



**IMPACTO EN LA INNOVACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS AL
INCORPORAR HERRAMIENTAS DE CREATIVIDAD A LA MEJORA
CONTINUA BASADA EN TPM: CASOS DE ESTUDIO DE UNA EMPRESA
MANUFACTURERA**

CAROLINA SAAVEDRA PEDROZA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD DE LAS ORGANIZACIONES

MANIZALES – 2018

**IMPACTO EN LA INNOVACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS AL
INCORPORAR HERRAMIENTAS DE CREATIVIDAD A LA MEJORA
CONTINUA BASADA EN TPM: CASOS DE ESTUDIO DE UNA EMPRESA
MANUFACTURERA**

ASESORA:

EUGENIA TRIGO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD DE LAS ORGANIZACIONES

MANIZALES – 2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, quienes son mi motivación e inspiración para continuar creciendo cada día como persona y como profesional.

Lo dedico a las personas apasionadas por la mejora continua, ellas encontrarán en estas páginas afinidad con sus expectativas diarias y entenderán la importancia de lo que aquí planteo para las industrias que buscan la excelencia operacional a partir de metodologías formales de mejora continua.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad Autónoma, por consolidar esta maestría tan valiosa para la construcción del conocimiento en los temas relacionados con la Innovación y la Creatividad; tan importantes para el desarrollo de las diferentes sociedades y para la vida misma.

A mis excelentes maestros de la maestría, quienes guiaron mi aprendizaje y me aportaron nuevas ópticas y visiones que me complementaron como profesional y como persona.

A mi asesora Eugenia, quien me mostró un camino de nuevas posibilidades y una experiencia enriquecedora en el entorno de la investigación. Ella ha hecho de esta construcción una instancia vital para el desarrollo de mi vida personal, me permitió descubrir y disfrutar del ejercicio de investigativo.

RESUMEN

La presente investigación propone recorrer uno de los caminos que podrían asumir las metodologías de mejora continua para orientar los procesos hacia la innovación; y así evolucionar para mantenerse vigentes y aumentar su aporte a las compañías que las han implementado. Esta investigación se realiza sobre la base de una de las metodologías de mejora más sólidas, denominada TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Este ejercicio se puede extrapolar a otras metodologías ya que todas fundan su estructura en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Esta evolución se plantea a partir de la integración de las herramientas más importantes de TPM con las herramientas de la técnica de creatividad la Sinecmática.

Su desarrollo se estructuró como Caso de Estudio a partir de la observación de una industria que cuenta con una cadena de abastecimiento que le implica la producción, logística y distribución. El nombre de la empresa y de los participantes se mantendrá en el anonimato según las Políticas de Confidencialidad de la propia empresa. En tanto Caso de Estudio, el mismo puede extrapolarse a cualquier otra industria manufacturera que cuente con la implementación de una metodología formal de mejora continua.

Palabras claves : Innovación, TPM (Mantenimiento productivo total), Técnicas de creatividad y Metodologías de Mejora Continua.

ABSTRACT

The present investigation proposes to go through one of the paths that continuous improvement methodologies could take to guide the processes towards innovation; and thus evolve to stay current and increase its contribution to the companies that have implemented them. This research is carried out on the basis of one of the most solid improvement methodologies, called TPM (Total Productive Maintenance). This exercise can be extrapolated to other methodologies since they all found their structure in the PHVA cycle (Plan, Do, Verify and Act). This evolution arises from the integration of the most important tools of TPM with the tools of the technique of creativity the Sinecmática. Its development was structured as a Case Study based on the observation of an industry that has a supply chain that involves production, logistics and distribution. The name of the company and of the participants will remain anonymous according to the Confidentiality Policies of the company itself. As a Case Study, it can be extrapolated to any other manufacturing industry that has the implementation of a formal methodology for continuous improvement.

Key words: TPM (Total productive maintenance), Creativity techniques, Continuous improvement methodologies and Innovation

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	14
2	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
4	OBJETIVOS.....	20
4.1	OBJETIVO GENERAL	20
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5	JUSTIFICACIÓN.....	21
5.1	MARCO TEÓRICO.....	24
	5.1.1 <i>El mejoramiento continuo en los procesos productivos</i>	24
	5.1.2 <i>Mantenimiento Productivo Total. TPM</i>	31
	5.1.3 <i>Orígenes del Mantenimiento Productivo Total</i>	32
	5.1.4 <i>Procesos fundamentales TPM: pilares</i>	33
	5.1.5 <i>Las 5'S, una filosofía básica</i>	37
	5.1.6 <i>Conceptualización de La Creatividad</i>	38
	5.1.7 <i>Las técnicas de creatividad</i>	40
	5.1.8 <i>Las técnicas de creatividad empleadas en la solución de problemas</i>	41
	5.1.9 <i>La innovación en los procesos</i>	56

5.1.10	<i>La innovación en los procesos productivos</i>	58
6	METODOLOGÍA.....	63
6.1	DISEÑO METODOLÓGICO	63
7	DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS A EMPLEAR	65
8	PROCESO METODOLÓGICO	68
9	RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO.....	70
10	ANÁLISIS Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN	71
11	DESARROLLO.....	72
11.1	CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA OBJETO DE LOS CASOS.....	72
	<i>11.1.1 Descripción del instrumento para caracterización de la empresa</i>	72
	<i>11.1.2 Aplicación del instrumento para la caracterización de la empresa</i>	73
11.2	EXPLICACIÓN DETALLADA DE LOS PASOS PARA APLICAR HERRAMIENTAS TPM 84	
11.3	MODO DE USO DE LA SINECMÁTICA, LA TÉCNICA DE CREATIVIDAD A INTEGRAR.....	101
	<i>11.3.1 Pasos para la aplicación de la Sinemática</i>	101
	<i>11.3.2 Herramientas de la Sinemática</i>	104
11.4	DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO DESARROLLADOS	107
	<i>11.4.1 Caso 1: Tarjetas Fuguai con introducción de la Sinemática</i>	110
	<i>11.4.2 Caso 2: OPLs con introducción de la Sinemática</i>	117

11.4.3 Caso 3: Análisis sencillo con introducción de la Sinemática	125
12 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	139
12.1 RESULTADOS 2: EN RELACIÓN CON LA AGREGACIÓN DE VALOR PARA EL PROCESO PRODUCTIVO.....	143
12.2 RESULTADOS 3: EN TÉRMINOS DE LOS ACTORES	146
13 CONCLUSIONES.....	149
14 RECOMENDACIONES	151
15 BIBLIOGRAFÍA.....	152

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 LISTA DE DOCUMENTOS ESCRITOS SOBRE TPM.....	22
TABLA 2 EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DEL CONCEPTO DE CALIDAD	27
TABLA 3 EJEMPLO DE COMBINACIÓN DE ATRIBUTOS PARA ANÁLISIS MORFOLÓGICO	44
TABLA 4 LISTA DE ATRIBUTOS DE LA TÉCNICA RELACIÓN POR ATRIBUTOS	46
TABLA 5 40 PRINCIPIOS AGRUPADOS DE LA METODOLOGÍA TRIZ.....	51
TABLA 6 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA A SEGUIR.....	68
TABLA 7 TIPOS DE OPL POR SU USO	92
TABLA 8 LISTA DE INTEGRANTES DE EQUIPO PILOTO	109
TABLA 9 CUADRO DE ETAPAS SEGUIDAS EN LA INCLUSIÓN DE LA SINECMÁTICA AL TPM.....	140
TABLA 10 TABLA RESUMEN DE APORTACIÓN AL PROCESO CON LA INTEGRACIÓN.	144
TABLA 11 RESUMEN DE APORTACIÓN A LOS ACTORES	146

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE PROCESO PRODUCTIVO.	25
FIGURA 2 EL CICLO DEL MEJORAMIENTO CONTINUO PHVA	29
FIGURA 3 ¿PILARES DE TPM.....	33
FIGURA 4 ESQUEMA DE LAS 5S	37
FIGURA 5 PROCESO DE LA TÉCNICA CPS DE ALEX OSBORN.....	47
FIGURA 6 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE RELACIONES FORZADAS	49
FIGURA 7 ESQUEMA GENERAL DE LA METODOLOGÍA TRIZ.....	50
FIGURA 8 ESQUEMA DEL SIGNIFICADO DE LOS 6 SOMBREROS PARA PENSAR	52
FIGURA 9 ELEMENTOS CLAVES DE LA SINECMÁTICA	55
FIGURA 10 EVOLUCIÓN DE LAS INNOVACIONES PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD (EE.UU).....	58
FIGURA 11 PASOS A SEGUIR PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIO DE CASOS	64
FIGURA 12 PRINCIPALES TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	65
FIGURA 13 RESUMEN DE ESTADO DE AVANCE Y EXPECTATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM EN EMPRESA ..	77
FIGURA 14 ESTRUCTURA DE PILARES DE COMPAÑÍA DONDE SE DESARROLLARON LOS CASOS	78
FIGURA 15 PROCESO DE CAMBIO DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TPM.....	79
FIGURA 16 DESCRIPCIÓN ETAPA INICIAL EN LA EMPRESA AÑOS 2010 - 2012	81
FIGURA 17 DESCRIPCIÓN DE LA FASE 2 IMPLEMENTACIÓN DE TPM AÑO 2013 - 2014.....	81
FIGURA 18 VISIÓN DE TPM EN LA EMPRESA	81
FIGURA 19 DESCRIPCIÓN DE LA FASE 3, EVOLUCIÓN TPM EN LOS AÑOS 2016 Y 2015	82

FIGURA 20 DESCRIPCIÓN LOGROS OBTENIDOS CON TPM EN 2016 – 2017.....	83
FIGURA 21 CONCEPTO DE TARJETAS F	86
FIGURA 22 MODO DE DILIGENCIAR UNA TARJETA F	88
FIGURA 23 MAPA DE UBICACIÓN DE TARJETAS F ROJAS, AMARILLAS Y AZULES.....	88
FIGURA 25 OPL	90
FIGURA 26 TIPOS DE OPL SEGÚN JIPM.....	91
FIGURA 27 FÓRMULA PARA EL ANÁLISIS DE ACCIDENTES	93
FIGURA 28 ESQUEMA COMPLETO DE ANÁLISIS 1 + 2=3	94
FIGURA 29 EL ACTO Y CONDICIÓN INSEGURA EN EL ANÁLISIS DE ACCIDENTE.....	95
FIGURA 30 TABLERO DE ANÁLISIS SENCILLO	96
FIGURA 31 5W Y 1 H PARA LA CLARIFICACIÓN DE PROBLEMAS	97
FIGURA 32 TOBARI TABLERO DE OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO	98
FIGURA 33 EJEMPLO DE FORMATO DE VERIFICACIÓN DEL RIESGO.....	99
FIGURA 34 CICLO PARA LA APLICACIÓN DE LA SINECMÁTICA	102
FIGURA 35 EJEMPLO DE LA MATRIZ DE COMBINACIONES CRUZADAS PARA LECHE	106
FIGURA 36 TARJETA FUGUAI PARA CASO 1	110
FIGURA 37 APLICACIÓN DE CREAMOS AL CASO 1	114
FIGURA 38 MATRIZ MCC PARA CASO DE ESTUDIO 1	116
FIGURA 39 CASO DE ABORDAJE DE PROBLEMA CON OPL.....	119
FIGURA 40 APLICACIÓN D E CREAMOS AL CASO 3	121

FIGURA 41 MATRIZ MCC PARA CASO DE ESTUDIO 2.....	123
FIGURA 42 IMAGEN DE SISTEMA AUTO LUBRICANTE	125
FIGURA 43 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA TUBULAR	127
FIGURA 44 PROCESO MANUAL DE EMPACADO.....	128
FIGURA 45 FORMATO 5 PORQUE DE PROBLEMAS CASO 1	128
FIGURA 46 DIAGRAMA DEL TIPO DE ERROR HUMANO.....	130
FIGURA 47 APLICACIÓN DE CREAMOS AL CASO 3	133
FIGURA 48 MATRIZ MCC PARA CASO DE ESTUDIO 3.....	135
FIGURA 49 PROTOTIPO 1 SOLUCION DEL CASO 3	137
FIGURA 50 PROTOTIPO2 SOLUCION DEL CASO 3	137
FIGURA 51 ESQUEMA PARA RESALTAR LA FASE DE MOTIVACIÓN DENTRO DEL TPM	142
FIGURA 52 MÉTODO EMERGENTE DE 14 PASOS QUE SURGE DE INTEGRAR LA SINECMÁTICA AL TPM.....	143

1 INTRODUCCIÓN

Estimado lector, bienvenido a esta experiencia sea usted una persona que no sabe nada sobre TPM (Mantenimiento Productivo Total) o sea usted una persona con amplio conocimiento. A través del presente documento podrá aprender de manera sencilla y acotada sobre esta herramienta vista desde un punto de vista distinto al presentado habitualmente por la literatura actual que detalla cada uno de los pilares o procesos metodológicos con explicaciones densas y confusas, a veces, cuando experimentamos nuestras primeras aproximaciones al tema. La propuesta que les presento aquí, es una aproximación a TPM a través de sus herramientas básicas y muestro de qué manera se puede complementar con las técnicas de creatividad.

Si usted, por el contrario, es una persona que ya ha tenido experiencia de trabajo con metodologías de este tipo, que las conoce ampliamente y que diferencia cada una de sus etapas, este proyecto le será de mayor provecho. Él le dará la posibilidad de visualizarlo desde la utilidad de sus herramientas y mostrará de qué manera podría evolucionar su implementación en la industria para lograr un mayor potencial de las mismas y hacerlas más interesantes y enriquecedoras en la teoría y en la práctica. En este sentido le permitiría avanzar a soluciones de mejor calidad, algunas más innovadoras que otras, que marcan la diferencia entre la excelencia operacional y la innovación en los procesos industriales aplicables a la cadena de abastecimiento, principalmente a los procesos de manufactura y logísticos.

Por lo que he podido investigar y en mi experiencia en el medio, puedo dar fe de que se trata de un camino no explorado, quizás por la estructura misma de las metodologías construidas con procesos formales, esquemáticos y rígidos que dejan muy poco a la creación. O, quizás, porque como usuarios entrenados consideramos que no hay más que hacer, que dichas metodologías están desarrolladas de manera acabada y que no podemos ir más allá de la letra ya escrita.

Sea cual sea usted el tipo de lector, bienvenido a este proceso que he experimentado y que a través de este documento voy a compartir con ustedes, con la motivación principal de generar cuestionamientos diferentes con relación a la mejora y sobre todo a la innovación de los procesos productivos. Innovación, no en términos tecnológicos, sino como aquella que surge del estrés de resolver un problema y del aprendizaje cotidiano. Me refiero a la innovación desde las personas que están involucradas en contextos reales de trabajo, innovación desde la mejora continua complementado con la creatividad misma de cada actor.

El camino para construir esta investigación no ha sido corto. Se inició hace aproximadamente 6 años, a partir del interés que surgió en mí como consecuencia de observar los notables resultados en la cultura y en el rendimiento que generaron las herramientas de mejora en la compañía donde trabajé por 8 años. Allí pude vivir la implementación de lo llamado el kit de herramientas de mejoramiento, que incluía, entre otras metodologías la de TPM, Seis Sigma y Lean Manufacturing.

En esos años, observaba cómo los trabajadores de la compañía generaban análisis y mejora en los procesos con su participación en proyectos de mejora, a los que se les dedicaba poco tiempo y que carecían de motivación alguna para continuar; no ofrecía nuevos caminos para explorar o ampliar la mejora ya implantada. Esta dinámica me generó la inquietud de: *¿cómo hacer posible, desde la motivación de los actores, que la mejora trascienda hasta llegar a la innovación de los procesos productivos?* Con esta inquietud me encontré con la *Maestría de Innovación y Creatividad* y emprendí este camino académico que se complementó con un recorrido por cuatro industrias; siempre con la necesidad de tener otras visiones en la búsqueda de formalizar caminos para promover la innovación de los procesos de producción.

En cada una de estas compañías en las que he podido participar, he trabajado con la mejora continua empleando TPM, esto lo he tomado como insumo para poder darle forma a esta investigación. Ello me ha permitido concretar los campos de estudio, las herramientas y técnicas a utilizar para, finalmente, seleccionar una de estas compañías donde desarrollar

formalmente este proceso, documentando las herramientas de TPM, los procesos seguidos para integrarlas, observando a los participantes y sus interacciones con las mismas y diseñando los esquemas que menos dificultad les representaban. Es así como surge este documento que básicamente reúne mi experiencia personal y laboral en la interacción con estas metodologías y sus actores.

Finalmente, resta hacer una breve referencia a mi decisión de redactar este documento en primera persona. Tal elección, por tratarse de una investigación cualitativa se encuentra justificada en la libertad que se me otorga como autor y ello, no excluye el criterio de objetividad que toda investigación debe atender. (Trigo, 2015) *¡Disfrútenlo!*

2 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas manufactureras tienen grandes retos para su surgimiento, pero aún más los tienen para su sostenibilidad. Las acciones que típicamente adelantan este tipo de organizaciones para incrementar su competitividad, logrando sostenerse y crecer en el mercado, están asociadas a dos factores fundamentales: el primero la innovación de productos, que demanda cada día mayor ingenio y creatividad de parte de las áreas de desarrollo, y el segundo la mejora continua de procesos, para hacerlos cada vez más eficientes y rentables, logrando optimizar el uso de sus recursos económicos.

En los últimos años se ha observado un auge de herramientas de mejora continua que proporcionan a la industria alternativas para establecer la medición de sus procesos y los mecanismos de perfeccionamiento de los mismos; entre las más conocidas se encuentran TQM (Mantenimiento Total de la Calidad), Lean Manufacturing, Seis Sigma, TOC (Teoría de Restricciones) y TPM (Mantenimiento Productivo Total); estas herramientas constituyen un proceso de evolución que en conjunto buscan ofrecer resultado cada vez más rápidos y perdurables.

En la actualidad aplicar estrategias de mejora continua ha dejado de ser un factor distintivo, dado que se ha convertido en una tarea básica que debe estar inmersa en los procesos y procedimientos como elemento básico que las compañías deben implementar para poder mantenerse en el mercado. El desafío va más allá para las compañías que quieren sobresalir y perdurar en un mercado cuyas exigencias son cada vez más altas. El reto es crear valor de manera significativa, no basta con hacer mejora continua hay que innovar y no solo en producto hay que innovar en las formas de fabricación, en los procesos productivos. Pero *¿cómo hacerlo?*, *¿cómo ir más allá?* Son cuestionamientos que pocas veces tienen respuesta en la práctica y en la literatura. En la práctica se encuentra que las compañías no siempre tienen clara la diferencia entre mejora continua e innovación de procesos. Además de esa confusión conceptual, a la hora de pasar a la acción, no es claro tampoco el paso a

paso que se debe seguir una vez se han identificado las prioridades específicas de la empresa.

Es necesario plantear la innovación de procesos partiendo de lo que hoy conocen las industrias sobre mejoramiento continuo, es decir más que seguir ideando nuevas metodologías de mejoramiento o seguir fusionándolas y sacando variantes de las mismas se debe pensar en la innovación del proceso e iniciar con construir conocimiento entorno a este concepto. Claro está, en el sector industrial un buen punto de partida son las reconocidas herramientas de mejoramiento y junto a estas las herramientas de desarrollo creativo, para generar innovación en procesos productivos de una manera natural y sencilla para las compañías.

El presente trabajo busca aportar claridad conceptual y orientación práctica a los interesados en este tema, dando respuesta a la necesidad de agregar mayores niveles de valor en los resultados de los procesos de innovación de sus procesos industriales.

3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Se enriquecen los procesos de mejora basados en TPM con la incorporación de técnicas de creatividad?

¿Existe agregación de valor con la incorporación de técnicas de creatividad en los procesos de mejora fundados en TPM?

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir el impacto en la innovación de procesos productivos en una empresa manufacturera de Colombia, al incorporar herramientas de creatividad a la mejora continúa fundada en TPM.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la situación de la empresa donde se desarrollan los casos de estudio y el impacto que ha tenido con la implementación de TPM.
- Identificar la técnica de creatividad presente en el caso (Sinecmática) y la manera cómo se incorpora con las herramientas de TPM.
- Determinar la agregación de valor que se dio en el proceso productivo y en sus actores luego de realizar la incorporación de técnicas de creatividad al TPM.
- Establecer los pasos seguidos en los procesos y por los actores para la incorporación de las técnicas de creatividad a las herramientas del TPM.

5 JUSTIFICACIÓN

Para empezar, les tengo que contar lo que representa para mí la mejora continua y, de qué manera ha transformado mi vida. Me ha impactado tanto que la primera motivación para realizar este proyecto es aportar mi experiencia para transformar la mejora continua de la misma manera en que ella me transformó a mí. Esa considero mi pequeña contribución a su evolución y enriquecimiento para que pueda trascender a niveles más altos de influencia positiva en los procesos industriales.

La mejora continua representa la excelencia de la ingeniería industrial y constituye el primer paso que deben dar las compañías para incrementar su competitividad. El mejoramiento sistémico tal como lo plantean las metodologías de mejora formales como TPM, logra una transformación en la forma, en lo técnico de los procesos y además trasciende a lo cultural impactando en la interacción entre las personas, para transformar así la dinámica organizacional de manera representativa.

Es claro también que una vez completada esta fase de implementación de la mejora hay que continuar evolucionando, ello evita que estas metodologías se vuelven obsoletas y que las personas pierdan su interés en la continuidad de su implementación. En consecuencia, se hace necesario construir conocimiento en torno al modo de lograr que estos esquemas de mejora continúen aportando a las industrias, y generen nuevas motivaciones para que sus prácticas se mantengan vigentes para lograr construir y desarrollar innovación en los procesos.

Es precisamente en relación con la construcción de conocimiento en torno a la mejora continua que este documento pretende aportar ya que en la actualidad las investigaciones se han dedicado fundamentalmente en describirlas y a comentar los casos de éxito en diferentes tipos de industria (Villegas, 2014) (Aranguren, 2015). Esto es una tendencia de Colombia y del mundo; hay muchísimos casos documentados que se diferencian por sus abordajes en distintos sectores, países, idiomas. Los escritos en países como Estados Unidos, Japón y la India son de una profundidad diferente con miradas más amplias y

técnicas que en los demás países, y ello se debe, básicamente, porque allí se ha hecho intensivo el proceso de TPM y con una mayor trayectoria en su implantación; otorgándole una mayor importancia como política de crecimiento y competitividad.

Tabla 1 Lista de documentos escritos sobre TPM

TITULO DEL DOCUMENTO	AUTORES
TPM implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS.	Bohoris, G., Vamvalis, 1995
A case study on total productive maintenance in rolling	Sethia, C., Shende, P., 2014
OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. Emeraldinsight.com. Retrieved from	Jain, A., Bhatti, R 2015
The Implementation and Evaluation of Total Productive Maintenance—A Case Study of midsized Indian Enterprise. Ijaiem.org. Retrieved from	Paropate, R.,2013
Making common sense common practice: Models for manufacturing excellence.	Moore, R. (2004).
Total productive maintenance (TPM) implementation practice: A literature review and directions. Emeraldinsight.com. Retrieved from	Jain, A., Bhatti, R2014
TPM implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS.	Bohoris, G. A., Vamvalis, C., Trace, W.,1995
Study of total productive maintenance & its implementing approach in spinning industries.	Katkamwar, S 2013
OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. International	Jain, A., (2015)Bhatti
Improving operations performance in a small company: a case study.	Gunasekaran, A., Forker, L., & Kobu, B. (2000)
Total productive maintenance (TPM) implementation practice.	Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014)
Total productive maintenance (TPM) implementation practice.	Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014).
Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study.	Gupta, P., & Vardhan, S. (2016).
Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. Procedia Engineering,	Singh, R., Gohil, A. M., (2013).
Importance and effectiveness of human related issues in implementing total productive maintenance: a study of Indian manufacturing organisations.	Sharma, R., Singh, J., & Rastogi, V. (2016).
ESTUDIO DE CASOS DE IMPLANTACIÓN EXITOSA DE TPM EN INDUSTRIAS.	Lorena, D., & Montoya, 2015
Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis.	Huang, S. H., Dismukes, J. (2003)
One Point Lesson as a Tool for Work Standardization and Optimization - Case Study	Szwedzka, K., & Kaczmarek, J. (2017).
The implementation and evaluation of Total Productive Maintenance (TPM)? an action case study in a Hong Kong manufacturing company.	Sun, H., Yam, R., & Wai-Keung, N. (2003).
Total productive maintenance (TPM) implementation practice.	Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014).

Total Productive Maintenance Concepts and Literature Review	Pomorski, T. R. (2004).
Manufacturing performance and evolution of TPM	Ashot, K. S. (2015).
An application of association rule mining in total productive maintenance strategy: an analysis and modelling in wooden door manufacturing industry.	Djatna, T., & Alitu, I. M. (2015).
Implications of Total Productive Maintenance in Psychological Sense of Ownership.	Pinto, H., Pimentel, C., & Cunha, M. (2016).
Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant.	Kigsirisin, S., Pussawiro, S., & Noohawm, O. (2016).
Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company.	Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015).
Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study.	Singh, R., Desai, S. (2013).
Aproximación en el uso del mantenimiento productivo total TPM en empresa que ya lo practica.	Villegas, J. S. (2014).
Implementación exitosa de TPM en la industria Colombiana, 80.	Aranguren, J. A. (2015).

Fuente: Fichas de bibliografía consultada para el presente trabajo

En la Tabla 1 se puede observar un breve resumen de los textos más importantes que consulté para entender el estado de TPM y si se ha planteado la integración con técnicas de creatividad. En esta revisión me encontré con varios textos muy importantes. Uno de ellos es: “(TPM) Concepts and Literature Review” escrito por Thomas R. Pomorski muy profundo conceptualmente uno de los más completos y de los pocos que plantea la necesidad de la evolución del TPM “*Como metodología de mejora continua, el proceso de TPM se somete a mejora continua*”. Thomas observa que “*en entornos altamente técnicos y rápidamente cambiantes, las metodologías TPM tradicionales tendrán que adaptarse para proporcionar rendimientos más tempranos si se quiere mantener como un medio viable de mejora*” (Pomorski, 2004)

También me llamó la atención qué en ninguno de los textos consultados, se presentara una descripción de la experiencia de implementación desde las herramientas de TPM, por lo tanto, consideré la importancia de describirlas en este trabajo. Aquí reside la principal diferencia en esta presentación respecto de lo que se puede encontrar hoy documentado. No es mi intención presentar aquí un recuento de casos de éxitos de la implementación de la metodología, sino que se trata de intentar un abordaje distinto que genere otros

cuestionamientos y abra la puerta a otras miradas que nos permitan la construcción del conocimiento entorno a la mejora continua de los procesos productivos.

De este modo, considero que, al mismo tiempo, permitirá el entendimiento y documentación de las herramientas desde la experiencia de la empresa misma.

Es por esta razón, que mi trabajo pretende ser un aporte en este sentido y, aunque podría fundamentarse en cualquier otra metodología de mejora continua anteriormente descrita, opta por hacerlo en TPM.

Ello se debe a dos razones. Por un lado, se fundamente en el amplio conocimiento que tengo sobre esta metodología. Al mismo tiempo y, por otra parte, consideré la solidez y consistencia teórica de la misma que ha permitido su implementación en todo el mundo tal como puede observarse en los documentos listados en la Tabla 1.

5.1 MARCO TEÓRICO

Iniciamos un capítulo necesario para ubicarnos teóricamente en los elementos del proyecto. El abordaje seleccionado para este pretende dar un vistazo general por los elementos fundamentales objeto de estudio a fin de ubicarnos teóricamente en las concepciones de estos temas para comprender la óptica de los casos de estudio, estos elementos son tres:

- La Mejora Continua (focalizada en TPM)
- La creatividad
- La innovación

Temáticas orientadas a entornos empresariales más específicamente en los procesos productivos.

5.1.1 El mejoramiento continuo en los procesos productivos

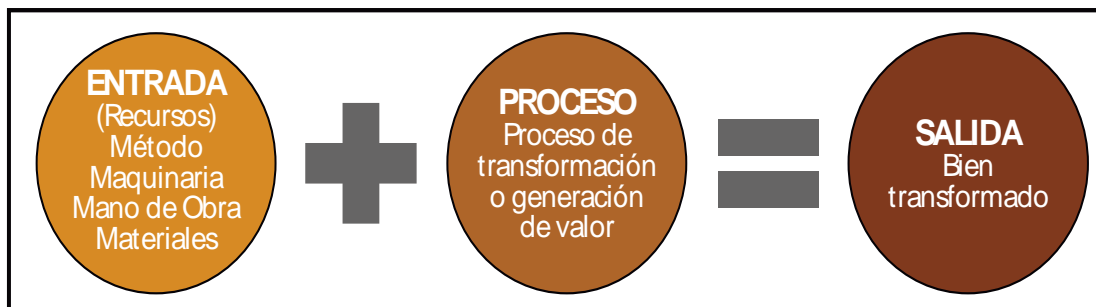
Abordando el proyecto desde lo general a lo particular y, teniendo en cuenta que dentro del objeto de estudio se encuentran los procesos productivos, enmarcado en la dinámica

asociada al mejoramiento continuo, decidí empezar conceptualizar por conceptualizar el término *procesos productivos*.

La definición de proceso halla su raíz en el término de origen latino *processus*. Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), este concepto describe la acción de avanzar o ir para adelante, al paso del tiempo y siguiendo un conjunto de etapas sucesivas advertidas en un fenómeno natural, o necesario para concretar una operación artificial. (Real Academia Española, 2014)

Existen diferentes tipos de procesos a los cuales no se hará alusión debido a que el proyecto se enmarca en los productivos de las industrias manufactureras, por lo cual su significado se orienta hacia la transformación de factores productivos en bienes o servicios. En algunos casos dicha transformación se hace mediante el uso de una tecnología (Rifkin, 2003) como se representa en la Figura 1.

Figura 1 Descripción gráfica de proceso productivo.



