Yoke.
 3.4.6. Prevenir la recurrencia: PFMEA y Lecciones aprendidas.
 3.4.7. Reconocer al equipo: Reunión con la alta gerencia.

3.5. MODELO PROPUESTO. A continuación, se presenta el modelo desarrollado que se puede ver en la figura 9 todas las metodologías y las herramientas utilizadas para el análisis y la reducción del scrap desde su identificación hasta la prevención de la reincidencia y felicitación del equipo. Este corresponde el modelo propuesto para ser utilizado por empresas del sector aeroespacial en la ciudad de Chihuahua.
 El modelo fue desarrollado con base en las metodologías revisadas anteriormente para definir los pasos a seguir, e incluye las herramientas más recomendadas para documentar el problema, definir acciones interinas, analizar los datos para encontrar las causas raíz, establecer las acciones correctivas permanentes y definir acciones para evitar la recurrencia. [20]

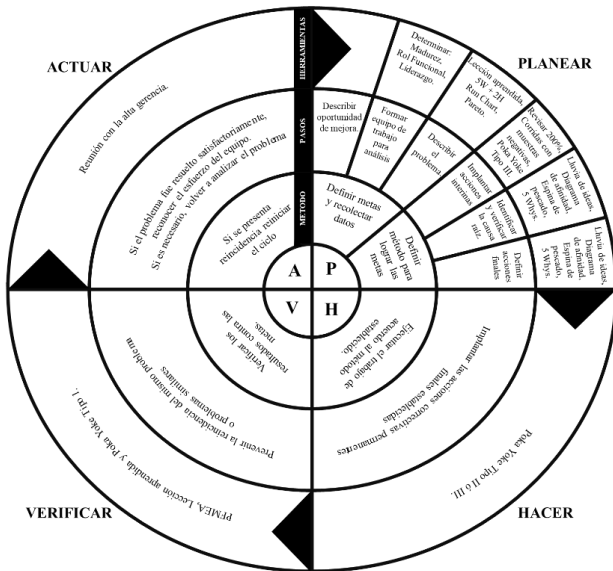


Figura 9. Modelo donde se incluyen herramientas, 8 D's, Ishikawa y PDCA.

3.6. PLAN DE ACCION. El formato de la figura 10, corresponde al plan de acción que contiene, tanto las acciones interinas (contención), como las acciones finales (correctivas) determinadas durante el proceso de análisis de solución de problemas de scrap. La estructura permite, definir responsables y fechas, al mismo tiempo que es posible darle seguimiento al avance de las acciones. La extensión del plan de acción podrá ser tan amplia como la cantidad de acciones establecidas.

NO.	SINTOMA	ACCION DE CONTENCION	CAUSA RAZ	ACCION CORRECTIVA	RESPONSABLE	FECHA	AVANCE			
							25%	50%	75%	100%

Figura 10. Plan de acción.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES. Como pudo verse en el desarrollo del presente artículo, el proceso actual para análisis y solución de problemas de scrap en las empresas del sector aeroespacial, no es eficaz, ya que no contempla la formación de un equipo multifuncional, el desarrollo de algunos pasos y la utilización de herramientas efectivas para la determinación de la causa raíz y la definición de acciones finales correctivas, así como la prevención de la reincidencia. El presente modelo fue desarrollado, precisamente para subsanar esas oportunidades.

4.2. RECOMENDACIONES. Se recomienda seguir todos los pasos establecidos en el modelo, empezando por la descripción de la oportunidad de mejora y la formación del equipo (pasos fundamentales del modelo), hasta la reunión de cierre con la gerencia para felicitar el trabajo realizado por el equipo. Cabe resaltar también que de todas las herramientas recomendadas deben utilizarse de acuerdo a la naturaleza del problema. Poner especial atención en la formación de equipos multifuncionales, en la determinación de la causa raíz, su verificación, la implantación de dispositivos a prueba de error (Poka Yoke) y la actualización de los FMEA y las lecciones aprendidas para evitar verdaderamente la reincidencia de scrap.

5. REFERENCIAS

- [1]. M. C. Chacón-Olivares, S. Gaytan-Mosqueda & M. Rico-Chagollan. "Manejo de scrap para cumplimiento de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación", Reaxion Ciencia y Tecnología Universitaria, Vol. 1, 2020, 3.
- [2]. M. G. Gutierrez-Cortes, M.C. Chacon-Olivares, M. Rico-Chagollán, M. Castañeda-Canales, "Estandarización de procesos, para la reducción de SCRAP en una empresa dedicada a la fabricación de tornillos para el sector automotriz", Revista de Operaciones Tecnológicas, Vol.2, 2018, 17-18.
- [3]. S. Flamarique, "Gestión de existencias en almacén", Marge Books. Barcelona. España. 2006. 16.
- [4]. J.J. Anaya-Tejero, "Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica", ESIC Editorial. Madrid, España, 2016, 19.
- [5]. M. Albaladejo, N. Mulder, P. Mirazo, J. I. Mugica, "La economía circular: de los residuos a los recursos a través del comercio internacional", Industrial Analytics Platform, Disponible: <https://iap.unido.org/es/articles/la-economia-circular-de-los-residuos-los-recursos-traves-del-comercio-internacional>, sitio visitado 24 de junio de 2022.
- [6]. Degele, "How to Reduce Scrap Metal in Manufacturing", Degele Manufacturing Inc, Disponible: <https://degelemfg.com/how-to-reduce-scrap-manufacturing/>, sitio visitado 24 de junio del 2022.

- [7]. D. Tadevosian, "5 Ways to Reduce Scrap and Rework in Your Manufacturing Processes", *Manufacturing Innovation*, Disponible en: <https://www.thomasnet.com/insights/5-ways-to-reduce-scrap-and-rework-in-your-manufacturing-processes/>, sitio visitado 24 de Junio del 2022
- [8]. G. Power-Porto, "Materiales metálicos y reciclaje Ingeniería Industrial", Universidad de Lima Lima, Perú, *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* 25, 2007, 205-222.
- [9]. I. Wernick, N. J. Themelis, "Recycling metals for the environment", *Annual Reviews Energy and Environment*, Vol. 23, 1998. 481.
- [10]. M. Mariño, "Impacto de Sistemas de Gestión de Calidad en Centros Educativos de Galicia", Universidad de Coruña, 2017.
- [11]. Z. López-García, "MEJORA DEL PROCESO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO EN EL RANCHÓN "EL COMPAY" DE LA UEB MEDITERRÁNEO", Master en Calidad Total Tesis, Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echeverría, Havana, Cuba, 2014, 13.
- [12]. M. Smętkowska, B. Mrugalska, "Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. 14th International Symposium in Management", Elsevier, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 238, 2018, 590 – 596.
- [13]. Izaguirre & Párraga, "Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fábrica de refrigeradoras." *Revista Industrial Data* 20(2), 2017, 61-70.
- [14]. R. M. Ruiz-Acuña, "EFICACIA DE LOS MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN NO CONFORMIDADES DE AUDITORÍAS DE CALIDAD" M.C. Tesis, Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico, 2003, 47-48
- [15]. J. C. Ovalles-Acosta, V. Gisbert-Soler, A. I. Pérez-Molina, "HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ (ACR)". 3C Empresa (Edición Especial) diciembre 2017, 1 – 9. Área de Innovación y Desarrollo, S.L., 2017.
- [16]. Imai, Masaaki. *KAIZEN La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. Primera Edición. México. C.E.C.S.A. 1989. 285, 286.
- [17]. A. J. Cárdenas. *Administración con el método japonés*. Primera Edición. C.E.C.S.A. 1993. 198.
- [18]. N. ABBES, Y. CHAABOUNI, N. SEJRI, M. CHEIKHROUHO, "A new lean Six Sigma hybrid method based on the combination of PDCA and the DMAIC to improve process performance: Application to clothing SME. *Industria Textila*", 2019, Vol. 70, No. 5. 447-456. DOI: 10.35530/IT.070.05.1595.
- [19]. M. Sokovic; D. Pavletic; K. Kern Pipan, "Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR.", 2010. Obtenido de: http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol43_1/43155.pdf
- [20]. L. Guerrero-Chávez, "Definición de la interrelación entre los FMEAS, 8 D's y Poka Yoke." *Congreso Internacional Electro 2008*, 2008, 265-270
- [21]. Ford, "Solución de problemas en equipo (TOPS).", *Centro de desarrollo de recursos humanos*, 1992, 4.1.1.