Fuente: Rifkin, Jeremy. (2003). El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era | Revista Chilena de Derecho Informático.

Los tres elementos involucrados en el proceso de producción son:

- **Los factores para la producción** de los que debe disponer la empresa para poder llevar a cabo su actividad; se hallan asociados a las 4 M: método, mano de obra, maquinaria, y materiales.

- **La tecnología**, entendida como la forma de combinar los medios humanos y materiales para elaborar bienes y servicios y la forma en que hoy se comunican, almacenan información y se conectan con el mundo, que debe ir acorde con el tipo de compañía y con el producto o servicio que ella fabrique.
- **Los bienes o servicios** que la empresa produce, los cuales pueden ser finales destinados al consumo inmediato o semielaborados o insumos destinados a ser utilizados como materia prima para producir otros bienes. (Gutiérrez, 1995)

En todas las compañías se pueden encontrar estos tres elementos que son la esencia del desarrollo productivo la clave para el logro de la excelencia operacional, reside en cuán eficiente sea la etapa de transformación y cuánto valor agregado le puedan generar al bien o producto que surge como resultado; y es allí donde entran a jugar un papel importante las metodologías de mejora continua que han venido evolucionando a lo largo de la historia y acorde al tipo de compañía.

Es importante entender que los orígenes de la mejora continua están atados a un elemento que es la prioridad de todo bien o servicio y este elemento es **la calidad**.

A lo largo de la historia la necesidad de mejorar la satisfacción de los clientes ha generado la evolución de los postulados y métodos de la calidad dando origen a las metodologías de mejora que tenemos hoy en día.

Es por esto que, como parte importante de la comprensión del concepto de mejora continua, debemos entender el concepto de calidad y el proceso de transformación que ha tenido este concepto. Esta afirmación puede ser comprendida más claramente en la Tabla 2 que resume la evolución cronológica del concepto de calidad (Rijsewijk & Rodríguez, 2012).

En esta Tabla se observa que la calidad inicia en la etapa artesanal en la que lo prioritario era realizar las cosas bien sin importar el costo o el esfuerzo, y evoluciona a la actualidad

en donde lo que se busca es hacer lo mejor, al menor costo, con el menor esfuerzo y adicional.

En este sentido, se pretende la participación de todas las áreas de la compañía a fin de que la calidad sea transversal a todos los procesos de la compañía; es decir un concepto de calidad más integral o más conocido como Gestión de la Calidad Total.

En la Tabla que presento, se observa también que el concepto de calidad propiamente dicho, se inicia en la etapa de la administración científica, específicamente con la aparición del control de calidad.

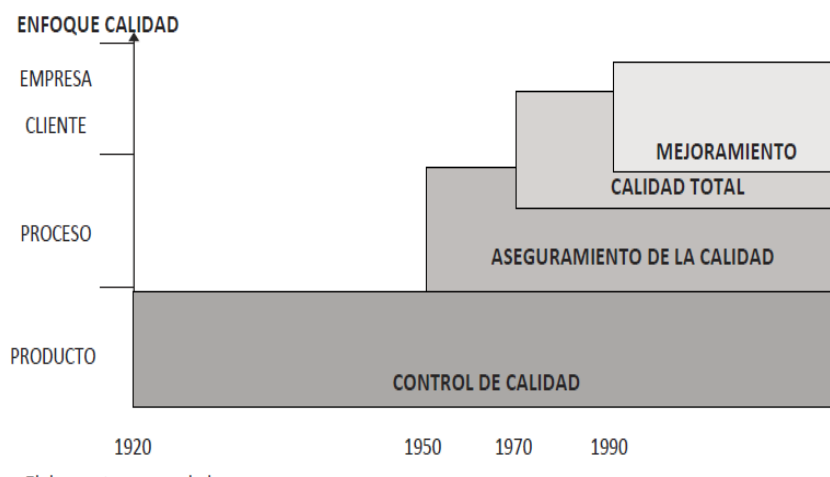
Tabla 2 Evolución cronológica del concepto de Calidad

Etapa	Concepto	Finalidad
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello.	Satisfacer al cliente. Satisfacción del artesano, por el trabajo bien hecho. Crear un producto único
Revolución Industrial	Producir en grandes cantidades sin importar la calidad de los productos.	Satisfacer una gran demanda de bienes. Obtener beneficios.
Administración científica	Técnicas de control de calidad por inspección y métodos estadísticos, que permiten identificar los productos defectuosos.	Satisfacción de los estándares y condiciones técnicas del producto.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la calidad de los productos (armamento), sin importar el costo, garantizando altos volúmenes de producción en el menor tiempo posible.	Garantizar la disponibilidad de un producto eficaz en las cantidades y tiempos requeridos.
Posguerra Occidente	Producir en altos volúmenes, para satisfacer las necesidades del mercado	Satisfacer la demanda de bienes causada por la guerra.
Posguerra Japón	Fabricar los productos bien al primer intento.	Minimizar los costos de pérdidas de productos gracias a la calidad. Satisfacer las necesidades del cliente. Generar competitividad.
Década de los setenta	Sistemas y procedimientos en el interior de la organización para evitar productos defectuosos	Satisfacción del cliente. Prevenir errores. Reducción de costos. Generar competitividad.
Década de los noventa	La calidad en el interior de todas las áreas funcionales de la empresa	Satisfacción del cliente. Prevenir errores. Reducción de costos. Participación de todos los empleados de la empresa. Generar competitividad.
Actualidad	Capacitación de líderes de calidad que potencialicen el proceso.	Satisfacción del cliente. Prevenir errores. Reducción sistemática de costos. Equipos de mejora continua. Generar competitividad. Aumento de las utilidades

Fuente: Cubillos Rodríguez, M. C. & Rodríguez, D. R. (2009). “El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad”. *Universidad de La Salle. Revista de La Universidad de La Salle*, (Nº 48), 80–99. Recuperado de <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260>

Para comprender la evolución de la calidad también la podemos observar desde el punto de vista conceptual (Rijsewijk, 2012) y así comprenderemos mejor su relación con la mejora continua; se pueden identificar claramente cuatro etapas del desarrollo de la calidad: control de calidad, aseguramiento de la calidad, proceso de calidad total y mejora continua de la calidad total que se observan a continuación en la Figura 2.

Figura 1 : *Evolución conceptual de la calidad*



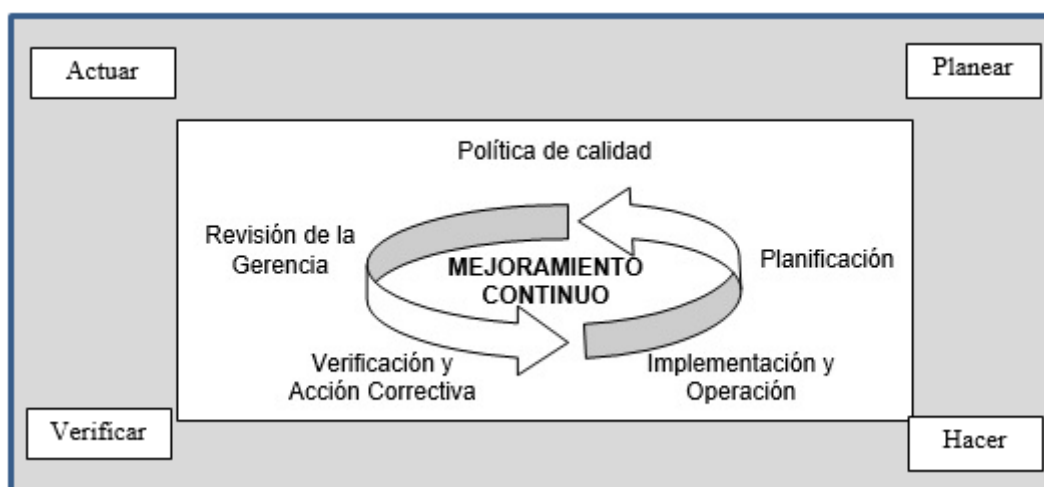
Fuente: Rifkin, Jeremy. (2003). El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era. *Revista Chilena de Derecho Informático*, (2). doi:10.5354/0717-9162.2011.10654.

En la escala de control de calidad básicamente se determinan las verificaciones por inspección de producto a fin de encontrar defectuosos y nace el concepto de conforme y no conforme para determinar si el producto cumple con las especificaciones establecidas. Con estos elementos inscriptos en el proceso productivo, se da comienzo formal al concepto de calidad, que lleva implícito el cambio de un proceso de inspección a un proceso de aseguramiento realizado con criterios y herramientas estadísticas y concluye en la escala 3 de la figura con un concepto de calidad total. Este concepto hace referencia al alcance del aseguramiento en todos los procesos y por todos los actores y da paso a el concepto de mejoramiento que se observa en la última escala de la Figura 2. Así se concreta en las metodologías de mejora continua a través del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y

Actuar) que es muy importante en este trabajo, ya que, de alguna manera, se replica en cada una de las metodologías de mejora continua con diferentes denominaciones que más adelante podremos ver.

En la Figura 3 se observa esta relación que les comentaba de mejoramiento continuo y la calidad planteada desde el PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) o conocido también por sus siglas en inglés PDCA (Plan, Do, Check, Actuar):

Figura 2 El ciclo del mejoramiento continuo PHVA



Fuente: Diagrama de elaboración propia.

Los campos de acción propios de cada una de las fases del ciclo PHVA son los que se explican a continuación, tal como lo plantean las Normas ISO de Calidad.(García, Quispe, & Ráez, 2003)

- **Planear:** definir metas y métodos relacionados con: eficiencia y eficacia: calidad, operación limpia: medio ambiente, operación segura: salud y seguridad.

- **Hacer:** se logra mediante entrenamiento de los involucrados, implementación de procesos, control de calidad, control de contaminación, precauciones y protección, conservación de registros.
- **Verificar,** incluyendo: medición y evaluación de procesos y resultados, verificación de estándares (se cumple o no se cumple), con el cliente, con el medio ambiente, con la salud de las personas.
- **Actuar:** Ajustar, Identificación de oportunidades de mejoramiento.

Es así cómo el ciclo PHVA se convierte en el corazón de la mejora de la calidad, constituyendo la base sobre la que se erige la mejora continua; que permite asegurar la estabilización del proceso y el progreso del mismo en términos de ser más eficiente y productivo. A lo largo de la evolución industrial se han desarrollado diferentes herramientas para el mejoramiento continuo, un concepto que ha evolucionado al concepto KAIZEN¹ y que se orienta al objetivo de hacerlo mejor de manera continua y a partir de él han acuñado diversas metodologías. Entre las más importantes pueden citarse (García et al., 2003):

- TQC y TQM: asociadas al mantenimiento total de la calidad.
- SCOR: Supply Chain Operations Reference (sistema de medición de indicadores).
- Ki Wo Tsukau: Ciclo dinámico de mejora.
- JIT: Justo a tiempo.
- TOC: teoría de restricciones.
- TPM: Mantenimiento productivo Total.
- Lean Manufacturing.

¹ **Kaizen** es una palabra de origen japonés compuesta por dos vocablos: kai que **significa** cambio, y zen que expresa para algo mejor, y de este modo **significa** mejoras continuas, bien sea en el contexto personal, familiar o social.

- Seis Sigma.

Estas son sólo algunas metodologías de muchas que existen en la actualidad. En general las metodologías de mejora continua tienen como características comunes la definición de un método de mejora por etapas basado en el PHVA que vimos anteriormente y además desarrollan una serie de herramientas propias en sus diferentes etapas.

Ha surgido, adicionalmente, una tendencia a fusionarlas y generar otras, con la intención de lograr resultados en el corto plazo o de mayor impacto. En este sentido, no encontré evidencia que sugiera la pretensión de permitir resultados innovadores.

Como se mencionó en la justificación de este proyecto, se selecciona la herramienta TPM, y centraré mi análisis en ella. En este capítulo se detalla desde su historia y pilares mientras que en el Capítulo 3 se detallan sus herramientas principales.

5.1.2 Mantenimiento Productivo Total. TPM

A partir de lo descrito por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), el Mantenimiento Productivo Total corresponde a la traducción de Total Productive Maintenance TPM. Este es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "Mantenimiento Preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. El TPM es un sistema de gestión que busca evitar los diferentes tipos de pérdidas a lo largo del ciclo de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal, desde operadores hasta la alta dirección, en su aplicación. El TPM orienta sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos (Shinichi, 2014).

En la fábrica ideal, la maquinaria debe operar al 100% de su capacidad el 100% del tiempo; el TPM es un concepto que busca acercarse al ideal sin averías, defectos, problemas de seguridad. Por esta razón, el TPM amplía la base de conocimientos de los operarios y del personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo para optimizar las actividades de operación y mantenimiento. La innovación principal del TPM radica en que

los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo, mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías (Pomorski, 2004).

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que, una vez implantadas, ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

5.1.3 Orígenes del Mantenimiento Productivo Total

El origen del término “Mantenimiento Productivo Total” TPM se asocia al plan utilizado en la planta Nippondenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón, a fines de la década de los 60 (Moreno & Ivan, 2010). Seiichi Nakajima, un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y por su implementación en cientos de plantas de Japón. Este instituto ha logrado certificar a más de 2500 plantas a nivel mundial en los diferentes niveles de TPM y es considerada la entidad más importante a nivel mundial en el proceso de certificación y elaboración de teoría de TPM (PM System, 2014b).

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para competir con éxito en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos. Con este fin, incorporaron técnicas de gestión y fabricación procedentes de los Estados Unidos y las adaptaron a sus particulares circunstancias. Posteriormente, sus productos llegaron a conocerse a través de todo el mundo por su calidad superior, concentrando la atención del mundo en el estilo japonés de técnicas de gestión.

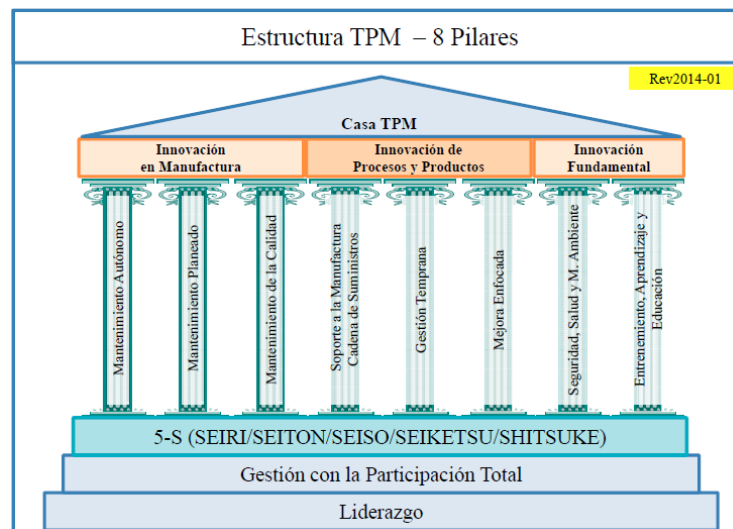
El mantenimiento preventivo se introdujo en los años cincuenta y el mantenimiento productivo alcanzó un buen grado de implantación en los años sesenta; el desarrollo del TPM comenzó en los años setenta. El tiempo que precede a los años cincuenta puede

denominarse período de “mantenimiento de averías” (PM System, 2014b). El mantenimiento productivo reconoce la importancia de la fiabilidad, mantenimiento y eficiencia económica en el diseño de la planta, pero aplica la división del trabajo entre el personal de mantenimiento y producción. El departamento de mantenimiento es el encargado de las reparaciones y entregar el equipo al departamento de producción para que cumpla con su función exclusiva de producir; contrariamente, muchas corporaciones japonesas han modificado el mantenimiento productivo americano de forma que todos los empleados pueden participar.

5.1.4 Procesos fundamentales TPM: pilares

Las principales actividades de TPM están organizadas como pilares. Dependiendo de autor, el nombre y el número de los pilares pueden variar ligeramente (Pomorski, 2004). Estos también pueden variar dependiendo de la organización donde se implemente, si cuenta con procesos de la cadena de abastecimiento completo o no, puede dejar de incluir algunos pilares, sin embargo, el modelo generalmente aceptado se fundamenta en los ocho pilares de Nakajima como se presenta en la Figura 4 (Shinichi, 2014).

Figura 3 ¿Pilares de TPM



Fuente: Shinichi, S. (2014). Manual de TPM Nivel 1. (Pm system). Japón

Los pilares considerados por Nakajima están descritos detalladamente en el manual construido por PM System, una filial del JIPM y en varios textos e investigaciones conceptos que se encuentran bastante definidos y de los cuales no se encuentra diferencias significativas en su concepción. En la Figura 4 se representan los ocho pilares, que son las mejoras enfocadas, el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado o progresivo, el mantenimiento de calidad, la prevención del mantenimiento o gestión temprana, el mantenimiento en áreas administrativas o de soporte a manufactura, el entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación y las 5-S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y mantener la disciplina)

A continuación se detallan brevemente. Si se desea más información, pueden consultarse algunos textos listados en la Tabla 1 del presente documento; también puede encontrarse en los libros y manuales del JIPM.

Mejoras enfocadas o kobetsu kaisen

Es el pilar de la mejora continua, como tal se encarga de enseñar las herramientas de mejoramiento de TPM; vela por su correcto uso y, adicionalmente, las difunde masivamente para que llegue a todos los niveles de la organización. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su proceso de mejora actual.

Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.

Este es el pilar de la participación. Está conformado por el personal operativo de los procesos y funciona por pequeños equipos de trabajo. Generalmente en una compañía, en función de cada máquina, se conforma cada equipo de trabajo. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación profesional respeto de las condiciones de operación, la conservación de las áreas de trabajo libres de

contaminación, suciedad y desorden. Con este propósito se apoya ampliamente en las 5-S, metodología base del TPM que describiremos más adelante.

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que son realizadas diariamente por todos los trabajadores sobre los equipos que operan. Incluyen inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas. Estas acciones se orientan siempre al estudio de posibles mejoras, análisis y solución de problemas del equipamiento e implementación de acciones que conduzcan a mantenerlo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Mantenimiento planeado

Es el pilar conformado por el equipo de mantenimiento de la empresa. En este tipo de mantenimiento, son los mecánicos, eléctricos y electrónicos, quienes se encargan de que el equipamiento se mantenga funcionando correctamente.

El objetivo del mantenimiento planificado es eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. TPM les permite una correcta gestión de las actividades de mantenimiento sobre la base de información, lectura de de datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y, fundamentalmente, de la capacidad de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Mantenimiento de calidad

Es el pilar conformado por el equipo de Calidad de la compañía, tanto de aseguramiento como de control y de sistemas de gestión de la calidad. Este pilar tiene como propósito mejorar la calidad del proceso para así mejorar la calidad de los productos o servicios, reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipamiento que tienen directo impacto en las características de calidad de los componentes. Éste es uno de los pilares que mayores impactos económicos y comerciales trae a las compañías.

Gestión temprana

La gestión temprana busca prevenir los problemas de hoy en el equipamiento y/o productos del mañana. Es el pilar más proactivo del TPM y se divide en dos temas centrales: uno asociado a la gestión temprana de producto y otro a la gestión de nuevos equipos.

Básicamente, busca que los lanzamientos tanto de nuevos de productos, como para la adquisición de nuevos equipamientos, desarrollen un proceso previo que minimice los inconvenientes en sus fases de implementación y lanzamiento. Comprende aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Opera a partir del conocimiento que ha logrado reunir la empresa entorno a los fallos y problemas que ha generado el equipamiento en su funcionamiento.

Soporte a la manufactura.

Es el pilar que abarca los procesos logísticos, de distribución, laboratorios de calidad, planeación y compras; actividades que no involucran al equipo productivo pero que son el soporte para los procesos productivos. Se enfocan principalmente en el control de las pérdidas y en la sincronización de las actividades para lograr resultados congruentes con las necesidades de producción. Es un pilar que funciona, generalmente, en compañías que cuentan con su propia cadena completa de abastecimiento.

Educación y entrenamiento

Es el pilar que más relación tiene con la transformación de las personas. Se encarga de controlar que los procesos de aprendizaje de las metodologías se lleven a cabo de manera estructurada y didácticamente. Procura que las mismas estén lo más acorde posible a las necesidades de cada equipo y pilar. Además, se ocupa de movilizar el conocimiento de TPM a través de diferentes recursos como las bibliotecas TPM físicas y virtuales, las ferias de conocimiento, entre otros.

Desarrolla las habilidades que tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un determinado lapso de tiempo.

5.1.5 Las 5'S, una filosofía básica

5'S simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad. Comprende cinco elementos que se muestran en la Figura 5 (Vargas, 2012).

Figura 4 Esquema de las 5S



Fuente: Vargas, H. (2010). Manual de implementación programa 5-S. Bucaramaga: Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS. Oficina de control interno

- **Seiri:** Clasificación o separación. La primera “S” se refiere a separar lo necesario de lo innecesario en el área de trabajo. Más que organizar, se centra en clasificar elementos necesarios eliminando los no necesarios. En esta primera S es necesario un trabajo a fondo en el área, para dejar solamente lo que sirve o aquello que se requiere para el correcto desarrollo de la tarea.
- **Seiton: Ordenar:** Es la segunda "S" y tiene como lema “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Se enfoca en sistemas de guardado eficientes y efectivos.

Algunas estrategias para este proceso son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estanterías modulares y/o gabinetes para tener en su lugar materiales, herramientas y otros elementos de trabajo.

- **Seiso: limpieza:** una vez que se elimina la cantidad de estorbos y hasta basura, y se relocaliza lo que sí necesitamos, se realiza la limpieza profunda del área.
- **Seiketsu: estandarizar.** al implementar las 5S se debe lograr la estandarización de las mejores prácticas en el área de trabajo. En esta etapa se tiende a conservar y mantener en práctica lo que se ha logrado en las etapas previas, aplicando normas estándares de comportamiento en la realización de las tres primeras fases.
- **Shitsuke: Disciplina:** esta "S" es, en muchos casos, la más difícil de alcanzar e implementar. Supone generar en todos los actores, disciplina en el cumplimiento del estándar. Pretende lograr el hábito diario y sostenido en el tiempo, de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

5.1.6 Conceptualización de La Creatividad

A lo largo de la Maestría pude ver en detalle, las diferentes ópticas sobre la creatividad y su interrelación con las diferentes áreas, sus métodos de evaluación, ambientes y sus maneras de desarrollo. Una mirada tan amplia que podría considerarla como uno de los grandes aportes de la Maestría ya que me permitió develar que la creatividad es más que un simple concepto de la psicología, de las artes o del desarrollo de producto. Es un concepto tan amplio y tan profundo, con fundamental importancia para la sociedad y la evolución de las personas y su cultura. La creatividad, ha generado aportes importantes en el desarrollo de las sociedades y aún posee un potencial inexplorado de desarrollo en diferentes campos. Quizás, en el campo de la industria en los procesos manufactureros y logísticos principalmente. Pues en ellos, aún es subvalorada y se desconoce su potencial, así como los logros que podemos obtener desarrollándola.

De esta visión que logré concebir, les compartiré un breve resumen enmarcado en el concepto de creatividad con el que se identifica y articula el contexto del documento. Se trata de pensar la mejora continua y su vinculación con la creatividad como fuente para alcanzar la solución de problemas. Esto es, no acudir a la técnica de resolución de problemas en sí misma sino un proceso más complejo donde esta técnica es uno de los ingredientes. En primera instancia, recojo la afirmación planteada por mi asesora Eugenia en su libro *Motricidad y creatividad*. Allí, plantea que “*La creatividad es una capacidad humana que todo el mundo posee en mayor o menor medida*” es una capacidad desarrollable como lo son el resto de las habilidades del pensamiento. (Trigo Aza, 1999). Partiendo de este concepto, resulta claro que, si la creatividad es inherente al hombre y además se asocia con la capacidad de creación de nuevas alternativas, ella se constituye entonces en un insumo para los procesos de solución de problemas.

En esta indagación teórica sobre el concepto de creatividad, mientras cursaba la Maestría, tuve acceso al autor polaco Tatarkiewicz quien ha propuesto que la evolución de la creatividad se puede dividir según la evolución de su significado y contexto gramatical; estos aspectos permiten dividirla en 4 fases (Tatarkiewicz, 2002).

La primera: durante mil años, el concepto de creatividad no existió en filosofía, teología o arte. Los griegos no tuvieron este término, y los romanos nunca lo aplicaron a estos campos.

La segunda: durante los siguientes mil años estuvo exclusivamente en la teología: creador era sinónimo de Dios, y siguió empleándose en este sentido hasta una época tan tardía como la Ilustración.

La tercera: en el siglo XIX, el término creador se incorporó al lenguaje del arte y se convirtió en sinónimo de artista. Aparecen entonces, nuevas expresiones como el adjetivo creativo y el sustantivo creatividad.

La cuarta: en el siglo XX, la expresión creador se aplicó a toda manifestación cultural. Se comenzó a hablar de creatividad en la ciencia, la política, la tecnología, etc.

Se lee claramente que en la primera etapa la creatividad es ajena a la experiencia humana porque el único capaz de crear es Dios. Posteriormente, al finalizar la cuarta etapa, se refuerza el concepto de que todas las personas son creativas, aunque de diferentes maneras y en diferentes grados. La creatividad está presente en toda actividad humana y en cualquier manifestación de la cultura.

Atendiendo a esta evolución del concepto, la definición de creatividad que encuentro más ajustada al contexto de este proyecto es aquella que nos dio en su primera clase la maestra Graciela Aldana: “ *la creatividad es una manera especial de pensar, sentir y actuar; conduce a un logro o producto original, funcional o estético; bien sea para el propio sujeto o para el grupo social al que pertenece*” (Aldana, 1996), porque representa un concepto amplio que tiene cabida en los procesos productivos.

5.1.7 Las técnicas de creatividad

Se pueden denominar técnicas, métodos, modelos o estrategias para el desarrollo de la creatividad en las personas. Las mismas se convierten el fundamento para otros modelos relacionados con el desarrollo de la creatividad empresarial, educativa, comercial. También, en las puede advertir en otras aplicaciones que básicamente consisten en la organización de estas técnicas en paquetes que son útiles más en unos campos que en otros. Al revisar lo desarrollado en relación a estas técnicas surgen cientos de tipologías y definiciones que están orientadas al desarrollo del pensamiento creativo según la perspectiva de diversos autores. Algunos de ellos (Santaella, 2006) resumen de manera muy clara la vinculación del pensamiento creativo con las características de éste. Inicialmente, pueden considerarse las planteadas por Guilford (1959) que posteriormente son reformulada por Torrance (1962). Todas ellas, sin embargo, se resumen de manera general en: sensibilidad, fluidez, flexibilidad, elaboración, originalidad y capacidad de redefinición.

Entender estas características es fundamental para percibir que la necesidad de su desarrollo ha dado origen, en buena parte, a la gran variedad de técnicas de creatividad. Es decir, en mi recorrido bibliográfico he encontrado que, según la característica del pensamiento creativo que se desee desarrollar, éste puede asociarse a alguna técnica en particular.

Por ejemplo, si se pretende desarrollar la fluidez de pensamiento, se pueden emplear técnicas como brainstorming; si la búsqueda se orienta a la originalidad, entonces se puede emplear al análisis morfológico o lista de atributos. Así, en orden a las necesidades se han planteado las diferentes técnicas, cuyo propósito es desarrollar el pensamiento creativo con el objeto de estimular la producción de alternativas o ideas nuevas respecto a alguna situación específica.

Durante la Maestría realizamos un recorrido por las diferentes técnicas en diferentes contextos. En este sentido, quisiera referirme, particularmente durante la clase de técnicas de creatividad, al texto Manual de la Creatividad: aplicaciones educativas de Saturnino de la Torre y Ricardo Marín. Es mismo podría ser el compendio más completo de técnicas de creatividad que podamos encontrar en la literatura. Contiene el insumo de varios autores que, a lo largo de más de cincuenta trabajos, permite aproximarnos a una visión completa del panorama en relación a las técnicas de creatividad.

Desde ya, son demasiadas para ser abordadas en este marco teórico por lo tanto en el presente documento me enmarcaré en dos aspectos solamente:

- técnicas de creatividad que puedan aplicarse a los procesos productivos en la solución de problemas y,
- técnicas de creatividad de desarrollo individual a partir de esto se explicará cómo llegamos a la técnica seleccionada objeto de estudio que será empleada en el desarrollo de los casos para realizar la integración con las herramientas de TPM.

5.1.8 Las técnicas de creatividad empleadas en la solución de problemas

Algunos autores consideran la creatividad, en sí misma, como una herramienta de solución de problemas. Este es el caso de Garret, *“Tener éxito, es decir hallar una solución a un problema, es un acto productivo. Ha resultado algo positivo. En efecto, solucionar problemas ha sido descrito como pensamiento creativo. A menudo consideramos al científico creativo como aquel que hace surgir la respuesta el que produce soluciones a problemas. Habitualmente la palabra «creativo» significa producir o fabricar. Con esta acepción, desde luego, la solución de un problema solamente puede ser descrita como creativa, o como dice Debney (1971), solucionar problemas es pensar creativamente.”* (Garret, 1988)

Examinando este concepto un poco más en detalle, *“el solucionar problemas se considera como pensamiento creativo”* permite inferir con carácter complementario, que **la actividad de solucionar problemas puede ser más o menos creativa dependiendo del grado de utilidad e ingenio que se logre en la solución.** Este postulado que plantea el autor se complementa y se contradice, al mismo tiempo, con el postulado de este documento. Aquí básicamente intento plantear que **las herramientas de solución de problemas y el ejercicio cotidiano no son en sí mismos técnicas de creatividad ni pensamiento creativo.** Por el contrario, son herramientas de solución de problemas que permiten encontrar la causa raíz de un problema y de esta manera predisponen y preparan al individuo para el pensamiento creativo y puede forzar su concreción si aplico deliberadamente técnicas de creatividad.

Esta idea es reforzada por otro texto, “Creatividad aplicada a la empresa” (Renart Cava, 2003). En él se plantean dos conceptos importantes sobre la utilidad de la creatividad. Por un lado, refiere al hecho de que puede producirse creatividad que no necesariamente puede ser aprovechable, **pero si el individuo que la produce está preparado para actuar y sabe cómo actuar ahí toma sentido la creatividad y estará preparado para el resultado que le dará la creatividad.** Por otra parte, también discute ampliamente la forma de acercarse a los problemas. Las personas que tienen mejor acercamiento a los problemas logran sacar mejor provecho de la creatividad. En esencia es lo que logran con las herramientas de TPM:

acercar al individuo al verdadero problema y prepararlo para el pensamiento creativo, que se propicia aún más si lo complemento con las técnicas de creatividad.

Ahora bien, ¿cuáles con las técnicas de creatividad más recomendadas que aportan en la solución de problemas, aptas para desarrollo en los procesos productivos? En el desarrollo de la Maestría nos encontramos con varias opciones. Al revisar la revisión bibliográfica se reafirman, principalmente: el análisis morfológico, relación de atributos, CPS (solución creativa de problemas); relaciones forzadas; TRIZ; seis sombreros para pensar; Scamper y la Sinecmática.

Hay muchas más técnicas que han sido descritas y que tienen relación con la solución de problemas, pero se observan que constituyen pequeñas variaciones unas de otras; las hay con una orientación muy fuerte a producto, que resultan poco extrapolables a los procesos. Dado las limitaciones del presente documento, me referiré a siete técnicas que describo sintéticamente a continuación.

Análisis morfológico

El análisis morfológico es una técnica desarrollada durante 1969 por Fritz Zwicky, astrónomo del Instituto de Tecnología de California, para analizar y generar opciones sobre un asunto en sus diversos componentes posibles y realizar combinaciones de opciones posibles. Es muy apropiada para el desarrollo de nuevos productos o servicios o modificaciones a los que ya existen. (Michalko, 2006). Su objetivo es resolver problemas mediante el análisis de las partes que componen el todo. Se basa en la concepción de que cualquier objeto de nuestro pensamiento, está compuesto o integrado por un cierto número de elementos, y en la consideración que estos tienen identidad propia y pueden ser aislados. Por tanto, parte de una Lista de Atributos para generar nuevas posibilidades.

El método tiene 3 etapas claramente diferenciadas: El análisis, La combinación y La búsqueda morfológica.

La secuencia de acciones es la siguiente:

- Escoger el problema a resolver, situación u objeto a mejorar, etc.
- Analizar que atributos (o elementos, o parámetros) lo componen. Los atributos pueden referirse a partes físicas, procesos, funciones, aspectos estéticos, etc.
- Analizar las variantes o alternativas posibles de cada atributo.
- Combinar, haciendo todas las combinaciones posibles, cogiendo cada vez una variante de cada atributo. El número total de combinaciones posibles se denomina "producto morfológico".

Por ejemplo:

Supongamos que en el paso 2 hemos encontrado 3 atributos: A, B y C.

Supongamos, además, que el atributo A tiene 3 variantes (A1, A2 y A3), el B también tiene 3, (B1, B2 y B3) y el C tiene 2 (C1 y C2). El producto morfológico es el conjunto de todas las combinaciones posibles = $3 \times 3 \times 2 = 18$, como puede observarse en la Tabla 3.

Tabla 3 Ejemplo de combinación de atributos para análisis morfológico

A1-B1-C1	A1-B1-C2	A1-B2-C1	A1-B2-C2	A1-B3-C1	A1-B3-C2
A2-B1-C1	A2-B1-C2	A2-B2-C1	A2-B2-C2	A2-B3-C1	A2-B3-C2
A3-B1-C1	A3-B1-C2	A3-B2-C1	A3-B2-C2	A3-B3-C1	A3-B3-C2

Fuente: Elaboracion propia

Por su parte, la búsqueda morfológica, consiste en analizar combinaciones y ver sus posibilidades creativas. En tanto procedimiento, se puede realizar de dos maneras:

- Al azar: se escoge al azar una variante de cada atributo.
- Por enumeración ordenada: consiste en enumerar todas las combinaciones posibles, tal como hemos hecho en el punto 4, y analizarlas todas sistemáticamente.

Relación de atributos o listados de atributos

Para describir esta técnica citamos como referencia un estudio sobre atributos de diseño (Guerrero Valenzuela et al., 2018), en que se señala: *“La utilización de listados de atributos son técnicas usadas para identificar, agregar o mejorar los atributos asignados al diseño de un producto. La técnica propuesta por Crawford (1954) es ideal para el diseño de nuevos productos, pudiendo ser utilizada también para la evaluación y mejora de productos existentes (rediseño). Generalmente, los listados de atributos están compuestos por términos, palabras o sustantivos que describen y expresan conceptualmente características, cualidades físicas, de uso o estilo, en un producto. ... Los listados pre hechos, como el de Michalko (2006), permiten agrupar términos conceptuales desde la dimensión descriptiva, del proceso, del precio o de aspectos sociales”*.

Es así como luego del planteamiento de Crawford, se han creado listas pre-hechas para facilitar su uso.

Básicamente el procedimiento consiste en:

- Identificar el producto, servicio o proceso a mejorar o el problema a resolver.
- Analizarlo y hacer una lista de tantos atributos como sea posible
- Coger cada atributo y pensar en la forma de cambiarlo o mejorarlo.

En la identificación y selección de los atributos esenciales podrían encontrarse algunos buenos y otros susceptibles de ser mejorados. El análisis se focaliza en los que requieren ser mejorados.

Con este criterio se realiza el estudio de todas las posibles modificaciones de estos atributos, de manera que resulte una mejora del producto. La misma puede suponer la necesidad de cambiar un atributo por otro. Se realiza un análisis sistemático de todas las oportunidades de mejora de cada atributo, probando todas las ideas que nos parezcan adecuadas, hasta que no quede ninguna posibilidad por tratar.

La lista de atributos es un buen punto de partida para los métodos analítico-combinatorios, tales como el análisis morfológico (descrito en el apartado anterior) y, además, constituye la base de la Sinemática, que detallo al final del recorrido por las técnicas. En la Tabla 4 veremos un ejemplo de lista de atributos pre fabricada (Michalko, 2006).

Tabla 4 Lista de atributos de la técnica relación por atributos

Descriptivos	<ul style="list-style-type: none"> • Sustancia • Estructura • Color • Forma • Textura • Sonido • Sabor • Olor • Espacio • Densidad 	De proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Marketing • Fabricación • Venta • Función • Tiempo
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidades • Política • Tabúes 	De precio	<ul style="list-style-type: none"> • Costo del fabricante • Costo del mayorista • Costo del detallista • Coste del consumidor

Fuente: Tomado de Michalko, M. (2006). Thinkertoys: a handbook of creative-thinking techniques. Ten Speed Press.

Recuperado de: <https://academicworks.cuny.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1118&context=ulj>

Solución Creativa de problemas CPS

Son las siglas de Creative Problem Solving (Osborn, 1953), un método para la solución de problemas desarrollado inicialmente por Alex Osborn. Este autor fue uno de los primeros en escribir sobre el tema. Es considerado el precursor de una de las técnicas más populares y útiles en el desarrollo de la creatividad denominada: lluvia de ideas o brainstorming.

Osborn en su libro "Imaginación Aplicada: Principios y Procedimientos de Solución Creativa de Problemas" describe ampliamente el procedimiento de CPS. El mismo ha sido abordado y complementado por otros autores, no obstante, decidí trabajar sobre la fuente citada de referencia.

La técnica CPS se presenta en tres etapas o fases elementales: búsqueda de hechos, búsqueda de ideas y búsqueda de soluciones. Esta organización se observa en la Figura 6 (Idea Sandbox, n.d.) donde, además, presenta su relación con 6 pasos básicos: definición de problema, preparación, producción de la idea, desarrollo de la idea, evaluación y adopción.

Figura 5 Proceso de la técnica CPS de Alex Osborn



Fuente: Tomado de Idea Sandbox. (n.d). Osborn: Creative Problem-Solving Procees. Recuperado de: <https://idea-sandbox.com/destination/osborn-creative-problem-solving-process>

La búsqueda de hechos requiere la definición y preparación del problema. Ésta a su vez, implica seleccionar y señalar el problema; por su parte, la preparación requiere recopilar y analizar los datos pertinentes.

El hallazgo de ideas demanda la producción y desarrollo de ideas.

Esto es, en primera instancia, plantear ideas tentativas como posibles pistas que nos ayuden a resolver el problema (producción). Luego requiere seleccionar la idea más probable de todas las resultantes en el proceso de producción; agregar otras y reprocesarlas por medios tales como la modificación y la combinación (desarrollo)

Búsqueda de soluciones, en esta fase, se trata de avanzar hacia la evaluación y adopción de una alternativa.

La evaluación exige verificar las soluciones tentativas, mediante pruebas, y la fase final de la adopción, supone una instancia de decisión e implementación de la solución final. A través de este proceso se logra abordar una forma de resolución de problemas desde la generación de ideas.

Relaciones forzadas

Las relaciones forzadas constituyen un método creativo desarrollado por Charles S. Whiting en 1958. Su utilidad nace de un principio fundamental que consiste en combinar lo conocido con lo desconocido, forzando una nueva relación entre las dos situaciones. En esta instancia, pueden surgir ideas originales.

Esta técnica se considera de gran utilidad como una forma complementaria al Brainstorming durante la etapa de generación de ideas; sobre todo cuando dicho proceso se estanca (Tarapuez & Lima, 2013). En cuanto a procedimiento, su desarrollo es muy sencillo y se describe a continuación.


Para iniciar esta fase se debe dejar en claro que cualquier crítica está prohibida. Toda idea generada es bienvenida y se presentarán tantas ideas como seamos capaces de crear en la interacción grupal. Lo que se pretende es, principalmente, el desarrollo y asociación de las ideas.

Se parte de un problema, como fuente para la fase de generación de ideas. Es en este punto donde se selecciona un objeto o imagen que será el eje central del desarrollo de la técnica.

A partir de dicho objeto o imagen, se describen todas sus características, objeto tantas cuanto sea posible. A partir de allí, se intenta forzar conexiones entre lo particular del objeto y el problema inicial que se aborda. Todas las ideas provocadas, en esta etapa de la metodología creativa, se registran de modo que sean visualizadas por los participantes (pizarrón, rotafolio, etc.).

Es fundamental el tipo de objeto o la imagen que se seleccione para la actividad, ya que es el disparador para que, forzosamente todo el trabajo grupal deviene de las relaciones se puedan establecer en el objeto y el problema en tratamiento. En el ejemplo de la Tabla 5, presento una explicación sencilla de aplicación de esta técnica.

Figura 6 Ejemplo de aplicación de relaciones forzadas

Problema: <i>Las bajas ventas de la línea de cuidado de cabellos en una industria de cosméticos</i>		
Imagen de estímulo	Características	Relaciones
<p>Café instantáneo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Granulado • Se mezcla con agua • Es suave para mezclar • Es de color café • Tiene un olor inigualable • Es provocativo • Se puede preparar fuerte o suave 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acondicionador en polvo 2. Para preparar fuerte o suave dependiendo lo sucio del pelo. 3. Con olor a café 4. Del color del cabello para afirmar el tono (café, amarillo, negro)

Fuente: Elaboración propia.

Triz

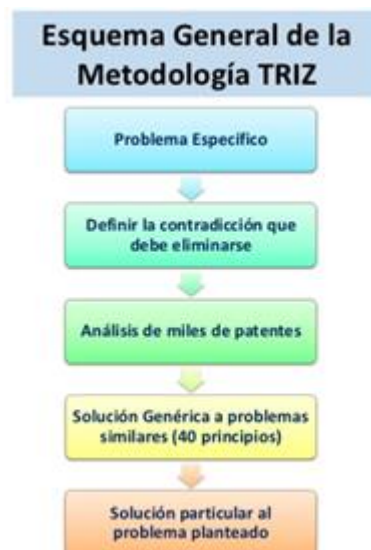
TRIZ: "La lógica de la creatividad o la creatividad de la lógica" es la técnica para generar ideas ingeniosas especialmente ante problemas tecnológicos. Fue desarrollada por Genrich S. Altshuller. (Kermani, 2003). Las primeras publicaciones aparecieron en los años 50. Los

últimos trabajos de este autor fueron publicados en 1985 y conocido, también por su acrónimo ruso, ARIZ 85.

TRIZ es, ante todo, un método que sigue actualizándose mediante investigación de los avances en patentes, aunque el enfoque de análisis se ha extendido a otras disciplinas de la Innovación.

En la Figura 7, se observa a nivel general, la secuencia de pasos previstos en esta metodología. La misma, parte de un problema específico asociado a un aspecto tecnológico o de desarrollo de producto donde se determina una contradicción a eliminar. Se explora lo creado hasta el momento y se busca en uno de los 40 principios para encontrar la solución particular.

Figura 7 Esquema general de la metodología TRIZ



Fuente: Tomado de Villarreal, F. (2015) Metodología de la TRIZ. Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ciencias Administrativas: Ingeniería empresarial. Brasil.

Recuperado de: <https://es.slideshare.net/TercerSemestre/metodologia-de-la-triz>

TRIZ aporta 40 principios fundamentales para la solución genérica de problemas estos se describen de manera agrupada acorde a su afinidad en la Tabla 6 (Kermani, 2003)

Tabla 5 40 principios agrupados de la metodología TRIZ

<p>Segmentación, separación (principios del 1 al 2) Calidad local, cambio de simetría, combinación, multifuncionalidad (3-6) "La muñeca anidada" compensación de peso (7-8) Contracción preeliminar, acción preeliminar, compensación preeliminar(9-11) Equipotencialidad, "otro camino alrededor", incremento de curvatura(12-14) Partes dinámicas, acciones parciales o excesivas, cambio de dimensionalidad, vibración mecánica (15-18) Acción periódica, continuidad de acción útil, apurándose(19-21) "Bendiciendo para fingir", retroalimentación, intermediación(22-24) Autoservicio, copiando, disposiciones baratas, sustitución de interacciones mecánicas(25-28) Neumáticos e hidráulicos, escudos flexibles y películas delgadas, materiales porosos(29-31) Cambios de propiedad óptica, homogeneidad, descarte y recubierta(32-34) Cambios de parámetro, fase de transición, expansión térmica(35-37) Oxidantes fuertes, atmósfera inerte, materiales compuestos(38-40)</p>

Fuente: Tomado de Kermani, A. H. M. (2003). Empowering Six Sigma methodology via the Theory of Inventive Solving (TRIZ). Recuperado de: www.IIITS.org

Para entender un poco más esta metodología es útil conocer ejemplos y casos de estudio en el texto Principios para la innovación (Primitivo, 2004) se detallan ejemplos de cada uno de los 40 principios que será útil para los que deseen profundizar un poco más en el tema.

Seis sombreros para pensar

Es una técnica sobre la cual realizamos un taller en la Maestría que me permitió comprenderla en su esencia. Es una de mis favoritas; su objetivo es observar un problema desde diferentes puntos de vista para lograr su solución óptima.

Esta técnica fue descrita por Eduard De Bono y se basa en seis sombreros metafóricos que indican el tipo de pensamiento que está utilizando el participante. Los seis sombreros

representan seis maneras diferentes de pensar; en la Figura 8 se observa el esquema general de lo que representa cada uno de los sombreros. (De Bono, 1999)

Figura 8 Esquema del significado de los 6 sombreros para pensar



Fuente: Tomado de De Bono, E., (1999). Seis Sombreros para Pensar: Una guía de pensamiento para gente de acción. Ediciones Juan Granica S. A. Barcelona. España. Recuperado de: <https://www.fceia.unr.edu.ar/~gverger/descargas/de%20bono,%20edward%20-%20seis%20sombreros%20para%20pensar.pdf>

El método es sencillo, se plantea una situación o un problema a resolver; puede organizarse en grupos o de manera individual. Se ubican seis sombreros imaginarios o físicos que cada uno de los participantes puede ponerse y quitarse para indicar el tipo de pensamiento que está utilizando, se reúnen los argumentos dados desde cada sombrero utilizado y se obtiene como resultado una solución que contempla los diferentes tipos de pensamiento. Esta actividad permite desarrollar nuevas habilidades para la solución de problemas.

Técnica SCAMPER o CREAMOS

La técnica SCAMPER por sus siglas en inglés o CREAMOS por sus siglas en español es una técnica inicialmente planteada por Alex Osborn el creador del Brainstorming, que finalmente fue desarrollada por Bob Eberle en 1971. Es empleada en la solución de problemas, y tiene como método, la utilización de un conjunto de preguntas dirigidas e inspiradoras de ideas para sugerir alguna adición o modificación a algo que ya existe. Principalmente, fomenta la conciencia, el impulso, la fluidez, la flexibilidad y la originalidad. El estímulo proviene de que se le pida a la persona, que responda preguntas que normalmente uno no plantearía (Serrat, 2017).

Las preguntas están asociadas a cada inicial de la palabra SCAMPER en inglés:

- S: ¿Substituir? - Substitute
- C: ¿Combinar? - Combine
- A: ¿Adaptar? - Adapt
- M: ¿Modificar? - Modify
- P: ¿Utilizarlo para otros usos? - Put to other uses
- E: ¿Eliminar o reducir al mínimo? - Eliminate
- R: ¿Reordenar? =¿Invertir? - Rearrange

A lo largo del proceso se han generado respuestas a las preguntas planteadas, muchas de estas respuestas serán ideas que deben ser evaluadas para seleccionar las que más aporte generen en el proceso.

Luego de repasar de manera general las técnicas de solución de problemas me encuentro con la necesidad de integrarlas a los procesos habituales de metodologías para la mejora continua. Estas técnicas potencian sus resultados dentro de esas integraciones. Opté por describir la técnica que más afinidad tiene con el proceso de integración: la Sinéctica.

Técnica de creatividad: La Sinecmática

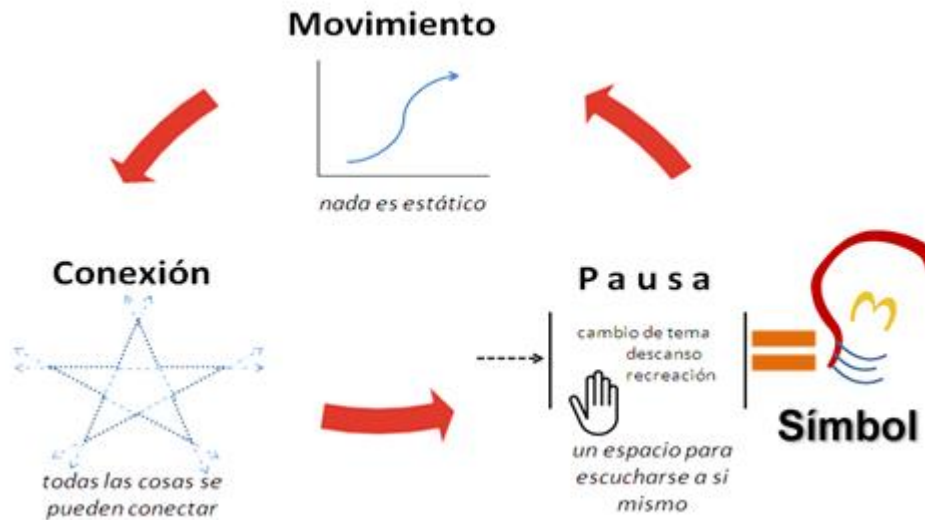
En una de las sesiones de clase de la Maestría, el Prof. Raimond Prada nos presentó su “Creatividad e innovación empresarial”. Allí, hace un recorrido por las diferentes técnicas de creatividad (algunas de ellas expuestas en este capítulo). Al mismo tiempo, el autor también plantea la necesidad de estimular, en igual medida, procesos del pensamiento lógico analítico, vinculados al hemisferio izquierdo del cerebro por un lado, y los procesos analógicos intuitivos del hemisferio derecho. Es a partir de esta percepción, que plantea una nueva técnica de creatividad llamada “Sinecmática”. Ella se integra con la experiencia de varias técnicas, fundamentalmente, con una concepción inicial de solucionar problemas inventivos en el desarrollo de productos (Prada, 2002).

Encuentro que esta técnica, por sus características, se podría aplicar muy bien a la solución de problemas de procesos industriales. Sin embargo, no se ha encontrado evidencia de la aplicación en este campo, aunque el autor bien plantea que resulta útil para diferentes campos y procesos de las industrias.

La Sinecmática se desarrolló tras 10 años de observación respecto de la manera en que más de 200 profesionales de diversas ramas, abordan la actividad de producir ideas para crear o perfeccionar productos. En la Figura 9 se representa el símbolo de la sinecmática que representa **conexión, pausa y movimiento**. Ella entiende la pausa como el proceso de incubación, que surge del primer momento la conexión. Esta última, relaciona la información sobre el problema o situación que se desea resolver y el movimiento que hace alusión, básicamente, a la instancia en que se realizan las asociaciones y se concreta el resultado.

En la Figura 9 (Prada, 2014) se observa la interrelación de los dinamizadores de la sinecmática esquematizados en el símbolo que la hacen particular y le dan sentido a esta técnica .

Figura 9 Elementos claves de la Sinemática



Fuente: Tomado de Prada, R. (2014). Gestión de la innovación y la creatividad sinemática. Ecoediciones, 1ra. Ed. Bogotá.

La Sinemática se desarrolla en 7 fases que se corresponden con el método del PHVA (planear, hacer, verificar y actuar)² que constituye la base del proceso de mejora continua.

Estas fases son:

1. Identificación del problema
2. Motivación
3. Preparación
4. Incubación
5. Iluminación
6. Verificación
7. Decisión

² Método PHVA: La descripción de este método se incluirá en el capítulo de desarrollo de este documento.

Las herramientas de la Sinecmática se conocen como: la MCC (matrices de combinación cruzada) y las listas de chequeo CREAMOS (combinar, extender, adaptar, modificar, organizar y sustituir); ellas son las que permiten la combinación de ideas para el logro de las soluciones.

Esta técnica se detallará con mayor amplitud, en el capítulo de desarrollo del presente proyecto, para explicar en qué momento y de qué manera se debe realizar la integración con las herramientas de TPM.

5.1.9 La innovación en los procesos

Llegamos al tercer concepto fundamental del presente documento después de pasar por el mejoramiento continuo, TPM, la creatividad y sus técnicas. Ingresamos, ahora, concepto de Innovación. Para una primera aproximación abordaremos el término en un sentido general para focalizar nuestra reflexión en la innovación empresarial; finalmente nos centraremos en la evolución que ha tenido en los procesos productivos.

Conceptualization de la Innovación

Según el manual de OSLO (OCDE & Eurostat, 2006)³ se entiende por Innovación, a *la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados*. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología.

• ³ OCDE: Institución “Organisation for Economic Co-operation and Development”

Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación (OCDE & Eurostat, 2006). Se consideran tanto las actividades que hayan producido éxito, como las que estén en curso o las realizadas dentro de proyectos cancelados por falta de viabilidad. La innovación implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes; para el caso de la innovación en procesos la obtención de nuevo conocimiento se realiza mediante una o varias de las actividades.

Por ejemplo, cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos empleados, el mejoramiento de la calidad, la producción o distribución de productos nuevos o sensiblemente mejorados. Las innovaciones de proceso incluyen también las nuevas o sensiblemente mejoradas técnicas, equipos y programas informáticos utilizados en las actividades auxiliares de apoyo tales como compras, contabilidad o mantenimiento. La introducción de una nueva, o sensiblemente mejorada, tecnología de la información y la comunicación (TIC) es una innovación de proceso si está destinada a mejorar la eficiencia y/o la calidad de una actividad de apoyo básico.

Es importante desmitificar la creencia de que el ejercicio de aplicar mejora continua o técnicas de creatividad son una forma de innovación de procesos, ya que, en realidad, ello no está en relación con el proceso mismo que se sigue al aplicar la mejora. Por el contrario, está en relación con el resultado que se obtiene.

En este documento, el planteamiento de innovación hace referencia a un resultado novedoso como resultado de la aplicación de un proceso juicioso de mejora continua, complementado con técnicas de creatividad.

Por lo tanto, hablaremos de Innovación en el Proceso, si ese resultado es una idea innovadora que no se había logrado antes; que, además ofrece soluciones que no se han podido obtener y qué, por su parte, la compañía o industria está dispuesta a invertir para desarrollarlo y lo hace con éxito.

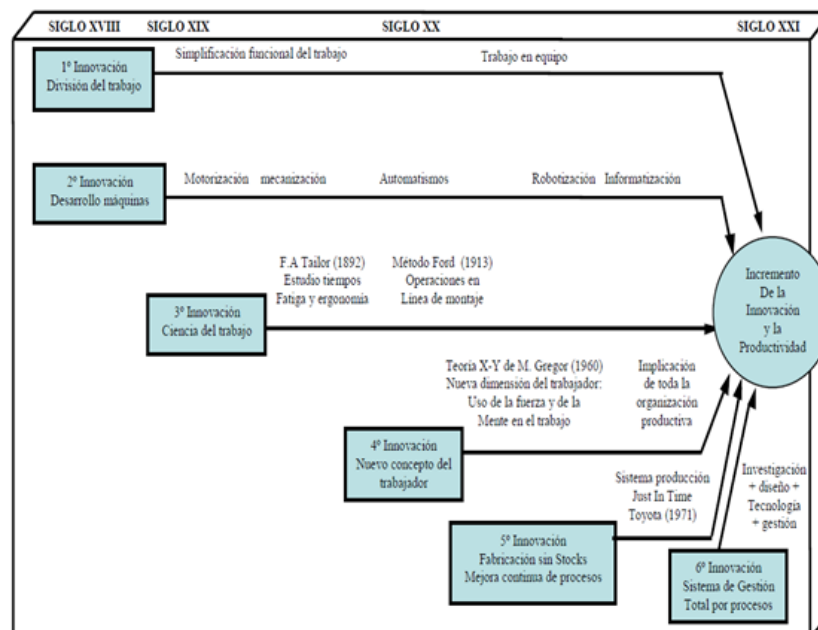
A continuación, incluyo un breve desarrollo que nos permite comprender de qué manera la innovación en los procesos productivos se ha dado lo largo de la historia.

5.1.10 La innovación en los procesos productivos

En términos específicos de innovación en procesos productivos, hay una tendencia por asociar la mejora continua con la innovación de proceso, al punto que, en muchos casos, se suelen confundir.

En este sentido, considero relevante conocer sus antecedentes en las innovaciones de los procesos productivos para poder entender mejor de donde parte la diferenciación entre ellas y el proceso de mejora continua. Veamos la Figura 10 (Ugarte, 2004).

Figura 10 Evolución de las innovaciones para el incremento de la productividad (EE.UU)



Fuente: Tomado de Ugarte, J. C. (2004). Las innovaciones en los procesos productivos. España

En esta figura se observa de manera muy sintética, un compendio de las seis grandes innovaciones que describen su evolución histórica; donde la mejora continua aparece como la quinta innovación. Podemos deducir entonces, que la mejora continua de la

productividad, en los países actualmente más avanzados tecnológicamente, se ha ido conformando debido a la innovación y mejora de los procesos productivos.

La primera gran innovación: la división de las tareas

Respecto de la división de las tareas, desarrollada en la Primera Revolución Industrial, los países industrializados han evolucionado de manera más efectiva que los países en desarrollo. Mientras que, en los primeros, existe una mejora continua hacia la especialización y eficacia en la organización del trabajo, tanto en la agricultura, como en la industria y los servicios; en los países pobres, la división y organización del trabajo sigue respondiendo a un modelo jerárquico y clasista.

La segunda innovación: la mecanización y automatización

Con relación a la mecanización y automatización de los procesos industriales, podemos sostener que, en los países desarrollados, los procesos de investigación en tecnología, biotecnología, informática etc., ha impulsado también una secuencia continua de adelantos en la producción. Este hecho sintetiza la segunda, y más importante innovación, en el incremento de la productividad técnica.

La tercera innovación fue la ciencia del trabajo y la aplicación de la ingeniería humana

Fundado en el taylorismo, y considerándose la innovación que más se exporta a los países en desarrollo con el fin de conseguir un mayor rendimiento de la mano de obra (Taylor, n.d.), se destaca la ciencia del trabajo y su aplicación a la ingeniería humana.

El taylorismo se combina tanto en los países ricos, como en los pobres con el fordismo. Así se conoce al sistema de trabajo basado en líneas de montaje que articulan el movimiento del producto por las distintas fases de la producción hasta el acabado final. Desarrollado por Henry Ford, vino a sustituir el antiguo movimiento de piezas hacia una zona de montaje.

La cuarta innovación histórica, ha sido el nuevo concepto del trabajador:

Desde el siglo XVIII hasta mediados del XX, con la rápida expansión de las industrias y el incremento de la fuerza laboral industrial, los directivos de las empresas tendían a tratar a los trabajadores bajo el concepto de vagos, resentidos y no motivados. Esta consideración, llevaba a un tipo de organización del trabajo costosa basada en la vigilancia permanente de los trabajadores con personal indirecto no productivo.

Este hecho de tener una organización costosa y poco lucrativa motivó un cambio y fue una nueva concepción del trabajador. En este contexto, el trabajador se vuelve protagonista del proceso y debe ser considerado como un actor fundamental al que se debe valorar, entrenar y motivar. Es un nuevo concepto en el que el trabajador se considera un elemento que se debe cuidar y velar por su bienestar, ya que si se encuentra motivado dará lo mejor de sí y hará próspera la compañía, es de allí que en esta innovación se desarrollan los programas de entrenamiento y surge todo lo relacionado con la gestión de personal y del conocimiento del mismo.

La quinta innovación fue la mejora continua de los procesos

La mejora continua, pensada para optimizar la productividad, se sustenta en el concepto de eliminar el desperdicio, incrementar la productividad técnica y económica. Se entiende, no solamente como resultado de las mejoras operacionales (Taylor, n.d.) sino como consecuencia de la mejora de los procesos; por lo que se deberá priorizar a estos últimos.

Un claro ejemplo de esta innovación en la industria, es el sistema de trabajo sin stocks, con un sistema de producción Just In Time. No obstante, se trata solamente de la aplicación a uno de los procesos de la industria ya que, como lo vimos anteriormente, a partir de esta concepción de optimización de los procesos, se ha desarrollado una amplia variedad de metodologías de mejora continua aplicadas a los mismos.

La sexta innovación histórica en la mejora de la productividad técnica: Sistema de Gestión Total por Procesos

Como ya lo expresé al inicio del apartado dedicado al Marco Teórico, esta innovación se encuentra vinculada al concepto de calidad total. En este sistema, las empresas optimizan sus procesos sobre una base de información relevante del funcionamiento modelo de otras empresas; de la opinión procedente de los clientes; de los proveedores; del personal de la empresa y de las actuaciones de la competencia. Al mismo tiempo considera, además, los factores sociales, normativos o legales, a través de la identificación de los procesos clave, que abarcan el diseño, la producción y el servicio posventa. Es así, que esta concepción también influyó en la evolución de las metodologías de mejora continua, ya que amplió su alcance a toda la cadena de producción, generando un mayor alcance de las mejoras.

Se observa, entonces, de qué manera han evolucionado los procesos productivos gracias a grandes innovaciones por las que han pasado. Así mismo, puede percibirse que el surgimiento de la mejora continua se constituyó como un elemento fundamental en esta evolución; tanto así que se consideró una de las innovaciones de los procesos más importantes de la historia. De hecho, la mejora continua marco un hito en el desarrollo industrial y transformó el modo en que se gestionan las organizaciones. También, es claro que no hay que confundir la mejora continua con técnicas de innovación dentro de los procesos industriales.

En esta revisión bibliográfica encuentro importante destacar que, aunque los procesos han transitado por seis innovaciones importantes, cuando se pretende indagar en técnicas específicas para el desarrollo de la innovación hacia el interior de éstos, no se hacen visibles. Estas metodologías se encuentran enmarcadas en la innovación de producto. Lo mismo ocurre cuando se analizan las técnicas de creatividad. No se visibiliza el desarrollo deliberado de herramientas específicas para la generación de innovaciones en los procesos productivos; ello constituye la razón fundamental que otorga una relevancia mayor a este proyecto.

Es su propósito, articular ambos ámbitos (mejora continua y técnicas de creatividad) como un camino alternativo para generar innovación en los procesos productivos a partir de la mejora continúa complementada con las técnicas de creatividad.

6 METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO METODOLÓGICO

El método de Estudio de Casos ha sido aplicado tanto a la resolución de problemas empresariales como a la enseñanza. En la actualidad, se concibe al Estudio de Casos como *“una estrategia de investigación que podría tratarse del estudio de un único caso o de varios casos, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría”*. (Eisenhardt, 1989)

Para el caso estudiado en el presente proyecto, la temática asociada a la innovación de procesos productivos, demanda la necesidad de generar teoría y método, entorno a su conceptualización. Actualmente ello es escaso, razón por la que debemos involucrarnos en la dinámica de las compañías ya que allí, en su dinámica cotidiana, se encuentra una generación constante de información que brinda los elementos necesarios para esta construcción. En este contexto, encontré en el Estudio de Casos una metodología relevante para iniciar este proceso.

El autor Robert Yin, entre otros, considera al método de Estudio de Casos como la herramienta más apropiada para el abordaje de temas que se consideran prácticamente nuevos o con escasa o equivocada información teórica. (Yin, 1986)

En un esfuerzo por contribuir a la superación de las debilidades del método de Estudio de Caso, expuestas por algunos autores, Yin propone adicionalmente el protocolo de Estudio de Caso como principal instrumento para asegurar la objetividad del mismo, tanto en función de su fiabilidad como de su validez. Por lo tanto, constituye la guía de los procedimientos que deben realizarse durante la fase de obtención de la evidencia. Y expresa que, metodológicamente se conforma a partir de los siguientes elementos:

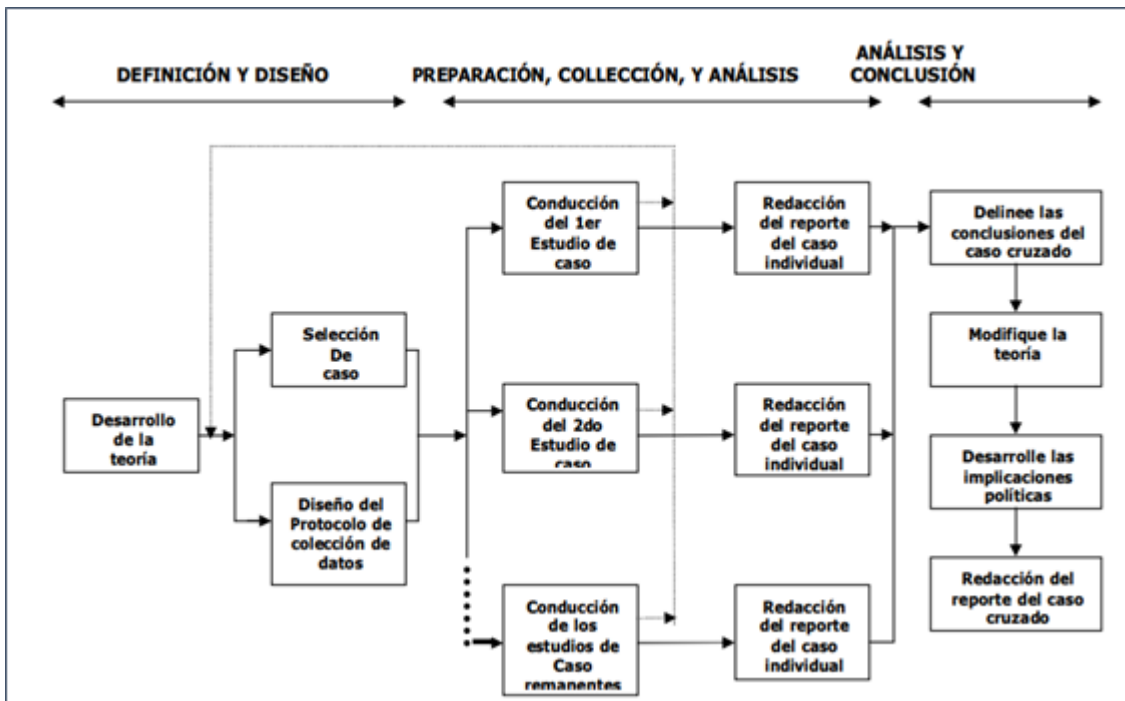
- semblanza del estudio de caso,
- preguntas del estudio de caso,
- procedimientos a ser realizados

- guía del reporte del estudio de caso (Yin, 1986).

Esto es, el Estudio de Casos requiere establecer las tareas, instrumentos y procedimientos que se van a ejecutar. Este esquema se convierte en el documento donde se materializa el diseño de la investigación y las reglas generales y específicas que se deben seguir, y que se reflejan en la calidad de la investigación.

En la Figura 11, observa de manera gráfica los pasos seguidos en cada uno de los casos planteados.

Figura 11 Pasos a seguir para la realización de Estudio de Casos



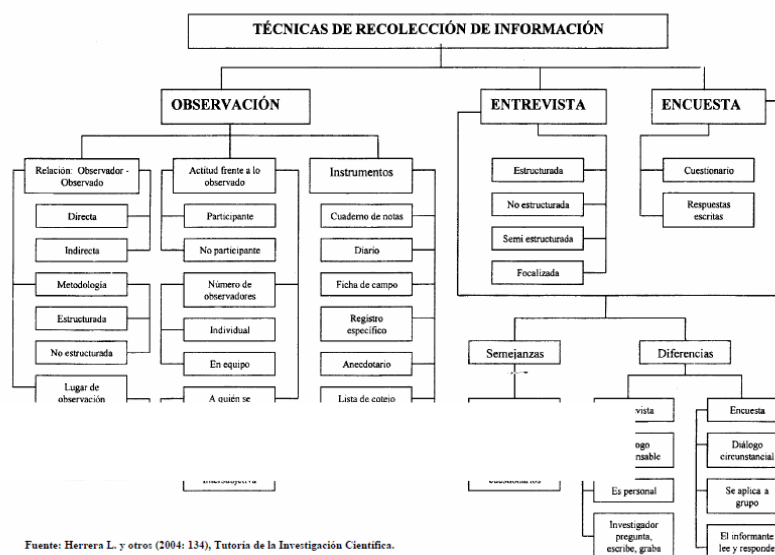
Fuente: Tomado de Yin, Robert (1986). Investigación sobre Estudio de Casos: Diseño y métodos. Ed. SAGE Publicaciones. Vol. 5. Londres.

7 DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS A EMPLEAR

Durante el cursado de mi Maestría, nos aproximamos a las principales técnicas de recolección de la información y a su importancia en el desarrollo del ejercicio investigativo, como el corazón del proceso. Pues, sus técnicas se constituyen en el medio que permite indagar, recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los hechos, de manera confiable y sistémica sobre los que se investiga. En esta oportunidad y en el de todas las investigaciones, es precisamente, a través de las técnicas que nos acercamos a los hechos y logramos dar respuesta a la pregunta de investigación planteada.

En la Figura 12 se describen algunas de las principales técnicas de recolección de la información que consideré útil y describe de manera sintética las variantes de cada una de ellas.

Figura 12 Principales técnicas de recolección de la información.



Es en el marco de estas técnicas, a partir de dónde describiré las empleadas en este proyecto. El estudio de caso se desarrolló partiendo de una revisión de literatura para actualizar mis conocimientos sobre las técnicas de recolección de información con el objeto de determinar los casos a los que apliqué las técnicas que se explicitan a continuación.

Técnica de observación: El propósito es comprender el impacto de integrar la Sinemática a TPM, con el fin de ver su impacto. Para ello se conformó un grupo de personas a quienes se les solicitó la elaboración de un análisis integrando dos herramientas. La actividad se estructuró a través de un proceso guiado que permitió la observación de la dinámica, la interacción entre los participantes con la herramienta TPM. Luego se realizó el análisis de los resultados obtenidos respecto de las soluciones dadas; las mismas fueron comparadas con los procesos productivos involucrados sin realizar la integración de la Sinemática.

Se trató de una observación participante, ya que guié las sesiones como instructora y orienté el desarrollo de los análisis.

La observación contó con dos momentos importantes: **el primero fue** para lograr la caracterización de la compañía donde se desarrollan los casos que corresponden al primer objetivo específico. Para este aspecto se hizo necesario observar y conocer la dinámica de la compañía en la que se desarrolla el caso, se logró tener acercamiento a la documentación del proceso y el entendimiento del contexto para interpretarlo.

El segundo momento importante de la observación se dio en la propia integración de las herramientas TPM con las técnicas de creatividad. En esta instancia, se hizo necesario plantear las sesiones de trabajo con los actores, enseñarles y observar su dinámica para documentar la manera de abordaje y documentación de los problemas.

Técnica de Entrevistas: Para complementar las observaciones se realizaron algunas entrevistas, con el objeto de interpretar la percepción de los actores frente a las actividades.

Estas entrevistas se realizaron al finalizar las sesiones de trabajo con algunos de los participantes; fueron de tipo desestructurado y focalizado hacia temas específicos en los que se indago a cada participante.

8 PROCESO METODOLÓGICO

Teniendo en cuenta el objetivo general, la metodología que empleada es de tipo cualitativa, ya que ella permite comprender con mayor grado de profundidad, las cualidades del fenómeno de estudio (Sabiote et al., 2005). En este trabajo el fenómeno de estudio se siguió con una revisión de literatura y posteriormente con el desarrollo del caso de estudio. Durante el mismo la observación permitió documentar el proceso con el propósito de identificar evidencias que mostraran la generación de impacto en la innovación de procesos productivos, a través de integrar la sinemática con la metodología TPM.

El logro del propósito de trabajo se evaluó a través del desarrollo de cinco objetivos específicos. En la Tabla 7 se describe el proceso metodológico que seguido para el desarrollo de cada objetivo específico.

Tabla 6 Esquema de la metodología a seguir

Objetivo	Proceso metodológico	Instrumentos de recolección de información
<i>Caracterizar la situación de la empresa donde se desarrollan los casos de estudio y el impacto que ha tenido con la implementación de TPM.</i>	En la revisión teórica se encontraron investigaciones que servirán de apoyo a su desarrollo. Una de ellas, realiza un tipo de herramienta para caracterizar las empresas donde se desarrollan implementaciones de TPM (Villegas, 2014). La emplearemos asociadas a algunos complementos necesarios con el propósito de determinar el estado actual de la empresa objeto de estudio.	Se empleará: “ <i>La Guía para caracterizar empresas que han implementado TPM</i> ” (Villegas, 2014). Esta guía resulta útil para la caracterización de la empresa donde se desarrolla el caso.
<i>Identificar la técnica de creatividad presente en el caso (Sinemática) y la manera cómo se incorpora con las herramientas de TPM.</i>	Para lograr este objetivo se iniciará un recorrido por las técnicas de creatividad describiéndolas asociadas a el análisis, profundizando en la Sinemática y la descripción de los elementos que la conforman.	Revisión de literatura

<p><i>Establecer los pasos seguidos en los procesos y por los actores para la incorporación de las técnicas de creatividad a las herramientas del TPM.</i></p>	<p>Documentar el paso a paso a seguir para hacer la incorporación de las herramientas de creatividad al TPM partiendo de lo observado y documentado en cada una de las fases del proceso.</p>	<p>Observación participante</p> <p>Entrevistas</p>
<p><i>Determinar la agregación de valor que se dio en el proceso productivo y en sus actores luego de realizar la incorporación de técnicas de creatividad al TPM.</i></p>	<p>Teniendo en cuenta los pasos definidos mediante el desarrollo del objetivo anterior, se identificarán los elementos que se deben revisar para hacer la evaluación del impacto de la integración.</p> <p>Se analizarán estos elementos a través del análisis comparativo de los resultados obtenidos, sin la integración de la Sinemática vs. Resultados obtenidos con la integración.</p>	<p>Observación</p> <p>Entrevistas</p> <p>Análisis documental</p>

Fuente: Elaboracion propia

9 RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Los resultados del presente proyecto están asociados a la generación de conocimiento respecto de la innovación de los procesos productivos. Más precisamente, al impacto que tiene TPM al incorporar técnicas creativas, que puedan servir de insumo para enriquecer y complementar los contenidos de la maestría de Innovación y Creatividad en las organizaciones. Así mismo, se pretende generar conocimiento que sea punto de partida para continuar en la evolución de saberes nuevos sobre estas temáticas.

Otro resultado esperado, está asociado a la documentación del proceso desarrollado en la empresa objeto del caso de estudio, que le permita tener documentado el proceso desarrollado para que continúe su construcción y evolución vinculado con el mejoramiento y la innovación, de modo tal que le resulte posible gestionar el conocimiento entorno a estos procesos.

El impacto del proyecto está dado en línea directa con los resultados planteados en el párrafo anterior. Está orientado en dos aspectos centrales: uno es el que se da al interior de la empresa objeto del caso de estudio en sus procesos de mejoramiento e innovación que le aportarían a la mejora en la eficiencia; mientras que el otro impacto, está dado en términos una construcción preliminar de los pasos de un sistema para la generación de la innovación de procesos productivos. El mismo que puede constituirse en punto de partida para la construcción de un método de innovación en proceso productivos a partir del mejoramiento continuo.

11 DESARROLLO

11.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA OBJETO DE LOS CASOS

Esta parte de la caracterización se realizará en dos fases. Por un lado, la primera es la descripción de la manera cómo se realizó la caracterización de la compañía y de qué manera se llegó a la misma. Por otra parte, una segunda etapa corresponde a la caracterización como tal.

11.1.1 Descripción del instrumento para caracterización de la empresa

Este apartado, tiene como objetivo caracterizar la situación de la empresa donde se desarrollan los casos de estudio y el impacto que ha tenido con la implementación de TPM, para lograrlo. Para ello se tomará como base un texto anteriormente citado “*Aproximación al TPM en empresa que ya lo practican*” (Villegas, 2014).

Se trata de una obra que plantea un instrumento dedicado al estudio de los procesos de cambio asociados a la implementación de TPM en empresas que lleven un camino recorrido en esta metodología. Aunque desde mi punto de vista, más que un instrumento, representa mejor una serie de criterios para caracterizar empresas que tienen TPM implementado, considero que complementado con algunos aspectos puntuales me permitirá darles un contexto completo de la empresa donde se desarrollaron los casos. Dicha contextualización contará con elementos claves que me permitieron identificar el impacto que ha tenido la implementación TPM, aspecto al que alude uno de los objetivos de este proyecto.

En este proceso de caracterización se sugieren, por una parte, la explicitación de los datos de identificación de la empresa:

a) *Datos biográficos de la empresa.*

- Tamaño
- Edad

- Propiedad
- Estructura de la empresa
- Factores externos
- Clima laboral
- Liderazgo

b) Identificación del estado de avance de la empresa en el TPM

- Cobertura
- Grado de implantación
- Velocidad o rata de implantación

En segundo lugar, se establecen los cinco criterios listados a continuación y que, a lo largo del documento, serán empleados y complementados para lograr una contextualización la empresa:

- Identificación y descripción del proceso de cambio seguido para ello.
- Identificación y descripción de los obstáculos y problemas encontrados para la implementación de TPM.
- Identificación y descripción de las estrategias utilizadas por las empresas para el manejo de los obstáculos y los problemas encontrados.

A fin de reunir más información para el caso, complemento el procedimiento con los siguientes aspectos:

- *Acercamiento de la empresa a las herramientas de creatividad*
- *Estado de innovación en procesos de la empresa*

11.1.2 Aplicación del instrumento para la caracterización de la empresa

Por cuestiones de confidencialidad no se mencionará el nombre de la empresa donde se desarrollaron los casos, se denominará “Empresa objeto de estudio” para referirse a ella y la

información se tomó directamente de los informes internos de la organización, de lo que puede observar al interior de la misma y de interacciones con sus trabajadores.

Datos biográficos de la empresa.

▪ ***Tamaño***

Es una empresa colombiana clasificada como grande, de más de 4.000 colaboradores entre directos e indirectos, distribuidos en 4 plantas a nivel nacional que reúne los procesos de la cadena de abastecimiento (compra de insumos, manufactura, logística y distribución y ventas).

En temas económicos, la empresa factura al año un billón de dólares con crecimiento sostenido durante los últimos años, hecho que se atribuye a la eficiencia que ha logrado en sus procesos y que le han permitido reducir sus costos de fabricación.

▪ ***Edad***

Es una empresa de más de 50 años de trayectoria en el mercado colombiano, con una cultura de mejora continua desarrollada desde hace 10 años. La misma involucra TPM desde hace 5 años; con buen resultado ya que le ha permitido mejorar la eficiencia de sus procesos y generar una cultura participativa.

▪ ***Propiedad***

Es una empresa familiar que ha logrado buenos resultados con una cultura maternalista que tiene como filosofía principal, el bienestar y aprendizaje de los colaboradores.

▪ ***Estructura de la empresa***

La estructura organizacional es robusta, liderada por un presidente y con 8 procesos principales. Posee un organigrama estructurado y la mejora continua cuenta con una escala organizacional: gerente de operaciones - coordinador responsable por la implementación del TPM, en coordinación directa a los líderes de pilar y pequeños equipos.

▪ *Factores externos*

La empresa se encuentra ante la necesidad de continuar su crecimiento y expansión en el mercado. Actualmente en el país, cuenta con una participación promedio del 55%. La tendencia a la baja es atenuada por su buen desempeño en Bogotá y la costa, pero con necesidad de crecimiento en regiones como Antioquia y el Valle, entre otras. Este crecimiento lo ha planteado en 2 vías: a través de adquisiciones de otras compañías y mediante optimizaciones en los procesos, que le permitirían reducir costos de fabricación.

En términos de la mejora continua se espera llegar a obtener la certificación nivel 1 de TPM y lograr la excelencia operacional haciendo uso de esta metodología complementándola con lean manufacturing.

▪ *Clima laboral*

El clima laboral es medido con la compañía Great Place to Work desde hace 5 años y ha logrado mejoras significativas durante los últimos 3 años (nivel favorable). Es una compañía de buenas relaciones y camaradería, donde las personas trabajan con beneficios distintivos y con bajos índices de rotación. La expectativa es continuar sosteniendo y apoyando el proceso, a través de la participación total que generan las metodologías de mejora continua.

▪ *Liderazgo*

Los líderes están involucrados en la metodología. Cada líder de proceso es, a su vez, un líder de pilar de TPM, generando una participación activa que da consistencia y solidez a la metodología.

▪ *Tecnología*

Es una empresa que cuenta con procesos automatizados, en la relación de la fabricación del producto con tecnología de punta que garantiza la calidad del producto. Demandan una

relación entre hombre máquina donde el proceso de TPM les ha aportado mejoras significativas. Cuenta, además, con procesos complementarios de empaque, embalajes y marcaciones muy manuales que demandan una necesidad de innovar y transformarlos para poder aportar significativamente a la mejora de los procesos.

Identificación del estado de avance de la empresa en el TPM

En la actualidad el modelo TPM lleva 5 años de implementación. Se ha alcanzado el nivel 1⁴, con una implementación del 70% con muy buenos resultados en los indicadores de pérdida de la compañía los cuales se detallarán mas adelante (Figura 14). En la Figura se observa que el promedio de mejora va en un 50% en general. Es un logro muy importante para la compañía que sostiene claramente la estrategia y la rentabilidad.

Pero no será suficiente para lograr la excelencia operacional, ni las expectativas de crecimiento que se han establecido. Es por esta razón, que se requiere avanzar y plantear un complemento al modelo que le permita a la compañía continuar con el camino de mejora continua y desarrollar la innovación de los procesos.

La Figura 14 fue construida como síntesis del proceso en su estado actual, y reúne también las expectativas de avance. Allí observar:

- En el eje vertical: los ítems a desarrollar: inversión, retornó de la inversión, plantas o locaciones de la compañía, número de personas involucradas, indicadores, % de mejora de KPIs⁵ (Key Process Indicators) , % de avance y pasos de implementación.

⁴ En TPM existen tres niveles de implementación denominados 1, 2 y 3 que van determinando el grado de madurez de la metodología, el nivel 1 hace alusión al avance hasta paso 4.4 donde el objetivo primordial es la confiabilidad de los procesos.

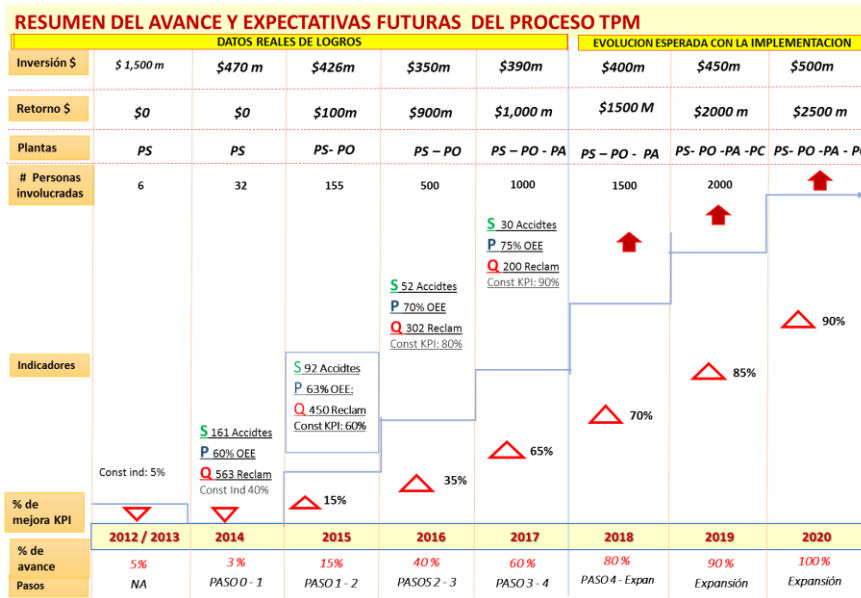
⁵ KPIs: sigla que hace referencia a los indicadores de pérdida de los procesos y constituyen los que el TPM busca reducir.

- En el eje horizontal: tiempo de implementación expresado en años y modo de comportamiento de cada ítem en cada año.

En relación a los KPIs estos se identifican con las letras SPQCDME según sus iniciales en inglés: Seguridad, Productividad, Calidad, Servicio, Motivación y Medio ambiente. Así mismo en el ítem Plantas, cada unidad de producción se designan como PS (Planta Sabana), PO (Planta Occidente), PA (Planta Antioquia) y PC (Planta Costa).

En esta se observa que para el 2017 el equipo piloto va en paso 4 que se ha logrado expiación a las plantas de Sabana, Palmira y Antioquia), los indicadores en promedio han mejorado un 65% con respecto al inicio de TPM en el 2012.

Figura 13 Resumen de estado de avance y expectativas de implementación de TPM en empresa



Fuente: Imagen Elaborada con miembros de la compañía.

Un punto importante que se observa, es la evolución que ha tenido el proceso en el grado de involucramiento de las personas en el 2017. Cuenta con una participación activa de 1000 personas reunidas en 3 de las 4 plantas del país, esto ha generado un impacto muy

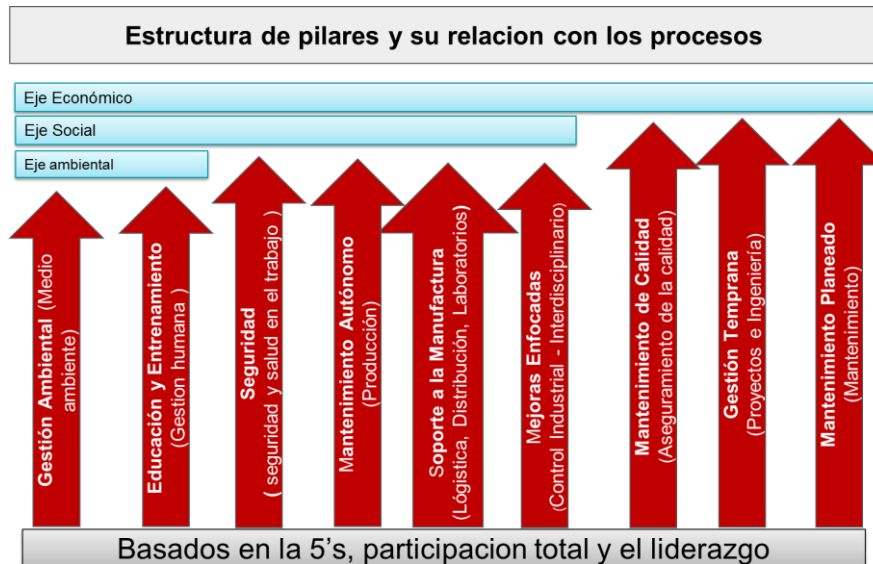
importante en la cultura de la compañía que se ve reflejado en la mejora de los índices de ambiente laboral en los ítems de participación y trabajo en equipo.

En la misma Figura se advierten, además, las expectativas de avance con la metodología en la cual se pretende llegar a cubrir las 4 plantas y por lo menos el doble de la población involucrada que, al momento de esta intervención, representaría el 50% del total de colaboradores.

▪ Cobertura

En esta compañía el TPM está implementado en su totalidad. Es decir, que los 9 pilares funcionan involucrando todos los procesos de la cadena de abastecimiento como se observa en la Figura 15, construida a través de la estructura de la compañía y de lo observado en los procesos.

Figura 14 Estructura de pilares de compañía donde se desarrollaron los casos



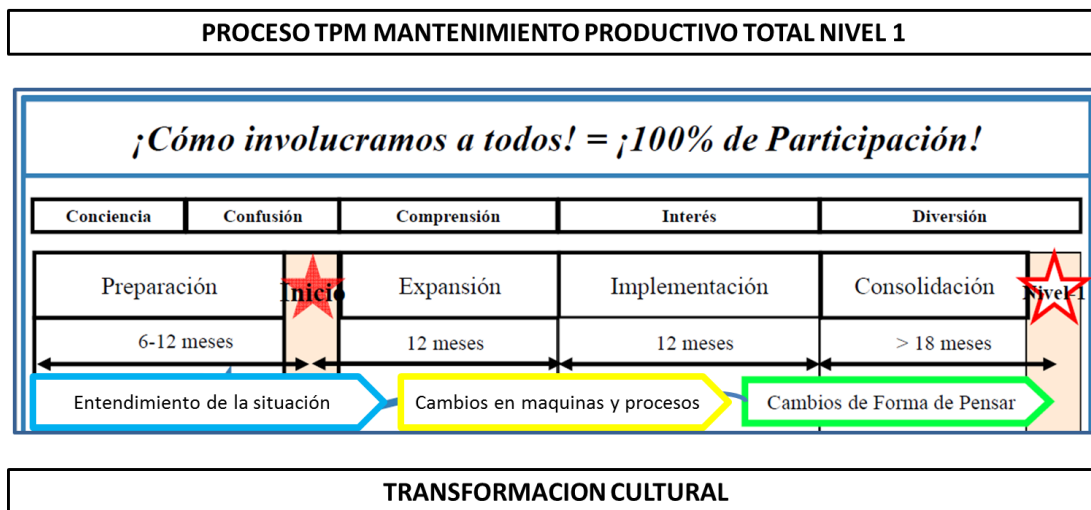
Fuente: esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

En el pilar de mantenimiento autónomo el equipo piloto se posiciona en el paso 4.1. La cobertura y la velocidad de implementación después de la fase inicial ha sido adecuada a lo esperado, se ha logrado la participación activa de todos los procesos. Esto se atribuye principalmente al compromiso de la alta dirección (el Presidente de la Compañía es el promotor del proceso)

Identificación y descripción del proceso de cambio seguido para ello.

Este aspecto del proceso de cambio es muy importante para este proyecto ya que esta metodología es implementada por las personas dueñas de los procesos y en ellas esta genera una transformación importante. En la figura 16 (Pinto, Pimentel, & Cunha, 2016) que se presenta a continuación que ha sido elaborada para observar los cambios fundamentales que tiene el TPM el primero es el **entendimiento real de la situación**, luego un **cambio en los procesos** y finalmente **transformación en la forma de pensar** de las personas que va asociado a la evolución del mismo en la que las personas experimentan estados que inician con la consciencia, la confusión, el interés para llegar finalmente a generar diversión.

Figura 15 Proceso de cambio durante la implementación de TPM



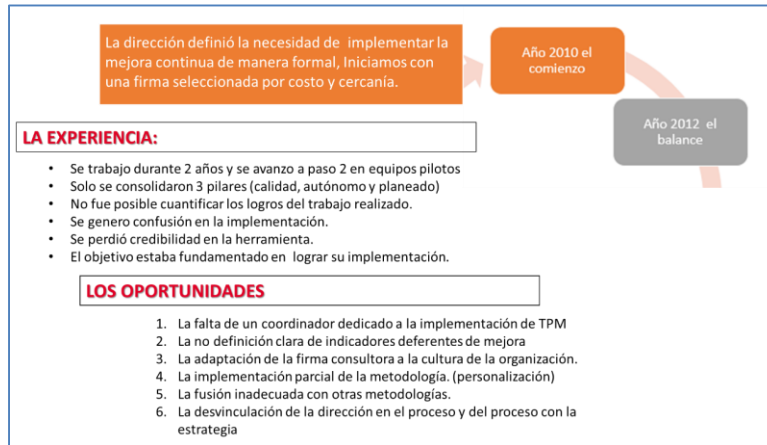
Fuente: esquema de elaboración propia apartir de asesoría de consultor de TPM

Por lo que he podido observar, en el desarrollo del proceso durante estos años **el hecho de que la persona pase de un estado de concientización sobre la realidad de la empresa, a un estado de interés y diversión por participar en el proceso genera en cada participante una disposición a la mejora y al proceso de cambio, que les permite ser más receptivos al aprendizaje.** Es por esta razón que, para implantar la réplica de esta investigación en otras organizaciones, es importante que la compañía disponga, al menos, de la implementación de TPM en la fase de interés y diversión. Así se podrá apreciar su beneficio y evitará percibirlo como trabajo adicional. De este modo, se justifica que las pruebas sean realizadas con personas que hayan alcanzado el paso 4 de TPM. En mi Caso de Estudio, reduce significativamente el grupo, pero garantiza una mejor asimilación de las mismas.

Identificación y descripción de los obstáculos y problemas encontrados para la implementación:

En esta descripción de las Figuras 17 a 20 se muestra gráficamente la historia de implementación de TPM de la empresa objeto de estudio. Cuáles han sido esos obstáculos durante la implementación y de qué manera se han superado. Estas gráficas son construcción propia fundadas en los resultados de mi observación y participación vivencial durante el proceso e integran los resultados de las indagaciones realizadas. La información se presenta de manera gráfica con el propósito de mostrar de modo detallado, el proceso de esta implementación. El relato textual de la experiencia, hubiera si demasiado denso y de difícil comprensión, lo que impediría a los lectores comprender la evolución del mismo, como así también, los logros obtenidos en esta empresa.

Figura 16 Descripción etapa inicial en la empresa años 2010 - 2012



Fuente: esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Figura 17 Descripción de la fase 2 implementación de TPM año 2013 - 2014



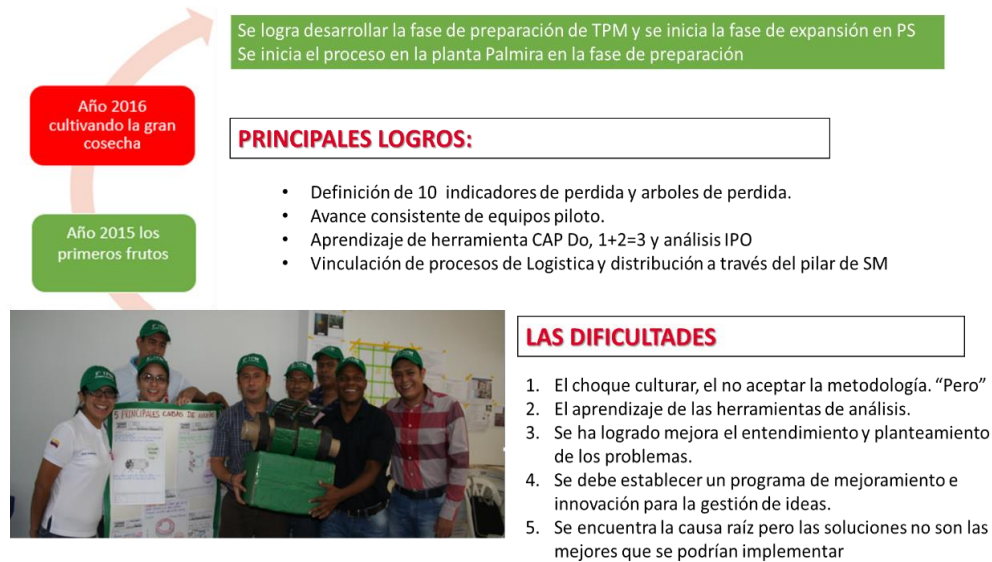
Fuente: esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Figura 18 Visión de TPM en la empresa

“Ser una palanca fundamental para el logro de la mega 2-20-20 que proporcione las herramientas necesarias para la reducción de por lo menos el 75% de las pérdidas permitiendo así la mejora sostenida de los procesos en la cadena de abastecimiento de alquería”.

Fuente: Tomado de documentos internos de la compañía e información relevada durante la investigación.

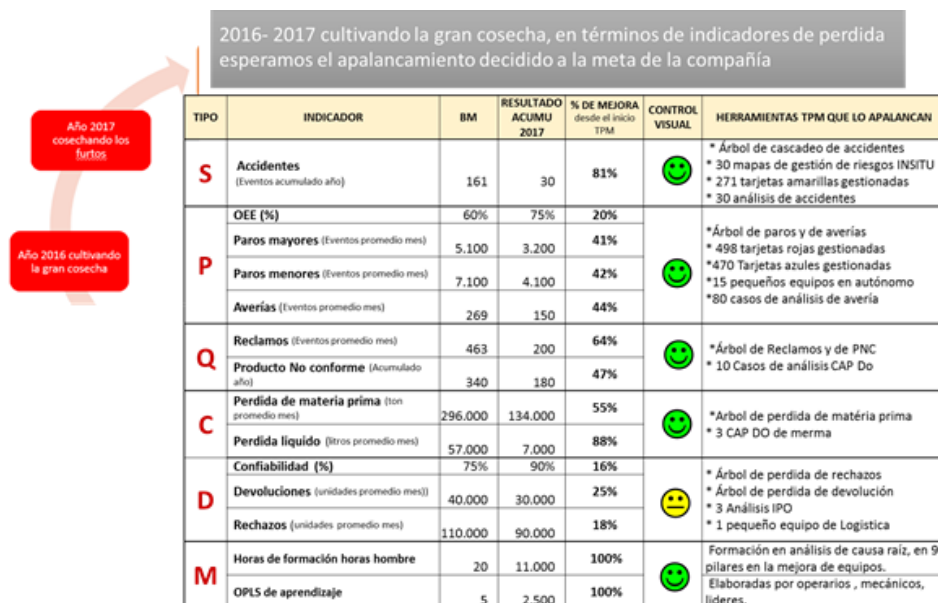
Figura 19 Descripción de la fase 3, evolución TPM en los años 2016 y 2015



Fuente: esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

De este repaso por la evolución de TPM en la empresa, es importante la Figura 20, donde se presentan los logros obtenidos. Allí se advierte claramente, que TPM ha sido una herramienta que ha aportado directamente a los indicadores de pérdida SPQCDM. La mejora más representativa se observa en los indicadores de (S) Seguridad con la reducción del número de accidentes de las personas, y de (Q) Calidad llegando a un 64% en la reducción de los reclamos de los clientes. Por su parte, al observar la (P) Productividad el OEE (indicador de eficiencia de sus equipamientos) ha mejorado en un 20% por la disminución en los paros y averías de las maquinas que han superado el 40%. Con respecto a (C) Costos de pérdidas se han reducido por la disminución en los desperdicios de insumos y materias primas.

Figura 20 Descripción logros obtenidos con TPM en 2016 – 2017



Fuente: esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Estos resultados enmarcan a la empresa en una compañía madura en la implementación de TPM que ya está logrando ver los frutos de la metodología y que cuenta con una base alta de su personal capacitado y con dominio de las herramientas de mejora, elemento que será importante para poder desarrollar los casos de estudio que se describirán más adelante.

Acercamiento de la empresa a las herramientas de creatividad

En la empresa, antes de TPM, el mayor acercamiento a las herramientas de mejora fue la implantación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) fundamentado en el proceso PHVA y que trae consigo las herramientas para abordar el análisis de causas. En este caso utiliza el Diagrama de Ishikawa (Espina de Pescado) y Diagrama de Pareto. Por su parte, como técnicas de creatividad se empleaba con frecuencia la lluvia de ideas o Brainstorming de modo coloquial e informal.

En relación a la creatividad antes del TPM, no se ha considerado que sea algo que se deba estimular ni se había pensado en ello. En 2015, surgió la necesidad de estructurar un

sistema para el desarrollo de las ideas y con ello se da la importancia de fomentar la creatividad. Se inicia a través de sesiones de ideación abarcando a un número limitado de integrantes de la organización, pero sin focalizar las actividades en una técnica específica y sin la orientación a la resolución de problemas; se trata en mayor medida de ejercicios y juegos mentales individuales.

Estado de innovación en procesos de la empresa

En la empresa, la innovación ha estado orientada a productos basados en la metodología de proyectos PMI. Esta dinámica ha generado nuevos procesos y así mismo innovaciones en tecnología, que permitieron a la compañía ubicarse a la vanguardia de los procesos. Con relación a innovaciones en procesos productivos, no se evidencia una estrategia deliberada para tal propósito. Solamente han logrado mejoras en ellos que redujeron las pérdidas; pero no se cuenta con un esquema deliberado y planeado de innovación de proceso. En este sentido, no se ha estructurado, hasta donde se pudo indagar, y no se observa evidencia de que el diseño de procesos se haya trabajado con una lógica de optimización con aplicación de una metodología específica. Sin embargo, se orientan esfuerzos hacia la normalización y documentación, que los vuelven insostenibles por la falta de diseños adecuados. Surgen sobre la marcha, en función de las necesidades y de sus cambios.

11.2 EXPLICACIÓN DETALLADA DE LOS PASOS PARA APLICAR HERRAMIENTAS TPM

Como se mencionó inicialmente, el abordaje al TPM se realizará no desde sus pilares sino desde sus herramientas de análisis. Esto es así, la integración con las técnicas de creatividad además las herramientas de TPM, son transversales a cada uno de los pilares y acompañan la metodología durante todos los años de su implementación.

En TPM hay varias herramientas que se emplean y que son incluidas según el avance de los pasos del pilar de mantenimiento autónomo. Estas herramientas son enseñadas y

documentadas por el pilar de mejoras enfocadas. El pilar es quien vela por su correcta implementación.

Se ha indagado en la bibliografía y no se encuentran ni casos de estudio ni descripciones de cómo se usan estas herramientas. Por lo tanto, en este capítulo decidí detallar según el nivel de aprendizaje logrado durante estos años. A continuación, se describe la forma de utilización que elaboré a partir de la experiencia con cada una de las herramientas. Ellas serán detalladas en el siguiente orden:

- Tarjetas F (rojas, amarillas y azules)
- OPLs (lecciones de un punto)
- 1+2=3 Análisis de accidentes
- Análisis sencillo
- TOBARI (tablero de análisis y observación de riesgo INSITU)

Es importante aclarar que estas herramientas no constituyen el universo completo de las existentes. Sin embargo, en términos de análisis y solución de problemas son las que considero de mayor relevancia.

Tarjetas F (rojas, amarillas y azules)

Son herramientas que se emplean para la identificación de anomalías. En la Figura 21 (Shinichi, 2014) se observa el concepto su mecanismo de uso que básicamente se coloca identificando la anomalía en el lugar donde se identificó o si no es posible se ubican en un mapa que permita visualizar su ubicación.

Figura 21 Concepto de tarjetas F



Fuente: Tomado de Shinichi, S. (2014). Manual de TPM Nivel 1. (Pm system). Japón

¿Qué son?: Son herramientas que permiten la identificación de fallas o anomalías, así como la identificación de problemas de seguridad y medio ambiente que deben ser eliminados.

¿Para qué sirven?: El propósito de la gestión de tarjetas es promover la solución efectiva de fallas, anomalías y riesgos que se presenten en el equipamiento o en áreas de proceso

¿En dónde usar tarjetas “F”?: Las tarjetas “F” deben ser colocadas en los lugares donde se observan los siguientes problemas: desgaste; holgura; aflojamiento; fuga; polvo; tierra; corrosión; adherencia de materia prima; deformación; daños superficiales; fisuras; sobre calentamiento; vibración; ruidos; condiciones peligrosas. Las tarjetas son levantadas por cualquier persona que detecte una de las anomalías mencionadas u otra que no se haya incluido en la enumeración. A continuación, en la Tabla 8 se observen los 3 tipos de tarjetas utilizadas y que incluyen el nivel de intervención de la persona que detecta la anomalía

Figura 22 Modo de diligenciar una tarjeta F

The diagram shows a 'TARJETA AZUL' (Blue Card) for TPM. It features a header with 'TPM' and 'NUMERO 6551'. Below this is a 'PASO' section with numbers 1 through 7. The card is divided into sections for 'OPERADOR', 'PRIORIDAD' (A, B, C), 'MAQUINA', 'PARTE DE LA MAQUINA', 'DETECTADO POR', 'FECHA', and 'DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA'. Red callout boxes point to various parts of the card, explaining their purpose: 'Nombre de la Máquina' (Machine Name), 'Paso de MA en el que está el ensayo' (Step of MA in which the test is performed), 'Prioridad de solución de la anomalía' (Priority of solution of the anomaly), 'Parte específica de la máquina en donde se encontró la anomalía' (Specific part of the machine where the anomaly was found), 'Nombre de la persona que detectó la anomalía' (Name of the person who detected the anomaly), 'Fecha en que se detecta la anomalía' (Date when the anomaly is detected), and 'Descripción detallada de la anomalía detectada (Que y como)' (Detailed description of the detected anomaly (What and how)).

Fuente: Tomado de Shinichi, S. (2014). Manual de TPM Nivel 1. (Pm system). Japón.

Tablero de Tarjetas:

Es una representación gráfica que permite visualizar la ubicación de las tarjetas de la máquina o zona de trabajo. Debe estar ubicado en una zona cerca al talero de equipo ver Figura 23.

Figura 23 Mapa de ubicación de tarjetas F Rojas, amarillas y azules.



Fuente: Documentación propia del proceso en la compañía.

Luego la recolección de una tarjeta; se registra en un formato de registro de tarjetas y en el formato de indicador de la tarjeta que se construye para su seguimiento; el porcentaje de cumplimiento la meta de cada equipo es tener mínimo un 85% de tarjetas cerradas.

Finalmente se cierran en esta etapa donde la persona según lo observado y analizado plantea una solución. La misma generalmente está planteada en términos de acciones inmediatas; carecen de creatividad e innovación. Algunas de las soluciones listadas con mayor frecuencia son: cambiar tornillos, realizar lubricación equipo, reparar tubería, apretar bridas, hacer control visual, ajustar soportes, remplazar pieza, entre otras.

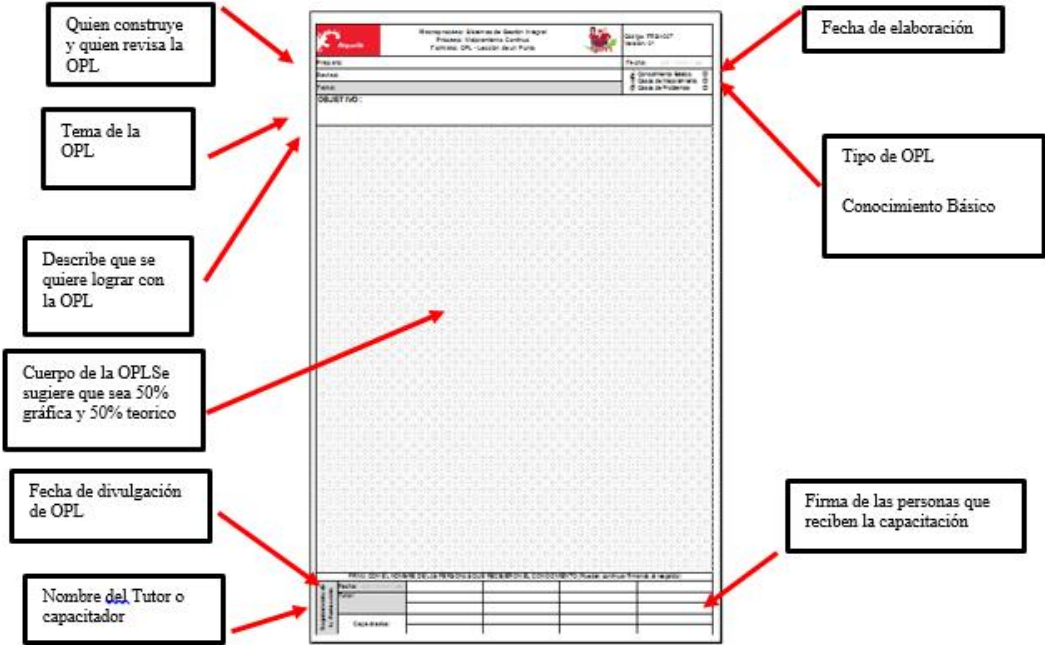
OPLs (lecciones de un punto)

Se conocen como OPLs por sus siglas en inglés, One Point Lesson. En español también se denominan LUPs (Lecciones de un Punto). Sobre ello no hay mucha documentación con relación a su uso y su forma de trabajo. Durante la revisión de la literatura y se encuentra definida por algunos autores como instrucciones de funcionamiento, cuya tarea es garantizar la repetitividad de las acciones realizadas, y entregar el conocimiento básico a los operadores, igualarlo y enseñar las mejores soluciones posibles (Szwedzka & Kaczmarek, 2017). Estos autores, en particular, también afirman que gracias a su breve contenido y al diagrama o la foto incluida hacen que el modo de trabajo acordado sea más fácil de recordar. No se halló en la bibliográfica revisada evidencia de alguna instancia donde se integren con otras metodologías, pero en mi experiencia personal la OPL podría ser considerada por sí misma una técnica para el desarrollo de la creatividad. Puesto que le permite a las personas clarificar los temas a tratar y presentarlos de una manera gráfica que facilita la comprensión y entendimiento de los problemas.

Para su aplicación el material se elabora en tamaño doble carta para que su contenido sea visible para todos. Se editan a mano alzada tanto los dibujos como las letras en algunos casos aunque permite el uso de fotografías cuando el esquema es muy técnico.

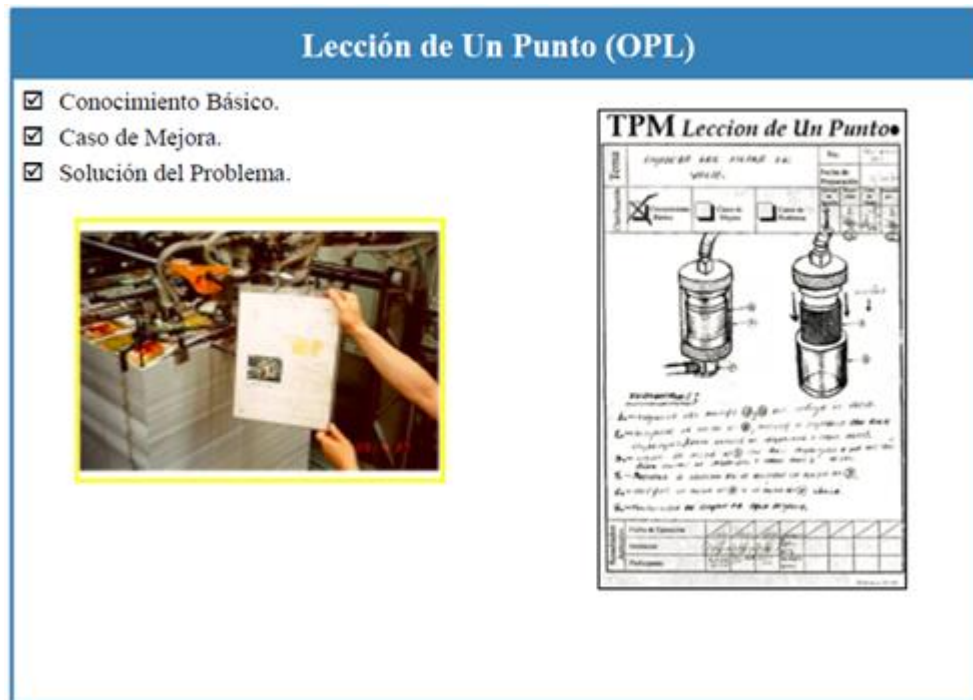
En la Figura 24 desarrolle la explicación de manera gráfica las partes que componen las OPLs y su esquema básico

Figura 24 OPL



En relación a su clasificación el JIPM plantea 3 tipos de OPL (Shinichi, 2014) como se ilustra en la Figura 25.

Figura 25 Tipos de OPL según JIPM



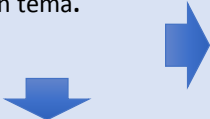

Fuente: Tomado de Shinichi, S. (2014). Manual de TPM Nivel 1. (Pm system). Japón

Acorde a lo trabajado y observado en las empresas esta clasificación puede ampliarse a lo siguiente:

1. Caso de mejora antes y después
2. Caso de mejora 5S
3. Conocimiento básico, Do - Don't,
4. Conocimiento básico
5. Definición problema
6. Solución de problema
7. Diseño libre

En la Tabla 9 elaboré la descripción de los tipos de OPL y su uso según lo observado en mi práctica profesional. Las categoricé esta manera y, cabe señalar que, a partir de su uso, ha resultado útil para clarificar su forma de elaboración.

Tabla 7 Tipos de Opl por su uso

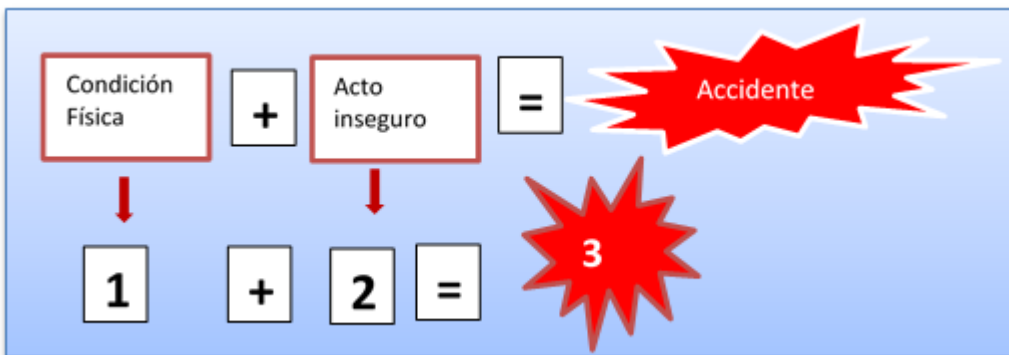
TIPOS DE OPL			
Conocimientos Basico	Casos de definicion de Problemas	Casos de Mejoramiento	
<p>Se marca cuando la OPL esta orientada a un tema general o a un conocimiento especifico de algún tema.</p> 	<p>Es una OPL que se emplea para clarificar y dar a conocer a todos sobre un problema que este afectando los indicadores o el proceso mismo.</p>	<p>Es la OPL empleada para mostrar una mejora realizada generalmente plantea como era antes y como esa hora, y el logro que se ha obtenido luego de realizar la mejora.</p> 	
OPL de Do - Don't, Qué hacer y Qué NO hacer	Solucion de problema	5'S	Antes y Después
<p>Se utiliza para enseñar la forma correcta de realizar algo explicando que cosas son incorrectas y que cosas son correctas y se pueden hacer.</p> <p>La imagen debe mostrar un ejemplo de como se hace y otro de como no se hace.</p> <p>Al comienzo debe tener la descripción del tema puede hacerse usando los 5W (Que, Como, Donde , quien y cuando) o solo descripción de la situación en referencia.</p>	<p>Es una Opl que se emplea para contar enque consistio la solucion de un problema y su impacto generalmente es la continuacion de la OPL de planteamiento de problema.</p> <p>Si lasolucion al problema implico una mejora se documenta como antes y despues.</p>	<p>Debe mostrarse el paso de una S a otra de manera paulatina, es decir de original a primera, así sucesivamente.</p> <p>Lo mas recomendable es que la parte gráfica sean fotos para mostrar de manera real la evidencia de la mejora y procurar que las dos tomas sean desde el mismo ángulo</p>	<p>Se utiliza para mostrar una mejora realizada en algún articulo, proceso o procedimiento.</p> <p>La imagen debe estar asociada a la mejora como se veía antes y como quedo después.</p> <p>Debe hablar de los beneficios de la misma en el antes y el después.</p>
OPL de Diseño Libre			
<p>Se utiliza para mostrar un tema que no se logra especificar en los otros tipos de LUPs</p> <p>Se puede emplear para mostrar el paso a paso para realizar algo, pasos o instrucciones, el despiece de una maquina o sus componentes o las etapas de un proceso.</p>			

Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

1+2=3 Análisis de accidentes

La herramienta empleada es el 1+ 2= 3 relacionada con la condición física, el acto inseguro y el accidente. De esta relación surge la metodología de investigación de accidentes que ha resultado mas efectiva dentro del TPM para la eliminación de la recurrencia en la generación de accidentes, este esquema se ha resumido en la Figura 26.

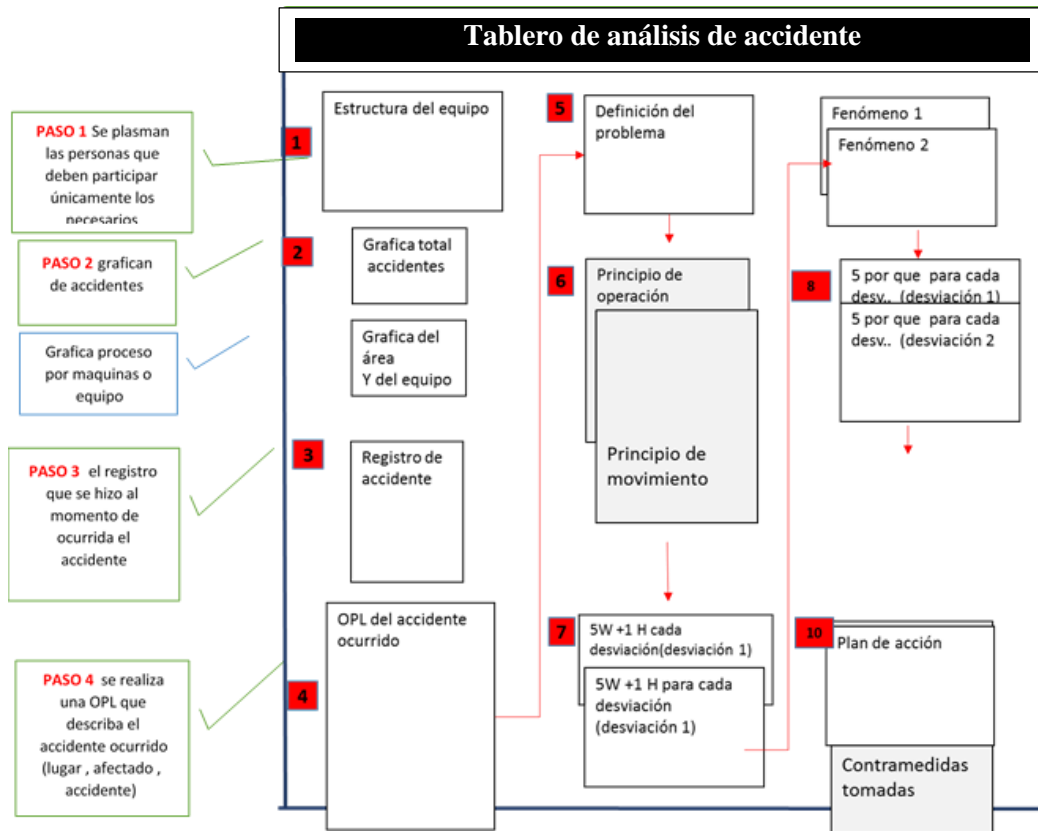
Figura 26 Fórmula para el análisis de accidentes



Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Para el uso de esta metodología estructure este tablero que permite entender los pasos básicos para elaborar el análisis de se observa en la Figura 27, en este se observa la secuencia ordenada que se deben seguir para el desarrollo de los análisis de accidentes.

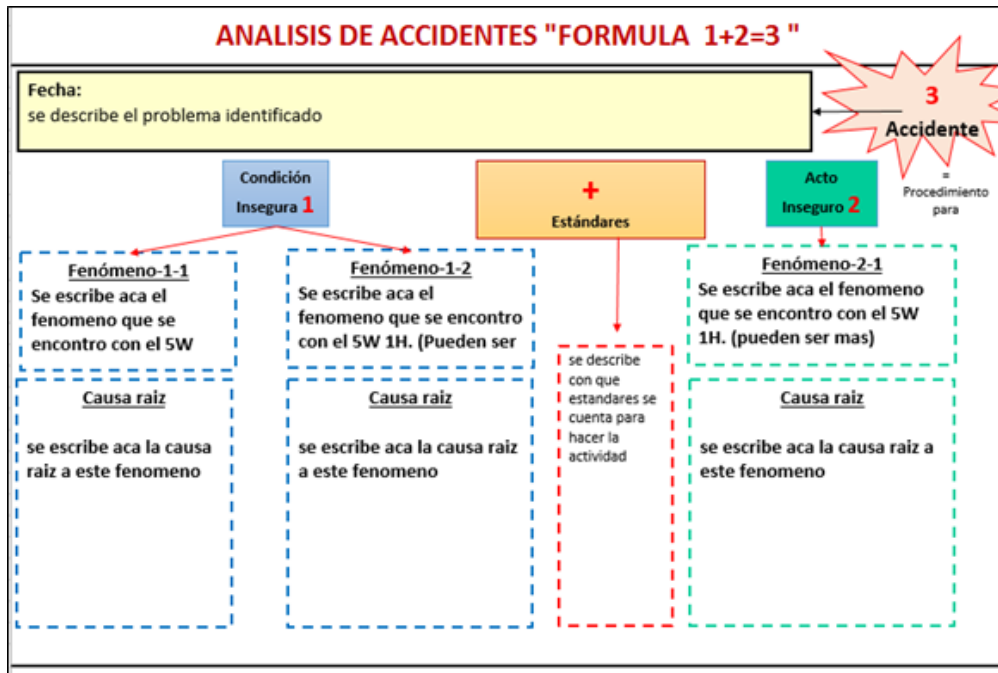
Figura 27 Esquema completo de análisis 1 + 2=3



Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Se elabora cada uno de estos puntos, del punto 5 al 10 se trata como tal el análisis de la causa raíz de un problema. Lo fundamental de esta herramienta es el punto 9 que declara y profundiza sobre los 2 hechos que desencadenaron la aparición del accidente. Que son los que ejemplifico en la Figura 28 (el acto y la condición insegura).

Figura 28 El acto y condición insegura en el análisis de accidente.

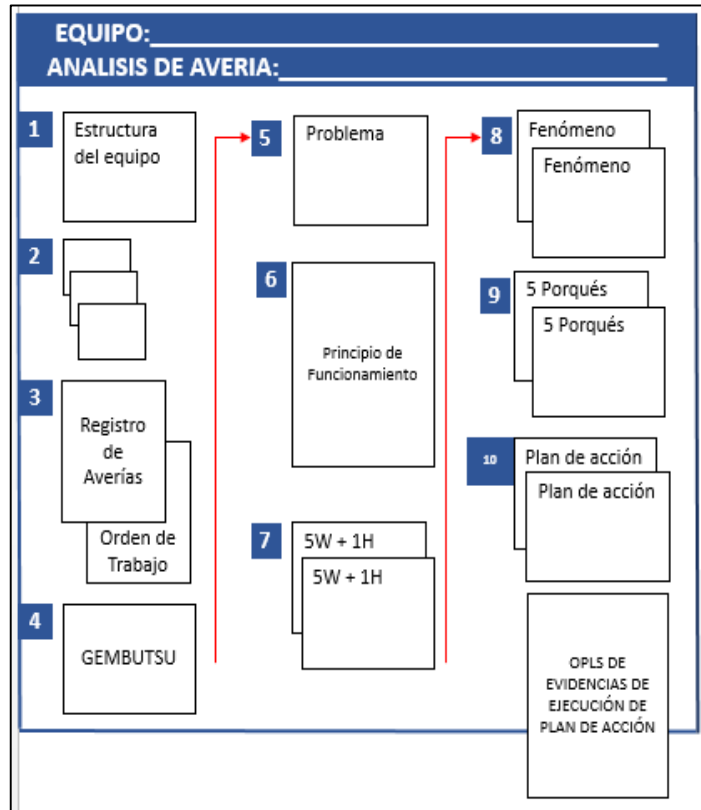


Fuente: esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Análisis sencillo

El análisis de problema sencillo, puede ser utilizado para analizar averías, problemas de calidad, de productividad o de servicios. Esta planilla está diseñada para que pueda ser empleada por cualquier miembro de la compañía, independientemente de la posición que ocupe en la organización. Al igual que el análisis de accidente, recurre al diagrama de un tablero que se observa en la Figura 29.

Figura 29 Tablero de análisis sencillo



Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de documentación interna de la compañía e información relevada durante la investigación.

Un aspecto importante de los análisis es lograr encontrar la causa raíz del problema, para ello se siguen los PASOS del tablero del 5 al 9 y que se describen a continuación.

La secuencia de actividades se inicia con la definición del problema, representado básicamente como la diferencia entre el resultado esperado y el resultado real de un proceso.

Una vez identificado claramente el problema, se procede a entender cómo funciona de manera correcta el sistema. Se debe representar el principio de funcionamiento de manera gráfica, considerando únicamente el relativo a las piezas o componentes que tienen relación con el problema; es decir, no es necesario explicar el principio de funcionamiento de toda la máquina o equipo. Para finalizar el PASO 6 deben identificarse las condiciones ideales del

principio de funcionamiento que no se cumplieron en el caso que se está analizando, es decir, las desviaciones. Estas deberán ser señaladas en la OPL de principio de funcionamiento.

PASO 7 – 5W - 1H: El formato 5W – 1H nos permite explicar de manera detallada la desviación encontrada a través de una serie de preguntas, se debe diligenciar un formato para cada una de las desviaciones encontradas sea considerada de una presutación o de capacitación de la herramienta, como se muestra en la Figura 30.

Figura 30 5W y 1 H para la clarificación de problemas

Qué:
¿Qué cosa (o producto) observó usted que tenía los problemas?

Cuándo:
¿Cuándo ocurrió el problema?

Dónde:
1) ¿Dónde vio el problema? En la Línea / Máquina / Ubicación
2) ¿Dónde del trabajo o en qué material?

Quién:
¿El problema está relacionado a la habilidad del operario?
(Depende o es independiente de la habilidad)

Cuál:
¿Cuál es el patrón o la tendencia del problema?
¿O se presenta al azar?

Cómo:
¿Cómo se diferencia del estado normal u óptimo?

Diferencia con lo normal:
Para cada una de las preguntas, debemos escribir cómo debe ser el estado normal para cada una de ellas. Cómo debe ser la operación cuando no hay fallas.

Cuántos:
Para cada una de las preguntas, debemos determinar los valores que genera el problema, para conocer su impacto dentro del proceso a investigar.

Fuente: Tomado de documento interno de la compañía para la implementación de TPM

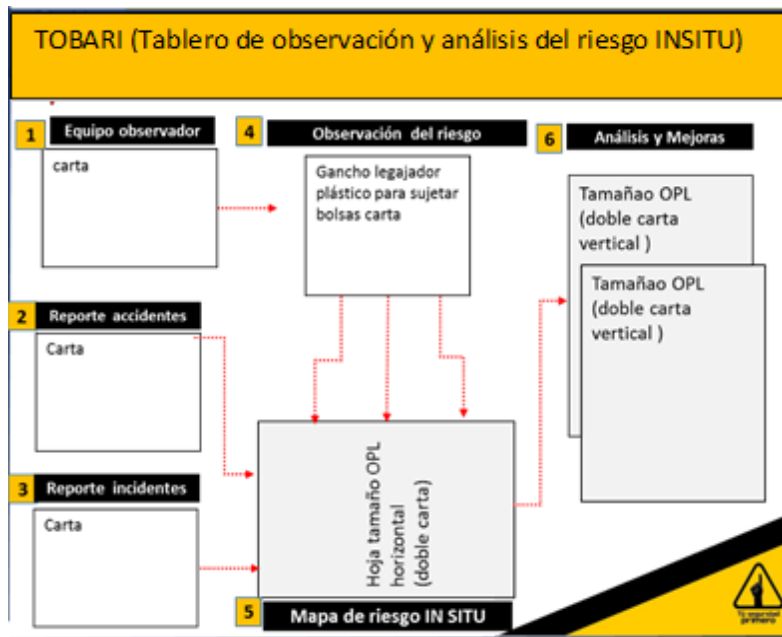
Los 5W y 1H se pueden esquematizar en un formato o se pueden manejar como las preguntas sueltas para conformar una frase que se llama resumen del fenómeno

Así mismo para lograr encontrar la causa raíz se realizan los 5 por qué, que básicamente consiste en preguntarse por qué las veces que sea necesario hasta encontrar la causa raíz.

TOBARI (tablero de análisis y observación de riesgo INSITU)

El TOBARI nombre que le hemos dado a fin de acotar su definición, es una herramienta muy valiosa del pilar de seguridad que permite hacer una revisión y gestión de los riesgos de la compañía. Para este apartado, he encontrado también, cómo forma de simplificar su explicación, un esquema de tablero que se presenta a continuación en la Figura 31.

Figura 31 TOBARI Tablero de observación y análisis de riesgo



Fuente: Tomado de documento interno de la compañía para la implementación de TPM

Paso 1: Definición de equipo observador. El equipo observador es un equipo de entre 4 y 8 personas que observarán, analizarán y gestionarán los riesgos, deben contener una persona de SST, una persona del equipo de trabajo, el líder del área, una persona de mantenimiento y una de calidad (personas de procesos que entran al área) y por lo menos una persona externa al proceso. Consideré valioso la participación de personas externas ya que tienen una observación diferente del proceso y no están acostumbrados a las condiciones. Se toma una foto del equipo observado el día de la observación y se ubica en ese espacio del punto 1.

Paso 2: Reporte de accidentes: En compañía de SST y las personas del proceso se identifican los accidentes ocurridos en el área y se ubican en el espacio 2 los reportes de los accidentes ocurridos en el área.

Paso 3: Reporte de Incidentes se hace lo mismo que en el paso 2 y se ubican los reportes en el espacio 3 del tablero.

Pasó 4: Observación del riesgo: Se diligencia el formato de la Figura 32 donde se identifican los procesos y cada una de las actividades del proceso. Se entrega la hoja de “lista de verificación del riesgo” a cada observador, van al proceso y debe realizar la observación para cada actividad.

Las actividades indicadas son:

- Diligencia el encabezado del formato,
- Observa la ejecución de la actividad haciendo chequeo en cada uno de los puntos
- Marca si es seguro o en riesgo inicia con el 1,1 cara, ojos determina si está en riesgo o es seguro.
- De igual modo realiza el recorrido hasta llegar al punto 5. 10. deben observarse todos los aspectos.

Figura 32 Ejemplo de formato de verificación del riesgo

		RIESGO				
EPI Y DOTACIÓN	SEÑALES DE RIESGO	PUNTOS DE VERIFICACION		SEGURO EN RIESGO	MIENTRAS (Describe cuando y en cual operación observo el riesgo)	ESTABA (Estaba la codición a normal)
X	X	1. Cara, ojos	Gafas protector Facial	X	Mientras realiza la inspeccion del producto	Las gafas se empañan le reducen visibilidad
		1. Cabeza	Casco	X		
		1. Oídos	Tapa oídos	X		
		1.4 Manos, brazo	Guantes	X		
		1.4 Pie	Calzado de seguridad	X		
		1.4 Respiratorio	Respirador	X		
		1.1 Cuerpo	Ropa, Peto	X		
		2. Zona de trabajo	Zonificación	X		
		2. Señales de tránsito	Señalización	X		
		2.2 Control de rutas	Conos de trafico topes	X		
		2. Control de ubicación	Cuñas de las llantas	X		
		2. Seguridad	Espejos	X		
	X	2.4 Protección	Barandillas	X	Mientras toma producto de la banda	La parte fiani de la banda no cuenta con guarda de seguridad

Fuente: Tomado de documentos internos de la compañía para la implementación de TPM

Debe marcar la criticidad de la tarea que se observó en riesgo. La misma se clasifica en Crítico, Importante y Menor.

C: Crítico Son riesgos que ya se han materializado como accidentes, incidentes o casi accidentes con alta probabilidad de materializarse como accidentes o incidentes se deben resolver cuanto antes, con efectos inmediatos.

I: importante: Son riesgos con una probabilidad alta de que se materialicen que pueden generar lesión a la persona. Con efectos a mediano plazo.

L: Leve: Son riesgos con menos probabilidad de materializarse y, en caso de que lo hicieran, las consecuencias son menores y los efectos pueden ser a más largo plazo.

Paso 5: Mapa de riesgos. En esta instancia, una vez se han realizado los pasos anteriores se procede a elaborar el mapa. Cuando el mapa o plano se encuentra terminado se ubica en el tablero y se colocan allí los accidentes, los incidentes y los riesgos identificados.

Pasó 6: Análisis y mejoras: para finalizar se realiza el análisis y mejora de cada riesgo empleando una OPL que muestre el análisis del riesgo (explique en qué consiste el riesgo) y al frente se describe la acción de mejora, se elabora la OPL y se le asigna una identificación que se coloca en la hoja de verificación del riesgo.

Si hay muchos riesgos se deben priorizar e iniciar el análisis y resolución de los más críticos; primero los que más probabilidad tienen de materializarse, si han ocurrido incidentes o accidentes. Al menos una vez al mes, debe haber un ejercicio frente al tablero actualizando nuevos riesgos y registrándolos en el tablero. Cada año se debe hacer nuevamente las hojas de verificación de riesgos.

Así finaliza el detalle descriptivo de las herramientas de TPM seleccionadas para la integración, estas se comprenderán un poco mejor cuando pasen al aparte de desarrollo de casos de este documento ya que allí se podrán observar desde su aplicación a un caso real.

Es importante ahora hacer un detalle de la Sinecmática que es la técnica que se integrará con estas herramientas del TPM. Acerca de la Sinecmática ya pudieron ver una breve introducción en el marco teórico; aquí la abordaremos desde una óptica más vinculada a su función que a su modo de uso.

11.3 MODO DE USO DE LA SINECMÁTICA, LA TÉCNICA DE CREATIVIDAD A INTEGRAR

En el capítulo relacionado con el marco teórico realicé un breve resumen por las técnicas de creatividad enmarcándome en las técnicas para la solución de problemas. De las allí presentadas, he seleccionado para realizar la integración, la Sinecmática. Tal como lo mencioné, es la técnica que está enmarcada en la solución de problemas. También señalé que mi elección se apoyaba en mi experiencia en una de las clases de la Maestría. En aquélla oportunidad, logré acercarme a su contexto en la solución de problemas de innovación y desarrollo de producto. Esto me permitió un conocimiento algo más profundo y de allí, surgió mi inquietud acerca de si esta técnica puede emplearse en la solución de problemas de procesos productivos. De allí mi interés por probar su integración con TPM.

La Sinecmática, fue descrita de modo general en el capítulo de marco teórico. Allí enfatizaba en su origen, símbolo y esquema general.

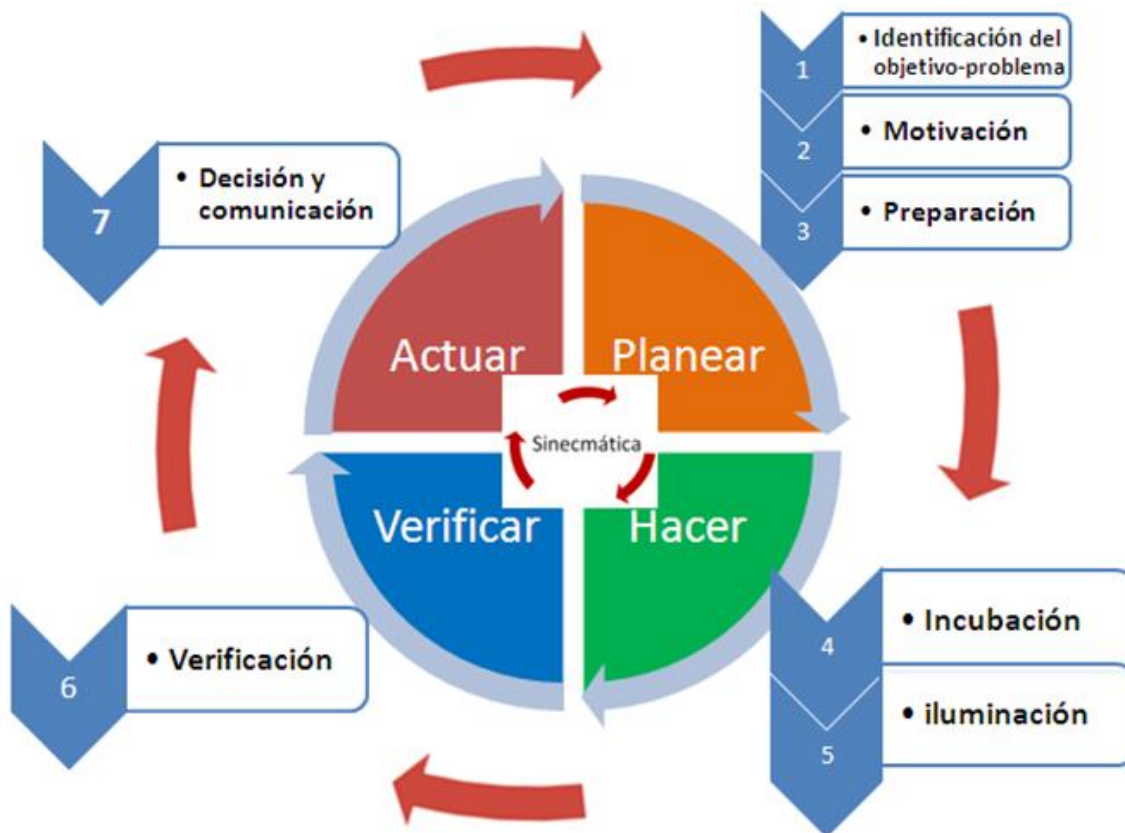
En esta etapa de desarrollo de proyecto lo que planteo es un análisis de la técnica más orientado al sentido funcional. Por ende, ubicar los elementos que se integrarán en los casos de estudio; la manera cómo se realizó constituyéndose este aspecto en parte esencial del desarrollo de caso, así como la descripción detallada de las herramientas de TPM que se realizó desde su funcionalidad, desde su forma correcta de utilización.

11.3.1 Pasos para la aplicación de la Sinecmática

En la Figura 33 (Coutiño, 2013), se observan los pasos básicos vinculados con el ciclo PHVA que a continuación se detalla según los descrito en el texto “Gestión de la

innovación y la creatividad Sinecmática” donde se detalla ampliamente su diámnica de uso (Prada, 2014).

Figura 33 Ciclo para la aplicación de la sinecmática



Fuente: Tomado de Prada, R. (2014). Gestión de la innovación y la creatividad sinecmática. Ecoediciones. 1ra Edic. Bogotá.

Fase Identificación problema

Para la formulación de un problema, es necesario conocer los antecedentes que acompañan la situación a resolver, entre más claro tengamos el problema y conscientes de su impacto y repercusiones en el proceso, este debe declararse plenamente y debe validarse. Se expresará claramente cuál es el verdadero problema y no una consecuencia de éste.

Fase Automotivación: La automotivación es un término que se refiere al individuo como tal; es una condición en la que existe una predisposición al servicio, la interacción con otros, la creatividad y el logro. Así, ello, depende directamente del autoconocimiento y de la autoestima, es una condición que se construye y puede ser influenciada por la organización y por el entorno familiar y social donde se inscribe el individuo. En este sentido, la automotivación puede definirse como la capacidad de generar la energía necesaria para desarrollar una actividad.

Fase Preparación : En esta fase la información que debe reunirse es para ilustrar de la manera más completa y extensa posible el conocimiento sobre el estado del arte del objetivo-problema. En este punto, es importante la compilación de toda la información posible del tema, recurriendo a diferentes fuentes tanto internas como externas a la organización.

Estas tres primeras fases como se observa en la Figura anterior (33) corresponde a la fase de planear, a continuación, pasaremos a él hacer (H) del PHVA.

Fase Incubación: La primera etapa del Hacer (H), tiene que ver con la manera en que nuestro cerebro procesa las ideas y realiza múltiples asociaciones. Es el momento de pausa al que se refiere la sinecmática en el que debemos parar y dar tiempo a nuestro cerebro para que procese la información, y genere asociaciones que contribuyan a la solución del problema. Algunas teorías plantean que para llegar a este momento es conveniente hacer otra actividad que genere descanso o simplemente pasar a un estado ocioso para que se dé un espacio óptimo de generación de las ideas.

Fase Iluminación

Es una etapa en que después de haberse generado la incubación, las ideas pueden aparecer y no es posible predecir en qué justo momento lo hará. Es recomendable mantener una mente despierta para escucharse a sí mismo. Algunos autores recomiendan generar momentos para cultivar la autoconsciencia y la creatividad; puede ser a través de algunas técnicas sencillas

de creatividad o de sesiones de acercamiento espiritual como el YOGA, la meditación, entre otros.

Fase Verificación Es la etapa que da fin al hacer del ciclo PHVA se ingresa a la comprobación de ideas, técnicas del funcionamiento de herramientas o medios de producción hasta las verificaciones de que se cumplen las expectativas consignadas por pruebas de usuarios, proyectos, objetos nuevos, procesos, y procedimientos. Es una fase en la que se pueden realizar distintas pruebas, para evaluar la viabilidad funcional y de fabricación, de un nuevo producto o el rediseño de un producto ya existente.

Fase Decisión y Comunicación La fase final del proceso se refiere al análisis preciso de los recursos con que se cuenta para poner en marcha el proyecto de lanzamiento del nuevo producto. Por consiguiente, se debe de realizar un plan sustentado. En esta fase es importante considerar responder estos 4 aspectos (Cuándo, Dónde, Quién y Cómo).

Ahora bien, hemos descrito los pasos de la Sinemática, también es importante describir las herramientas que emplea y, que en esencia son técnicas de creatividad. Es decir una técnica de creatividad compuesta por técnicas de creatividad. Aunque parece difícil de explicar, podemos ver en los desarrollos de Prada sobre Sinemática, que se trata básicamente de una formalización de las acciones previas y posteriores de la aplicación de las técnicas de creatividad (MCC y CREAMOS). Ello resulta en una explicitación mayor que da forma y solidez al proceso, y, de este modo, se constituye como una nueva técnica de creatividad. Es este proceso que se podría interpretar como una evolución de 2 técnicas en una nueva más robusta y completa que se constituye en la principal razón por la cual se tomó a la Sinemática como técnica para introducir dentro de TPM.

11.3.2 Herramientas de la Sinemática

Como lo vimos anteriormente, son dos técnicas de creatividad las herramientas que plantea Prada. La primera de ellas la matriz CREAMOS que en inglés es la técnica SCAMPER y fue abordada en el presente documento (Pág 48), por lo tanto, no la detallaremos en este

capítulo. Más adelante se observará su uso en los casos de estudio. La otra herramienta es la matriz MCC (Matriz de combinaciones Cruzadas) que se describe en el apartado que sigue.

La matriz MCC Matriz de combinaciones Cruzadas

Una vez identificado el problema y se ha avanzado a la fase de incubación, es útil emplear la MCC. Su utilización también puede aplicarse luego de la realización de la matriz CREAMOS o se pueden desarrollar de manera simultánea. La Matriz de Combinaciones Cruzadas, es un método para abordar y resolver problemas que se ha empleado en problemas de naturaleza inventiva, está sustentado en el discurso del Método de Descartes en el que se plantean tres ideas principales, según (Descartes, 2003), estas ideas son:

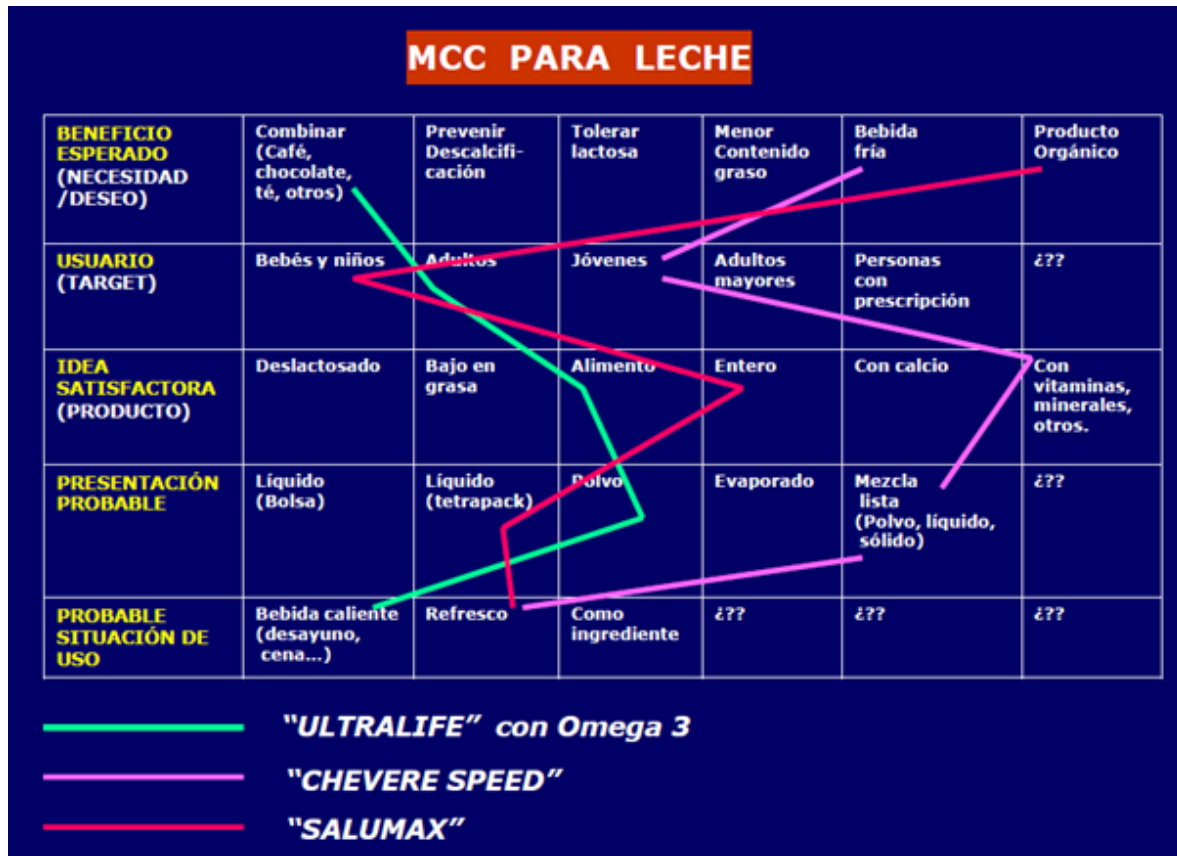
El primero: dividir cada una de las dificultades que observan en tantas partes como sea posible y cuantas se han requeridas para resolverlas mejor.

El segundo: conducir con orden los pensamientos, iniciar por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para poco a poco avanzar hacia el conocimiento de los objetos más compuestos.

El tercero: hacer en todos recuentos o revisiones lo más integrales y generales posibles que se pueda tener la certeza de no estar omitiendo nada.

No encontré evidencia del surgimiento de esta técnica. Solamente, el planteo del autor respecto del origen a partir de los tres principios de Descartes. La matriz MCC es un poco más compleja que el método CREAMOS y está más orientado hacia el producto. Se implementa a través de un cuadro que funciona como matriz, compuesta por columnas y filas en blanco, que se alimentan acorde al tipo de problema que se desea explorar en la Figura 34 (Prada, 2002) se observa un ejemplo para comprender mejor.

Figura 34 Ejemplo de la matriz de combinaciones cruzadas para leche



Fuente: Tomado de Prada, R. (2014). Gestión de la innovación y la creatividad sinemática. Ecoediciones. 1ra Edic. Bogotá

Se inicia con los cruces y combinaciones realizadas sobre la base de la suposición de un orden entre los que no se preceden naturalmente. Para esto, no es necesario llenar todos los espacios, se emplean unas líneas conectoras que van por colores para distinguir los productos que se van planteando.

Estas técnicas CREAMOS Y MCC forman parte de la Sinemática en los momentos de incubación e iluminación para generar ideas que permitan el desarrollo del nuevo producto.

En este proyecto para la integración con TPM, se tuvo en cuenta la orientación del proyecto hacia la generación de ideas con mayor valor para los procesos productivos. La propuesta es incluirlos en las fases de solución de problemas, que en TPM tiene una fase muy valiosa

que es la identificación de la causa raíz la cual da el foco a lo que realmente debe orientarse el proceso de mejora. A continuación, en el desarrollo de los casos se explicará este aspecto con mayor detalle.

11.4 Descripción de los casos de estudio desarrollados

Los casos de estudio que se trabajaron se seleccionaron teniendo en cuenta las herramientas de TPM, se tomaron las OPLs, Tarjetas, Análisis sencillo. En éste, los resultados del análisis sencillo son comparables con el de Análisis de accidente $1+2=3$ por las características similares de su proceso. En el caso de la herramienta TOBARI, su metodología es por grupos y su enfoque es diferente de la causa raíz, por lo que no la consideramos para la realización de un caso. A partir de ésto nos resultan 3 casos de estudio que son los que se van a desarrollar.

Para determinar las personas que participaron se determinó la realización con integrantes del equipo piloto⁶ para lo cual se listaron sus integrantes en la Tabla 10. Las condiciones de inclusión definidas se orientaron a cuatro criterios básicos:

- Pertenecer a el quipo piloto
- Antigüedad en la empresa: Debe ser mayor a 5 años
- Tiempo de trabajo con TPM: Mínimo 3 años
- Si ha desarrollado casos con herramientas de TPM

Adicionalmente, se indagó sobre si les gustaría participar en los casos para asegurar que la participación de las personas sea de manera voluntaria. También, se determinó que

⁶ El termino equipo piloto hace referencia a un equipo responsable de un proceso o una máquina que se conforma para iniciar el pilar de mantenimiento autónomo de TPM, son los que primero prueban y modelan la metodología antes de expandirla a otros equipos. Este equipo más adelantado y de mejores resultados se encuentra en paso 4.1.

no se incluirían operarios ya que la formación académica puede influir en el resultado, por lo tanto, solo se incluyó a personas profesionales para asegurar que tengan condiciones similares. La finalidad también, considero como oportunidad, tener un equipo interdisciplinario y de diferente rango en la organización, 7 personas calificaron como candidatos, por lo cual en consenso con el equipo se seleccionaron a las 3 personas que eran las más involucradas y las que más casos y mejoras han realizado. En la Tabla 10 se lo has remarcado para su identificación.

Se pensó en la posibilidad que el grupo desarrolle un mismo caso y así para cada caso, pero esto representa mucho trabajo y poco valor agregado en el sentido que el objetivo no es comparar como diferentes personas hacen un mismo caso sino comparar una la herramienta TPM con y sin inclusión de la Sinemática.

Tabla 8 Lista de integrantes de equipo piloto

Integrantes del equipo piloto					
# de personas	Cargo	antigüedad en la compañía	tiempo de participar en TPM	ha realizado casos de analisis	Quiere participar
Persona 1	Coordinador de produccion	10	4	Si	Si
Persona 2	Coordinador de mantenimiento	1	0	No	Si
Persona 3	Coordinador de calidad	5	3	Si	Si
Persona 4	supervisor de turno	4	1	No	Si
Persona 5	supervisor de turno	5	2	No	Si
Persona 6	supervisor de turno	4	2	No	Si
Persona 7	Analista de Calidad	10	3	Si	Si
Persona 8	Analista de Calidad	5	2	Si	Si
Persona 9	Analista de Calidad	7	4	Si	si
Persona 10	Auxiliar de mantenimeinto	4	2	Si	Si
Persona 11	Auxiliar de mantenimeinto	3	2	Si	Si
Persona 12	Auxiliar de mantenimeinto	7	3	si	Si
Persona 13	Operario	1	0	No	Si
Persona 14	Operario	17	2	Si	Si
Persona 15	Operario	5	1	No	Si
Persona 16	Operario	20	3	Si	Si
Persona 17	Operario	9	2	No	Si
Persona 18	Operario	22	1	No	No
Persona 19	Empacador	7	2	Si	Si
Persona 20	Empacador	7	3	No	Si
Persona 21	Empacador	2	0	No	No
Persona 22	Digitador	1	0	No	No
Persona 23	Digitador	1	0	No	Si

Fuente: Elaboracion propia

Las personas se denominaron Participante A, B y C cada una de las personas se les asignó un caso y se desarrolló en diferentes momentos a fin de poder documentar personalmente.

Se indicaron los lineamientos mientras lo desarrollaba, dependiendo la complejidad del problema los casos tardan en desarrollarse entre 3 y 48 horas.

A manera general los pasos empleados para documentar los casos son los siguientes:

1. Descripción del problema o situación que genera el análisis
2. Evidencia de la generación del problema
3. Desarrollo del análisis
4. Causa raíz encontrada
5. Solución planteada sin uso de la Sinemática.
6. Involucramiento de la Sinemática Matriz CREAMOS y MCC
7. Seguimiento a la solución.

11.4.1 Caso 1: Tarjetas Fuguai con introducción de la Sinemática

Como vimos en capítulos anteriores las tarjetas Fuguai son herramientas para la detección de anomalías y el caso surge de una tarjeta real ubicada en una máquina.

Se cita a la persona designada para el caso, que es el participante A el coordinador de producción que conoce muy bien el proceso y es instructor en el uso de las herramientas de TPM, nos ubicamos en una sala de reuniones en la que se le solicita que realice el análisis como lo conoce habitualmente.

Para esto la persona toma la tarjeta la lee y procede con los pasos a continuación: lo primero es tener la tarjeta Fuguai generada que se observa en la Figura 35.

Figura 35 Tarjeta Fuguai para caso 1

tpm		TARJETA AZUL - OPERADOR Herramienta de Identificación de condiciones anormales que resuelve el operador					NÚMERO			
PASO	Sin iniciar	0	1	2	3	4	PRIORIDAD	A	B	C
MÁQUINA/ AREA: Condensadora							FECHA:			
ZONA O PARTE MQ: Valvula 32							27 de enero			
DETECTADO POR: Operario de maquina										
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA (Qué, cómo y en que momento del proceso observa la condición)										
La válvula 32 del condensador presenta corrosión en todo su contorno, generando mal asepto y potencial problema de porosidad.										
ORIGINAL – En la máquina. COPIA – En el Tablero de Equipo.										

Fuente: *Elaborado como resultado del caso*

Descripción del problema o situación que genera el análisis: El participante toma la tarjeta, la identifica como una tarjeta azul que es copia de la original se dirige al sitio donde está ubicada la original, observa y toma nota hace algunas indagaciones y regresa a la sala

de reuniones. Toma una hoja tamaño carta y hace la descripción del problema. Es de aclarar que la principal habilidad que se trabaja en TPM es de poder describir correctamente un problema⁷ es por esto que el participante no tiene dificultad en realizarlo. La descripción del problema a la que llega es la siguiente:

“Se genera corrosión en todo el contorno exterior de la válvula de condensados 32 de manera frecuente y no tiene incidencia del operario”

Toma foto del problema que se constituye en la evidencia y se relaciona en la Figura 36.

Imagen del problema reportado en tarjeta Fuguai



Fuente: Foto tomada de evidencia del caso

⁷ Problema en TPM está definido como: la diferencia entre el resultado esperado y el resultado obtenido de un proceso o como la diferencia entre la condición esperada y la condición real de un proceso (Jain, Bhatti, Six, & 2014, n.d.)

“La causa raíz que se observa al ir al sitio es que en la zona se genera vapor caliente que descascara la pintura y corroe la pieza esto pasa porque y el material de la válvula no resiste la corrosión es de acero y debería estar galvanizado, porque el proveedor en el último cambio el proveedor la trajo sin Galvanizar “

No realiza un proceso de análisis con los 5 por que porque encuentra la causa solo con la observación.

Solución planteada sin uso de la Sinecmática.

Cuando se le preguntó a la participante A sobre:

¿Qué solución da a esta causa? “De manera inmediata se debe cambiar la pieza por una recubierta en galvanizado para que no ocurra esto y crear una lista de chequeo para hacer recepción a proveedores”

Realicé otras preguntas que fueron surgiendo.

¿Cómo se le ocurrió las soluciones al problema?: “Esto ya ha pasado antes con otras válvulas y esa es la solución correcta es debilidad en el diseño de la pieza es una falla del proveedor y de nosotros por no validar”

¿Considera que estas soluciones resuelven 100% el problema?: “Si cambiándola no nos vuelva a ocurrir a menos que el proveedor nos vuelva a traer la incorrecta eso es algo que aún no resolvemos”

Entonces en este caso se observa que el caso identificado con la tarjeta ya ha ocurrido antes es un caso sencillo y se determina que la solución es la indicada pero aun continua el riesgo latente si el proveedor se llega a equivocar.

Involucramiento de la sinecmatica Matriz CREAMOS O MCC

Como integración le explicamos a la participante A que queremos hacer una variación al caso y es incluir el uso de la sinecmatica.

El participante preguntó lo siguiente: *“Pero si el caso está resuelto no es necesario continuar trabajando sobre el podríamos aplicar esto a otros temas que aún no tenemos solucionados”*.

Le expliqué que es para un caso con fines educativos para poder entender si es valioso hacer este paso o no. Entonces el participante sugirió lo siguiente *“El verdadero problema no es la corrosión, lo que queremos resolver es que el proveedor se equivocó y nos entregó una válvula sin galvanizar, para esto no hay mucho que podamos hacer porque es un problema externo a la compañía”*

Se desarrolló la primera sesión de capacitación de sinemática y de matriz CREAMOS. Se le indicó que para hacer la integración tendría el tiempo que necesitara para resolverlo se le explicó que como lo indica la Sinemática debe realizar una pausa. Le sugerimos una pausa cada 30 minutos. El participante dejó el salón y se dirigió a su oficina.

Figura 36 Aplicación de CREAMOS al caso 1

Combinar

Asocie la idea con conceptos o cosas similares y no similares

- ¿Cómo mezclar las partes de diferente manera?
- Relacione el objeto, proceso o proyecto con cosas similares
- Combine ideas y propósitos [Estar en las instalaciones del proveedor](#)
- Mezcle técnicas y procedimientos [Usar el procedimiento de la BMW para control de partes de proveedores](#)
- Mezcle materiales
- Combine apariencias de objetos o cosas asociados con la idea:
- Separe los componentes, analice cada uno por separado y reintégrelas de manera diferente
- ¿Con cuáles otras cosas o ideas se podría asociar esto?
- Arregle; reubique la idea
- Determine cuáles son los complementadores de su producto, proceso, proyecto, o modelo de negocios: aquellas cosas que usted no hace, pero que al combinarlas con las suyas agregan valor para su cliente

Otrorizar

¿Otro lugar, otra manera de hacerlo, otro producto?

- Para qué otra(s) cosa(s) puede servir el producto o servicio? ¿Se podría considerar un nuevo objeto si cambia los atributos?
- ¿Es algo completamente nuevo?
- ¿Qué otras maneras existen de hacer esto? [Que el proveedor haga la pieza en nuestro taller.](#)
- ¿Es posible ubicarlo de otra manera? [Ubicar la válvula en una zona que no tenga vapor caliente.](#)
- ¿Se podría explicar el asunto de otra manera?
- ¿Qué otros usos del objeto no se han comunicado todavía?
- ¿Cómo explicarlo de mejor manera?
- ¿Qué otro valor se podría agregar? [Que la válvula además absorba el vapor manteniendo la zona seca](#)
- ¿Se podría diseñar otro producto?

Modificar

Cambie la configuración y la apariencia del objeto-problema

- Cambie la forma [Cambiar el procedimiento actual de envío y recepción de repuestos a proveedores](#)
- Modifique color, movimiento, sonido. [Que tengamos una sustancia que le apliquemos ala pieza si no es anticorrosiva cambie de color.](#)
- Cambie textura, olor, temperatura, frecuencia, velocidad, tiempo
- ¿Esto se podría configurar de diferente manera? [Podría ser una pieza plástica mas liviana](#)
- Considere cambiar los materiales de empaque diferentes
- ¿Hacerlo más flexible?
- Haga progresiones estructurales; "metamorfosé": cómo podría evolucionar esto?
- ¿Tiene olor? ¿Qué tal huele?
- ¿Homogeneizar: emparejar? equilibrar? suavizar?
- ¿Qué cambios habría que hacer con el tiempo? [Certificar proveedores de mayor calidad.](#)
- ¿Cuál es el diferenciador clave?
- ¿Qué otras ideas se podrían derivar de esto? [Que la compañía tenga el negocio de reparación de partes y se auto abastezca](#)

Sustituir

¿Qué puede sustituir o *eliminar* del objeto u objetivo-problema?

- ¿Reemplazar conceptos, piezas, materiales, costos? [Que la válvula fuera en grafito y no se deteriore](#)
- ¿Qué se puede adicionar para obtener mejoras?
- ¿De cuáles elementos se podría prescindir? [Cambiar por un proveedor mas confiable](#)
- ¿Amerita sustituir?
- ¿Qué es lo prioritario? ¿Por qué lo es? [Que no se deteriore la maquina](#)
- ¿Qué es lo que le da más valor al concepto?
- ¿Qué plan suplementario podría emplearse?
- ¿Qué es lo que más le gusta del proyecto? Por qué?
- ¿Qué fallas se podrían anticipar?
- ¿Qué es lo que se quiere evitar? [El deterioro de la válvula y de la maquina](#)
- ¿Qué adicionar para obtener mejoras?
- ¿Qué quisiera agregar?

Adaptar

Organice el objeto-problema en otro marco de referencia

- ¿Qué ideas o cosas se podrían copiar y acoplar? El sistema que usa BMW para control de partes de proveedores
- ¿Cómo hacerlo más fácil de usar o entender? Enviar la especificación técnica al proveedor
- Fuerce su relación con ideas o cosas no similares
- Mírelo desde otro punto de vista
- ¿Se podría hacer de otra manera? ¿Reorganizarlo?
- ¿Amortiguarlo? - ¿Reforzarlo?
- ¿Qué se puede adaptar de otros productos competitivos o sustitutos?
- ¿Se puede ubicar en otro segmento social (otro target group)?
- Adecue el objeto a una diferente localización geográfica; social; histórica
- Dispóngalo de otra forma
- ¿Cómo era esto en el pasado? ¿Cómo podría ser en el futuro? No requiera reparación.
- Hibridese; cruce con otras formas o estructuras
- Cómo adecuar mejor el producto o sus beneficios a las necesidades del cliente?
- Se puede poner el producto o servicio en otro escenario? Que se haga la pieza en la empresa internamente.

Reversar

Transponga la causa y el efecto

- ¿Cuál es la verdadera necesidad/deseo del cliente? Que la válvula no se dañe y se corra el riesgo de parar el proceso.
- Especifique sus diferenciadores de producto o proceso: aquellas cosas que usted hace de manera única frente a sus competidores o sustituidores
- Contradiga la función original del objeto. Se puede cambiar? Una valvula que no se cambie nunca.
- Objete los "principios fundamentales de la ciencia" relacionados con el tema: hay otra forma o tecnología para hacerlo? Hacer la reparación nosotros mismos en el taller del proveedor
- ¿Por qué supone esto? Así reducimos el riesgo de equivocación
- Cambie causa y efecto - ¿Qué es causa de qué? El proveedor se equivoca por falta de control en el proceso
- Póngase en los zapatos del otro (del otro producto, de la otra persona, de la otra función) Si Yo fuera el proveedor tendría mas control de mi proceso
- Transponga lo positivo en lo negativo y viceversa

Al finalizar el ejercicio de la matriz CREAMOS que se observa en la Figura 37 para el cual el participante respondió las preguntas que consideró pertinentes se observa que logro encontrar 22 posibles soluciones. Se le indico al participante A:

Seleccioné las soluciones de las matrices las tres que más se reafirman a lo que respondí:

“Construcción de un procedimiento como el de la BMW para el control de partes, recordé que lo conocí y es muy completo.”

“Que incluyamos en la prueba de recepción una prueba con un ácido o una sustancia corrosiva para que identifique si el material es adecuado.”

“Que la pieza no requiera ser reparada así no corremos el riesgo de que la fabriquen mal”

Se le preguntó además si realizó las pausas y ¿por qué? a lo cual respondió *“No realicé ninguna pausa porque no lo vi necesario me tardé menos de 45 minutos y quería terminarlo pronto”*.

Transcurrido este proceso se hizo la segunda sesión de capacitación en la que se explicó el paso a paso de la matriz MCC se le indico que cada 30 min debe hacer una pausa de por lo menos 15 minutos.

Una hora después de haber iniciado con la matriz MCC regreso con parte de la matriz que se puede observar en la Figura 38.

Figura 37 Matriz MCC para caso de estudio 1

mcc cruzada para evitar que el proveedor entregue el repuesto equivocado				
Tipo de proceso	Control en recepción	No reparar la válvula	I	
practicidad	Practico	Poco practico	Muy practico	
Inversión	costoso	Medio costoso	Muy costos	
Beneficio /Efectividad	Poco efectivo	efectivo	Muy efectivo	
Beneficios para el proceso	ninguno	Poco	alto	

De este ejercicio de la matriz MCC el participante lo entregó incompleto y argumentó lo siguiente: “No sé si fue que no entendí, pero por lo que vi no tengo variables suficientes para aplicar la matriz a este caso, no le aplica esta técnica porque toca rebuscar muchas posibilidades para un problema que no lo amerita”

¿Cómo le pareció el ejercicio? “El de la matriz CREAMOS es revelador me forzó a llegar a planteamientos que no había considerado, me sorprendió un poco, me gustaría aplicarlo con los chicos esto les ayudaría a abrir un poco la mente a otras posibilidades que no se ven a simple vista”

¿Considera útil incluirle al TPM esta técnica de la Sinematica? “Por supuesto yo incluiría la matriz del primer ejercicio es sencilla y muy útil”

Seguimiento a la solución

Después de las sesiones de trabajo con la matriz MCC y CREAMOS la participante, que en este caso es el coordinador de producción, reunió a su equipo y a manera de taller le explicó el caso a los operarios de su equipo en el cual resaltó las siguientes acciones:

“La primera acción fue implementar en el procedimiento de recepción de repuestos en el almacén un control de calidad de las piezas por atributos se intentó implementar con una sustancia química, pero son peligrosas al contacto humano entonces la observación por atributos nos ayuda en este proceso.... Se solicitó en cada remisión la ficha técnica con las especificaciones de la pieza la cual se revisa a fin de validar que sea la pieza correcta” Y la solución más interesante es que iniciamos un proyecto con ingeniería para rediseñar el sistema y eliminar las válvulas en áreas corrosivas es viable, pero nos tomara 1 año el desarrollo y que nos evitara los costos asociados al mantenimiento de las válvulas.”

El Participante me comentó lo siguiente *“Me parece interesante que realicemos unos talleres de Creatividad a los chicos, así como lo hicimos para lograr que sean más propositivos y se motive a dar mas ideas”*. Con este comentario final noté al coordinador muy motivado y con interés de que apliquemos este esquema en el proceso.

11.4.2 Caso 2: OPLs con introducción de la Sinemática

Como vimos en capítulos anteriores la OPLs son herramientas que pueden realizarse para caso de mejora, conocimiento básico o caso de problema, se emplean para problemas sencillos que detectan las personas en los procesos o simplemente para documentar lecciones aprendidas de temas específicos.

Para desarrollar el caso se seleccionó al participante C, un analista de mantenimiento quien se caracteriza por un buen manejo de las OPLs.

Se seleccionó un problema muy sencillo, típico de mantenimiento, cuya causa se puede detectar rápidamente por el personal de mantenimiento, fue un caso reportado por una de las personas que trabajan un equipo y estaba listado en la lista de casos a resolver⁸.

Se citó al participante C en una sala de reuniones se le entregó la siguiente información:

“El rodamiento de la chumacera del lado opuesto del reductor # 5 no gira” para lo cual la persona tomó los datos e indagó para poder especificar el problema.

Descripción del problema o situación que genera el análisis

El participante C buscó en el computador la hoja de vida del equipo y encontró que es una falla recurrente, que se presenta cada 6 meses aproximadamente, describió el tipo de repuesto fue al proceso y recogió las piezas averiadas, no volvió al salón, sino que continuó trabajando en el taller de mantenimiento.

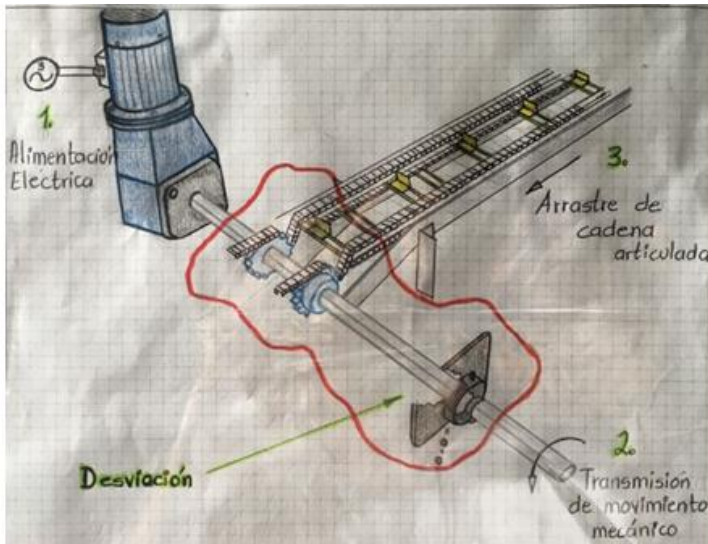
Después de este proceso el problema planteado que presenta la participante C es:

“El rodamiento de la chumacera del lado opuesto del reductor #5 estando en lavado, se encuentra sin esferas, esto sucede por lo menos 1 vez cada 6 meses y no depende de la habilidad del operario”


A partir del problema descrito y la observación de la pieza averiada el participante identifica la causa y emplea una OPL de caso de problema para plasmarla ver Figura 39.

⁸ Los problemas que los equipos detectan se lista y se clasifica con la herramienta sugerida para su solución, acorde a su prioridad se asigna fecha de cierre y adicionalmente se asigna un responsable para su desarrollo.

Figura 38 Caso de abordaje de problema con OPL



IDENTIFICACIÓN DE LA CAUSA RAIZ	
PORQUE	EL RODAMIENTO DE LA CHUMACERA DEL LADO OPUESTO DEL REDUCTOR ESTANDO EN LAVADO, SE ENCUENTRA SIN ESFERAS, ESTO SUCEDE 1 vez cada 6 MESES Y NO DEPENDE DE LA HABILIDAD DEL OPERARIO
PORQUE	LAS ESFERAS SE SALIERON DE LA PISTA DONDE SE ALOJAN
PORQUE	PIERDEN SU DIAMETRO REAL POR CAUSA DE LA FRICCIÓN
PORQUE	NO TIENE LUBRICACIÓN



En esta parte del ejercicio el participante C se tomó 2 horas realizando el análisis y documentando en la OPL, es una persona que está acostumbrada a realizar análisis y OPLs de los diferentes tipos Problema, conocimiento básico y mejora, por lo tanto, la pudo resolver sin realizar ninguna pregunta al respecto.

Causa raíz encontrada

La causa raíz encontrada que se lee en el formato es:

“La causa de que el rodamiento se haya detenido está asociada a la rotura de las esferas porque friccionaron entre ellas a causa de que no estaban lubricadas”

Solución planteada sin uso de la sinemática.

Cuando se le preguntó a la participante C sobre:

¿qué solución daría a esta causa? de manera inmediata respondió: “*pues lubricar periódicamente...*

para esto lo primero es tener un estándar con las rutinas de lubricación para que se haga sin falta y con el lubricante adecuado y capacitar a todos los mecánicos para que las sepan hacer como corresponde”

Le realicé otras preguntas que fueron surgiendo:

¿Cómo se le ocurrió las soluciones al problema?: “*eso es puro sentido común la causa es obvia”*

¿Considera que estas soluciones resuelven 100% el problema?: *i señora... si se cumple el estándar no se volverá a presentar, el problema sería que no se capacitara bien o que no se cumpliera el estándar ahí si volvería a pasar”*

¿Cree que hay una solución que resuelva 100% el problema?: “*Esta solución lo elimina si se cumple es lo único que podemos hacer ser disciplinados en la solución es lo que hacemos en estos casos”*

Entonces en este caso se observa que el participante C determina que la solución elimina el problema y con esto cierra el caso, aunque dependa de que las personas realicen la actividad o no.

Involucramiento de la sinemática Matriz CREAMOS O MCC

Como integración le explicamos a la participante C, que quere se desea realizar una variación al caso y es incluir el uso de la Sinemática.

Para hacerle la introducción se organizaron 2 sesiones una donde se le dio la instrucción de los pasos básicos de la sinemática y de la matriz CREAMOS y otra sesión en la que le enseñamos la matriz MCC.

Se desarrolló la primera sesión de capacitación de sinemática y de matriz CREAMOS y se le indicó al participante que debía incluirla a el caso. Para eso tendría el tiempo que necesitara para resolverlo y se le explicó que como lo indica la sinemática debe realizar una pausa cada 30 minutos. El resultado al que llego luego de aplicar CREAMOS fue el siguiente Figura 40:

Figura 39 Aplicación d e CREAMOS al caso 3

<p>Combinar</p> <p>Asocie la idea con conceptos o cosas similares y no similares</p> <ul style="list-style-type: none"> > ¿Cómo mezclar las partes de diferente manera? > Relacione el objeto, proceso o proyecto con cosas similares Como un sistema de alimentación de aves que dispense gradualmente el aceite. > Combine ideas y propósitos > Mezcle técnicas y procedimientos Que suene una alarma y avise que es hora de lubricar > Mezcle materiales > Combine apariencias de objetos o cosas asociados con la idea: > Separe los componentes, analice cada uno por separado y reintégelos de manera diferente > ¿Con cuáles otras cosas o ideas se podría asociar esto? > Arregle; reubique la idea Que el sistema de lubricación este en el taller de mantenimiento y desde allí se administre. > Determine cuáles son los complementadores de su producto, proceso, proyecto, o modelo de negocios: aquellas cosas que usted no hace, pero que al combinarlas con las suyas agregan valor para su cliente 	<p>Adaptar</p> <p>Organice el objeto-problema en otro marco de referencia</p> <ul style="list-style-type: none"> > ¿Qué ideas o cosas se podrían copiar y acoplar? > ¿Cómo hacerlo más fácil de usar o entender? Ubicando un instructivo al lado de elemento > Fuerce su relación con ideas o cosas no similares > Mírelo desde otro punto de vista > ¿Se podría hacer de otra manera? ¿Reorganizarlo? > ¿Amortiguarlo? - ¿Reforzarlo? > ¿Qué se puede adaptar de otros productos competitivos o sustitutos? Que no requieren lubricación por que no hay fricción > ¿Se puede ubicar en otro segmento social (otro target group)? > Adecue el objeto a una diferente localización geográfica; social; histórica > Dispóngalo de otra forma > ¿Cómo era esto en el pasado? ¿Cómo podría ser en el futuro? Sin lubricación > Hibridese; cruce con otras formas o estructuras > Cómo adecuar mejor el producto o sus beneficios a las necesidades del cliente? > Se puede poner el producto o servicio en otro escenario?
--	---

<p>Otrorizar</p> <p>¿Otro lugar, otra manera de hacerlo, otro producto?</p> <ul style="list-style-type: none"> > Para qué otra(s) cosa(s) puede servir el producto o servicio? ¿Se podría considerar un nuevo objeto si cambia los atributos? > ¿Es algo completamente nuevo? > ¿Qué otras maneras existen de hacer esto? Podría dejarse lubricación automática > ¿Es posible ubicarlo de otra manera? > ¿Se podría explicar el asunto de otra manera? > ¿Qué otros usos del objeto no se han comunicado todavía? > ¿Cómo explicarlo de mejor manera? > ¿Qué otro valor se podría agregar? > ¿Se podría diseñar otro producto? Se podría rediseñar el proceso para que no necesitara lubricación 	<p>Reversar</p> <p>Transponga la causa y el efecto</p> <ul style="list-style-type: none"> > ¿Cuál es la verdadera necesidad/deseo del cliente? Que no se detenga el proceso productivo, que la maquina no falle > Especifique sus diferenciadores de producto o proceso: aquellas cosas que usted hace de manera única frente a sus competidores o sustituidores > Contradiga la función original del objeto. Se puede cambiar? Podría ser una pieza que no gire y no requiera lubricación. > Objete los "principios fundamentales de la ciencia" relacionados con el tema: hay otra forma o tecnología para hacerlo? Podría auto-lubricarse > ¿Por qué supone esto? Porque ya existen sistemas así > Cambie causa y efecto - ¿Qué es causa de qué? La necesidad de lubricación es por el movimiento de las esferas > Póngase en los zapatos del otro (del otro producto, de la otra persona, de la otra función) > Transponga lo positivo en lo negativo y viceversa
<p>Modificar</p> <p>Cambie la configuración y la apariencia del objeto-problema</p> <ul style="list-style-type: none"> > Cambie la forma > Modifique color, movimiento, sonido. Que suene y prenda una luz cada vez que requiera ser lubricado > Cambie textura, olor, temperatura, frecuencia, velocidad, tiempo que sea transparente y se vea el nivel en el que esta el lubricante > ¿Esto se podría configurar de diferente manera? > Considere cambiar los materiales de empaque diferentes > ¿Hacerlo más flexible? > Haga progresiones estructurales; "metamorfosé": cómo podría evolucionar esto? > ¿Cambiar el diseño? > ¿Tiene textura? ¿Cómo se palpa? > ¿Tiene olor? ¿Qué tal huele? Que cuando se aproxime la lubricación emita un olor específico que recuerde su cambio > ¿Homogeneizar: emparejar? equilibrar? suavizar? > ¿Qué cambios habría que hacer con el tiempo? > ¿Cuál es el diferenciador clave? > ¿Qué otras ideas se podrían derivar de esto? 	<p>Sustituir</p> <p>¿Qué puede sustituir o eliminar del objeto u objetivo-problema?</p> <ul style="list-style-type: none"> > ¿Reemplazar conceptos, piezas, materiales, costos? Reemplazar el sistema manual por un dosificador automático > ¿Qué se puede adicionar para obtener mejoras? Podría adicionarse un kit de lubricación y dejarlo al lado del un instructor > ¿De cuáles elementos se podría prescindir? > ¿Amerita sustituir? > ¿Qué es lo prioritario? ¿Por qué lo es? Que la maquina no se averie por un problema con el rodamiento > ¿Qué es lo que le da más valor al concepto? > ¿Qué plan suplementario podría emplearse? > ¿Qué es lo que más le gusta del proyecto? Por qué? > ¿Qué fallas se podrían anticipar? > ¿Qué es lo que se quiere evitar? Que la maquina se dañe y se pare la producción > ¿Qué adicionar para obtener mejoras? > ¿Qué quisiera agregar?

Luego de hacer el ejercicio el participante me hace entrega de las matrices, las cuales había diligenciado completamente y logró encontrar 20 posibles soluciones. Se le indico al participante C lo siguiente:

Seleccione las soluciones de las matrices las tres que más se reafirman a lo que respondió:

“Serían:

- *Que no necesite lubricación*
- *Que se lubrique de manera automática*
- *Que sea transparente y se pueda ver el nivel y que emita una sirena para indicar que ya es tiempo de lubricar”*

Se le preguntó además si realizó las pausas y ¿por qué? A lo cual respondió “*Sí realicé dos pausas por que la pensadera lo cansa a uno y es bueno oxigenarse”*”.

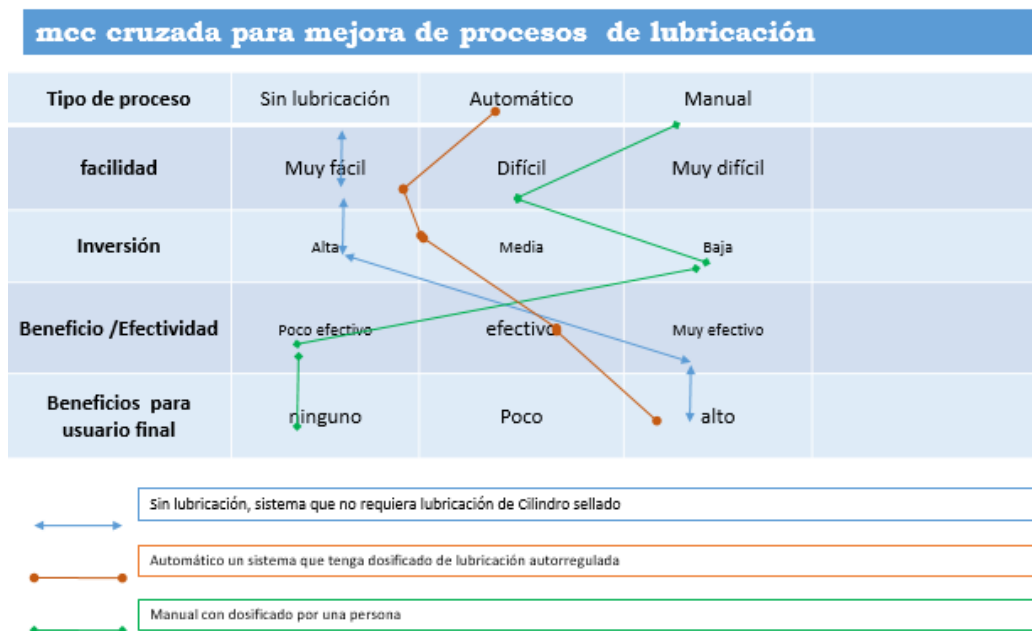
Transcurrido este proceso se hizo la segunda sesión de capacitación en la que se explicó el paso a paso de la matriz MCC.

Para estas se le asignó un tiempo de 2 horas en un mismo día y cada 30 min debe hacer una pausa de por lo menos 15 minutos.

El participante no realizó preguntas e inició con su construcción.

A continuación, en la Figura 41 se observa la matriz diligenciada por el participante:

Figura 40 Matriz MCC para caso de estudio 2



De este ejercicio de la matriz MCC se le preguntó: *¿Cuál es la solución que implementaría?:* y respondió: *“La lubricación automática o auto lubricante porque esto evitaría tener que estar pendiente de lubricar la pieza cada 6 meses y solo en los preventivos anuales se verifican niveles del sistema y nos quitamos esa actividad.”*

¿Al integrar los ejercicios CREAMOS y MCC cual solución escogería? *“por costo los de la matriz inicial se pueden implementar más rápido colocar el sistema que sea transparente para ver el nivel y le ponemos un sistema de sonido o de luz que avise, eso lo podemos hacer muy sencillo, el*

otro que sería bueno es el del sistema de auto lubricación, pero esos sistemas son caros y no creo que nos aprueben el presupuesto para hacerlo”

¿Cómo le pareció el ejercicio? “Interesante, uno tiene las ideas en la cabeza, pero no es fácil expresarlas, esto ayuda mucho..., pero haciendo esto a qué horas trabaja uno”

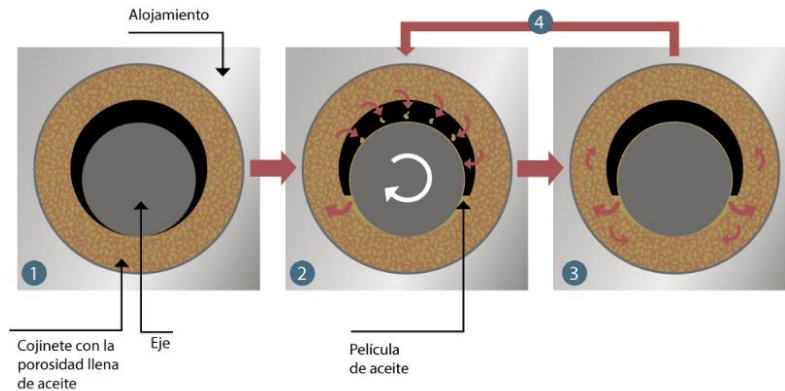
¿Considera útil incluirle al TPM esta técnica de la Sinemática? “pues es un poco larga y tomaría mucho tiempo hacer cada análisis si así las personas ponen problema imagínese con este larguero que hicimos”

Seguimiento a la solución

Al mes siguiente en relación al problema las soluciones que se hicieron efectivas fueron publicadas en el tablero y socializadas con las personas de la planta. Al presentar el caso el participante se observaba entusiasmado de la solución encontrada argumentaba lo siguiente:

“Se implementaron unos rodamientos auto lubricantes a fin de probar como funcionamiento es un sistema sellado que contiene la lubricación interna que no se sale ni se desgasta a esto se llegó además porque la pieza se emplea en una máquina lavadora y el contacto con la humedad también los puede deterior al ser sellados no se corre este riesgo” ... A continuación, se presenta la imagen que el participante empleó para explicarnos la solución Figura 42 la cual tomó de la página de internet del proveedor llamado AMES.

Figura 41 Imagen de sistema auto lubricante



Fuente: tomado de análisis del caso

El participante se observaba entusiasmado con la solución que planteó y continuó:

“Son componentes un poco más costosos pero la inversión se recupera al no tener que lubricar lo mejor es que no se corre el riesgo de que se averíe nuevamente” ... “otra acción tomada fue incluir este mecanismo en el estándar de mantenimiento planeado a fin de que se inspeccione periódicamente” ... “Si el sistema funciona como nos lo indica el proveedor podemos expandir esta idea a otros componentes similares porque además los costos de mantenimiento se reducen por lo menos un 30%.

11.4.3 Caso 3: Análisis sencillo con introducción de la Sinemática

Como vimos en capítulos anteriores el análisis sencillo es una herramienta que sigue unos pasos que permiten encontrar la causa raíz de un problema y solucionarlo. Por su parte el caso de análisis los resultados encontrados en este caso serán extrapolables al caso de análisis de $1+2=3$ por lo que se consideró que con desarrollar un caso es suficiente debido a lo extenso y complejo de los mismos, es así como la herramienta de análisis es compleja porque el nivel de problemas que resuelven con está tienen una dificultad mayor.

Para iniciar con el caso lo primero que se hizo fue indagar en la lista de problemas que tiene la empresa que aún no se han asignado ni resuelto, de esta lista se seleccionó un

problema relacionado con la calidad de los productos debido que la persona que lo trabajará será el participante B la analista de calidad que ha demostrado habilidad para el uso de las herramientas de TPM y emplea intensivamente el análisis sencillo.

Se citó al participante B en una sala de reuniones y se le entregó la siguiente información:

“Altos reclamos por faltante de los componentes del sistema tubular” para lo cual la persona tomó los datos e indagó para poder especificar el problema.

Descripción del problema o situación que genera el análisis

La participante B indagó en el sistema la información relacionada con el caso, se acercó a la línea que empaqueta los componentes del producto y observó tomó algunas notas en su agenda y se dirigió nuevamente al salón esto le tomó 3 horas.

Se acerca y me pregunta lo siguiente: *“¿Me debo enfocar a una parte del producto la que más falta o al producto completo?”*

A la cual le respondí: *“Se debe enfocar al producto completo porque puede faltar cualquiera de sus componentes no hay una asociación específica aun solo componente”*.

Después de este proceso el problema planteado que presenta la participante B es:

“Se presenta faltante de cualquiera de los componentes del sistema tubular durante el proceso de empaque realizado en el puesto de ensamble generando dificultad para el ensamble por parte del cliente”

A partir de éste se debe generar el análisis de la causa raíz para poder identificar por qué falta el componente antes de proceder a plantear soluciones.

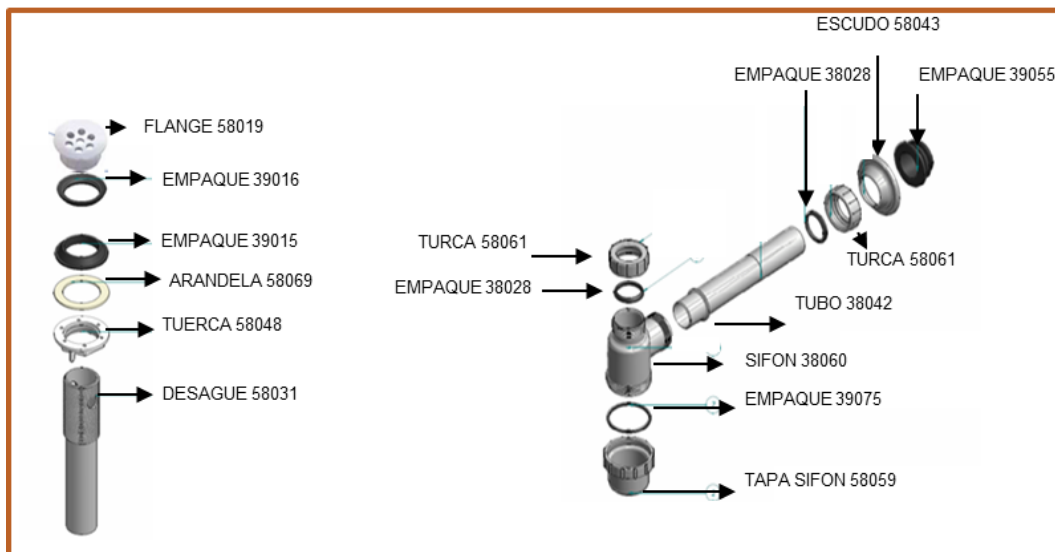
Si no fuere fácil definir el problema se puede emplear la herramienta 5W+1H, en este caso no fue necesario, así como tampoco fue necesario el principio del fenómeno.

Evidencia de la generación del problema

En la fase de evidencia la participante tomó algunas fotos e información que se observan a continuación:

El sistema tubular está conformado por 18 componentes que se observan en la Figura 43

Figura 42 Elementos que conforman el sistema tubular



Fuente: tomado de análisis del caso

Y se empacan sueltos, al empacarlos se puede omitir uno o varios o también pueden ir de más. El proceso es manual 100% como se observa en la Figura 44.

Figura 43 Proceso manual de empackado



Fuente: Tomado de análisis del caso

11.4.3.1 Desarrollo del análisis

En la fase de análisis el participante emplea la herramienta de los 5 porque para encontrar la causa raíz del problema. En la figura 45 se observa el formato diligenciado.

Figura 44 Formato 5 porque de problemas caso 1

FORMATO DE 5 POR QUE?		MPT - RE - 010
		Código del Equipo
Problema A ABORDAR: Se presenta faltante de cualquiera de los componentes del sistema tubular durante el proceso de empaque realizado en el puesto de ensamble generando dificultad para el ensamble por parte del cliente		
	5 POR QUE? <i>Por Que ocurre? Descubrimiento de causa raiz</i>	RESPUESTA
PQ1	Porque se presenta faltante de cualquiera de los componentes del sistema tubular durante el proceso de empaque realizado en el puesto de ensamble generando dificultad para el ensamble por parte del cliente	Por que en el momento del empaque el operario omite la adición de uno de los compenestes del sistema tubular
PQ2	Por que en el momento del empaque el operario omite la adición de uno de los compenestes del sistema tubular	Por que en elmomento del eqmpaque el operario no se da cuenta que le falta alguno de los componentes del sistema tubular y sella asi la bolsa
PQ3	Por que en elmomento del empaque el operario no se da cuenta que le falta alguno de los componentes del sistema tubular y sella asi la bolsa.	Por que el proceso no cuenta con un sistema que le informe al operador cuando omite algun componente y queda el paquete incompleto
PQ4	Por que el proceso no cuenta con un sistema que le informe al operador cuando omite algun componente y queda el paquete incompleto	Por que el proceso no esta diseñado para ayudarle a prevenir el error humano ya que no se contemplo cuando se diseño el proceso

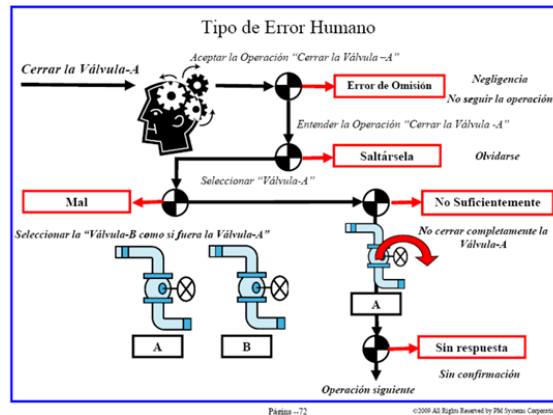
Para la elaboración completa del formato la participante B se tomó 8 horas que distribuyó en 4 días indagando y observando el proceso para poder responder con evidencia cada pregunta de los 5 por qué.

Causa raíz encontrada : La causa raíz encontrada se lee en el formato y es la última respuesta de los 5 por qué. La respuesta complementada por la participante queda así: “La causa está asociada al error humano es decir la persona omite el elemento de manera inconsciente no se da cuenta que le falta y el proceso no cuenta con un sistema que lo retroalimente cuando se equivoca o le ayude a mejorar el error.

Para ilustrarles mejor el concepto, incluyo la figura 46⁹ en la cual se logra ejemplificar como son los mecanismos de error humano, en esta se observa que el ser humano tiene la capacidad de equivocarse por omitir una actividad, por saltarse un paso, por hacerlo de manera incompleta o por hacerlo mal. La participante es del proceso de calidad y ha recibido entrenamientos sobre este concepto que le permiten llegar a esta causa.

⁹ Esta imagen fue suministrada por el consultor Shinichi Shinotsuka en una de sus sesiones de trabajo y no se logro encontrar en ninguna fuente que me haga posible citarla para consulta.

Figura 45 Diagrama del tipo de error humano



Fuente: Esta imagen fue suministrada por el consultor Shinichi Shinotsuka en una de sus sesiones de trabajo y no se logró encontrar en ninguna fuente que me haga posible citarla para consulta.

Es así como la causa raíz es descrita por la participante así: “El proceso no cuenta con un mecanismo de prevención del error humano y esto hace que la persona se pueda equivocar y ni siquiera es retroalimentado es decir no sabe que se está equivocando generando la omisión involuntaria de los componentes”

Solución planteada sin uso de la Sinemática.

Cuando se le preguntó a la participante B sobre la solución que daría a esta causa, respondió: “Debo pensar cual sería la mejor manera porque en el momento no se me ocurre ninguna”.

Luego de 2 días nos reunimos y me indicó: “Veo que para mejorar los faltantes si la causa está asociada al error humano debe hacerse las siguientes cosas”:

“Capacitación sobre el método de empaque del sistema tubular a todos los empaques”

“Colocar una báscula que pese el producto y suene cuando el peso no corresponda avisando del error y también Auditoria aleatorias para encontrar los faltantes”

Le realicé otras preguntas que surgieron de manera espontánea pensaba hacerlas al final del caso.

¿Cómo se le ocurrió las soluciones al problema?: “Si capacitamos más a las personas son más conscientes y pueden estar más pendientes y la auditoria, aunque sería un recurso adicional ayuda a avisarles cuando lo estén haciendo mal”.

“con relación a la báscula lo vi en otro proceso similar, lograba detectar por lo menos el 90% de los errores de peso”

¿Considera que estas soluciones resuelven 100% el problema?: “No realmente la capacitación lo puede reducir un poco, pero las personas se seguirían equivocando y la auditoria taca aleatoria por que no se puede desempacar todo para revisar la báscula ayuda más, pero lo que se hace es detectar cada vez que alguien se equivoque, pero no impide el error.

¿Cree que hay una solución que resuelva 100% el problema?: Pues es muy difícil porque son muchas piezas y lo mejor sería la báscula porque por lo menos nos podemos dar cuenta cuando se equivoquen las personas en el empaque. Ya tocaría es contratar una empresa que sepa bien de estos temas y plantee un sistema diferente que pueda funcionar para que esto no pase.

Entonces en este caso se observa que el participante B encontró una solución que minimiza el problema y ayuda a que no salga al cliente, pero no lo elimina, en TPM el paso siguiente es realizar las acciones planteadas, documentarlas y el seguimiento a los resultados.

Involucramiento de la Sinemática Matriz CREAMOS O MCC

Como integración le explicamos a la participante B que queremos hacer una variación al caso y es incluir el uso de la Sinemática. El participante preguntó:

“¿Esto es nuevo paso de TPM? a lo que le respondí que era una técnica de creatividad que queremos probar para documentar un caso de estudio de la Maestria que estoy estudiando.

Para hacerle la introducción preparamos 2 sesiones (digo preparamos porque me apoyó mi practicante de ese entonces) una donde le enseñamos los pasos básicos de la sinemática y de la matriz creamos y otra en la que le enseñamos la matriz MCC.

Se desarrolló la primera sesión de capacitación de Sinemática y de matriz CREAMOS, luego se le indicó a la participante que debía incluir al caso la matriz CREAMOS para lo cual podría tomar el tiempo que necesite sin restricción y que deberá hacer una pausa como lo indica la Sinemática (se observó su trabajo que lo realizó en 4 horas trabajándolo 2 días) el resultado al que llegó luego de aplicar CREAMOS se observa en la figura 47:

Figura 46 Aplicación de CREAMOS al caso 3

<p>Otrorizar</p> <p>¿Otro lugar, otra manera de hacerlo, otro producto?</p> <ul style="list-style-type: none"> Para qué otra(s) cosa(s) puede servir el producto o servicio? <u>Si se empaqa en una caja matriz que asegure las cantidades, se puede hacer en forma de maletín y le sirve al cliente para guardar cosas.</u> ¿Se podría considerar un nuevo objeto si cambia los atributos? ¿Es algo completamente nuevo? ¿Qué otras maneras existen de hacer esto? <u>Si para asegurar el faltante podrían enviar el producto ensamblado totalmente</u> ¿Es posible ubicarlo de otra manera? <u>Si no necesariamente debe ir en bolsa puede ir en caja skin, blister, etc</u> ¿Se podría explicar el asunto de otra manera? ¿Qué otros usos del objeto no se han comunicado todavía? ¿Cómo explicarlo de mejor manera? ¿Qué otro valor se podría agregar? ¿Se podría diseñar otro producto? <u>Si se podría diseñar un sistema tubular que no se deba desarmar para su instalación que sea de una sola pieza para acopla a cada salida esto eliminaría los faltantes y las dificultades de empaque.</u> 	<p>Combinar</p> <p>Asocie la idea con conceptos o cosas similares y no similares</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo mezclar las partes de diferente manera? Relacione el objeto, proceso o proyecto con cosas similares Combine ideas y propósitos Mezcle técnicas y procedimientos Mezcle materiales Combine apariencias de objetos o cosas asociadas con la idea. <u>Se podría tomar el empaque de las galletas de navidad y hacer una matriz que le permita a la persona ver cuando hay un campo vacío y llenarlo.</u> Separe los componentes, analice cada uno por separado y reintégrole de manera diferente ¿Con cuáles otras cosas o ideas se podría asociar esto? Arregle; reubique la idea Determine cuáles son los complementadores de su producto, proceso, proyecto, o modelo de negocios: aquellas cosas que usted no hace, pero que al combinarlas con las suyas agregan valor para su cliente <u>El empaque organizado en una caja hace que el producto se vea mejor, que empaclado en una bolsa lo que puede aumentar las ventas. En el proceso la mejora ergonomica y el aumento de productividad son un buen elemento para vender la mejora al interior de la compañía</u>
<p>Reversar</p> <p>Transponga la causa y el efecto</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la verdadera necesidad/deseo del cliente? <u>Que no tenga que desarmar para luego volver a armar el producto, inclusive que no tenga que armar que ya solo fuera conectar</u> Especifique sus diferenciadores de producto o proceso: aquellas cosas que usted hace de manera única frente a sus competidores o sustituidores <u>Es el producto que mas años de garantía ofrece</u> Contradiga la función original del objeto. Se puede cambiar? Objete los "principios fundamentales de la ciencia" relacionados con el tema: hay otra forma o tecnología para hacerlo? <u>Si hay otras formas de hacerlo, lo puede empaclar un robot por ejemplo, o se puede hacer el empaque en una maquina automatica que dispense cada pieza y no requiera el hombre eliminando asi el error humano..</u> ¿Por qué supone esto? Cambie causa y efecto - ¿Qué es causa de qué? Póngase en los zapatos del otro (del otro producto, de la otra persona, de la otra función) Transponga lo positivo en lo negativo y viceversa 	<p>Adaptar</p> <p>Organice el objeto-problema en otro marco de referencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué ideas o cosas se podrían copiar y acoplar? <u>Copiar la forma como se empaclar las galletas o los chocolates en compartimento separados.</u> ¿Cómo hacerlo más fácil de usar o entender? <u>Organizado en la caja con la secuencia de ensamble para que le sea mas facil de instalar al cliente.</u> Fuerce su relación con ideas o cosas no similares Mírela desde otro punto de vista ¿Se podría ensambalar de otra manera? <u>Si se podría no ensambalarlo enviarlo suelto</u> ¿Reorganizarlo? <u>Enviarlo ensamblado en un empaque transparente para que se vea su forma</u> ¿Amortiguarlo? - ¿Reforzarlo? ¿Qué se puede adaptar de otros productos competitivos o sustitutos? ¿Se puede ubicar en otro segmento social (otro target group)? Adecue el objeto a una diferente localización geográfica, social, histórica Dispóngalo de otra forma ¿Cómo era esto en el pasado? ¿Cómo podría ser en el futuro? <u>Siempre se ha empaclado en bolsa manualmente pieza a pieza</u> Híbrides; cruce con otras formas o estructuras ¿Cómo adecuar mejor el producto o sus beneficios a las necesidades del cliente? <u>Que no tenga que ensambalar que sea un producto en una sola pieza</u> ¿Se puede poner el producto o servicio en otro escenario?
<p>Sustituir</p> <p>¿Qué puede sustituir o eliminar del objeto u objetivo-problema?</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Reemplazar conceptos, piezas, materiales, costos? <u>Remplazar la mano de obra humana por la de un robot</u> ¿Qué se puede adicionar para obtener mejoras? <u>Se puede adicionar un elemento de control en el proceso que retroalimente al operario y le impida cometer el error, Bascula, sensores, etc.)</u> ¿De cuáles elementos se podría prescindir? <u>Del proceso de ensamblar 18 componentes a no tener que ensambalar.</u> ¿Amerita sustituir? ¿Qué es lo prioritario? ¿Por qué lo es? <u>Lo prioritario es que al cliente le llegue el producto completo sin faltantes por que asi el producto puede cumplir su función esencial de desaguar el agua.</u> ¿Qué es lo que le da más valor al concepto? ¿Qué plan suplementario podría emplearse? ¿Qué es lo que más le gusta del proyecto? Por qué? <u>La posibilidad de eliminar un problema explorando todas las alternativas posibles.</u> ¿Qué fallas se podrían anticipar? ¿Qué es lo que se quiere evitar? <u>La generacion de faltantes en el cliente lo que genera insatisfacción y evita que vuelva a comparar el producto.</u> ¿Qué adicionar para obtener mejoras? ¿Qué quisiera agregar? <u>Aparte de lograr eliminar los faltantes poder brindar un producto de facil procesamiento interno y de fácil uso para el cliente que lo pueda instalar en un solo paso.</u> 	<p>Modificar</p> <p>Cambie la configuración y la apariencia del objeto-problema</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambie la forma Modifique color, movimiento, sonido. <u>Que cada pieza salga numerada con la secuencia de instalación lo que serviría para que el operario siga la secuencia en el empaque y</u> Cambie textura, olor, temperatura, frecuencia, velocidad, tiempo ¿Esto se podría configurar de diferente manera? <u>Modificar la secuencia de empaque y embalaje del producto</u> Considere cambiar los materiales de empaque diferentes <u>bolsa, caja, icopor, plastico, skin, blister</u> ¿Hacerlo más flexible? Haga progresiones estructurales; "metamorfosé": cómo podría evolucionar esto? ¿Cambiar el diseño? ¿Tiene textura? ¿Cómo se palpa? ¿Tiene olor? ¿Qué tal huele? ¿Homogeneizar: emparejar? equilibrar? suavizar? ¿Qué cambios habría que hacer con el tiempo? <u>Llegar aun producto de 18 componentes a máximo 3 lo cual reduzca las operaciones de ensamble en el cliente y las de empaque en la planta.</u> ¿Cuál es el diferenciador clave? <u>Un desague de una sola pieza que no requiera mas de un minuto en su instalación " ensamble en un solo paso.</u> ¿Qué otras ideas se podrían derivar de esto?

Después de responder las preguntas de la matriz CREAMOS logro encontrar 25 posibles soluciones. Se le preguntó a la participante B:

Seleccione las soluciones de las matrices las tres que más se reafirman a lo que respondió:

“Uy tengo muchas, pero yo creo que estas son las mejores me salieron estas:

Que no vaya suelto el producto sino armado,

Que se empaque en una caja como la de las galletas para que puedan ver qué espacio falta ocupar.

Que el empaque sea realizado de manera automática (por un robot)”

Se le preguntó además si realizó las pausas y ¿por qué?, a lo cual respondió: *“Claro que sí porque usted me indicó que las hiciera y además porque hay un punto en el que uno se satura y no salen ideas, aunque las preguntas ayudan un montón para tener más ideas”.*

Transcurrido este proceso se hizo la segunda sesión de capacitación en la que se explicó el paso a paso de la matriz MCC. La participante preguntó:

“Esta es tan larga como el ejercicio de la matriz de las preguntas” y le respondí “No. Esta es un poco más corta”.

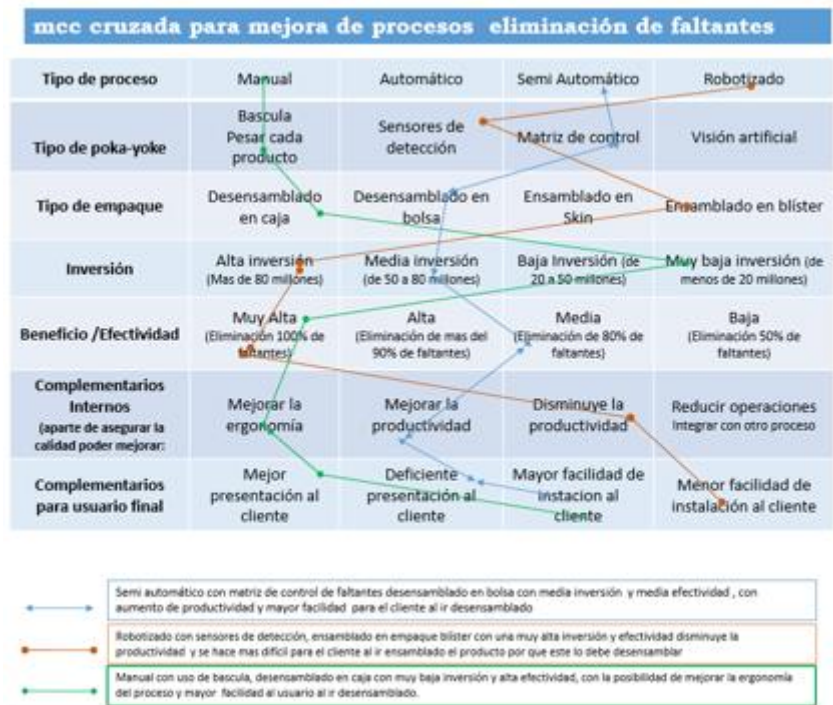
Se le indicó que debía diligenciarla y cada media hora debía hacer una pausa de por lo menos 15 minutos. Sobre esta herramienta realizó varias preguntas:

¿Cuál es la clasificación que debía usar? El ejemplo que me dieron es de producto y estamos hablando de un proceso que es el de empaque.

A lo que le respondí: “Si es una matriz que solo se ha usado en producto, pero puede ser empleada en proceso haciendo la variación de colocar diferentes formas de hacer el proceso en el eje horizontal”.

La observé durante el desarrollo y noté que le daba dificultad la etapa de definición de criterios iniciales, por lo que me senté con ella y le sugerí algunos, el costo, el tipo de empaque aspectos que el proceso podría mejorar, beneficios al cliente, capacidad para eliminar faltantes, (la ventaja es que ella conoce muy bien el proceso y al contrario de lo que ella había expresado tenía muchas ideas de variaciones al proceso que apenas logró expresar).

Figura 47 Matriz MCC para caso de estudio 3



De este ejercicio de la matriz MCC se le preguntó:

¿Cuál es la solución que implementaría?: y respondió: *“Pienso que sería la de la línea verde manual porque tendría un doble control que es la báscula y la caja para ordenar producto y es la de menor costo y mayor facilidad de implementación.”*

¿Al integrar los ejercicios CREAMOS y MCC ¿Cuál solución escogería? “Realmente tomaría la opción de la matriz CREAMOS me pareció innecesario hacer la otra matriz que además es un poco difícil para que la pueda hacer cualquier operario y la solución ya la había encontrado con la matriz CREAMOS. Las soluciones serian así:

“A corto plazo con una baja inversión mantener el proceso manual empacando el producto en una caja matriz con la forma de cada pieza al estilo de las cajas de galleta de navidad que le permite al operador ordenarlas acorde a la secuencia de instalación pudiendo observar cuando le falte alguna y la secuencia le daría más facilidad en la instalación del

cliente y que la caja sea tipo maletín para que le sirva para guardar cosas posteriormente es una buena idea que aprobarían fácil.”

“A mediano plazo con una mayor inversión rediseñar el producto de tal manera que no sean 18 componentes **si no uno solo es decir el tubular en una pieza** que permita en el proceso de empaque eliminar faltantes por ser un único componente y le permita al cliente instalarlo sin tener que armarlo en un solo paso”.

¿Cómo le pareció el ejercicio? “Muy bueno salieron muchas ideas buenas de mi sin ser la más experta y sin ayuda de nadie es increíble cómo se promueven la idea sobre todo con la matriz CREAMOS”

¿Considera útil incluirle al TPM esta técnica de la Sinematica? “Si claro los resultados fueron mejores, aunque tocó más trabajito, pero vale la pena, veo que el TPM es muy completo tiene varios pasos que tiene la sinematica porque también se basa en el PHVA de calidad solo le incluiría la matriz CREAMOS ya que me parece innecesario incluir la matriz MCC”

Seguimiento a la solución

Después de las sesiones de trabajo con la matriz MCC y CREAMOS la participante reunió a su equipo en este caso el pilar de calidad y les presentó el proyecto para validar las soluciones planteadas y ocurrió algo muy interesante: el equipo complementó las ideas con otras para poderlo hacer viable en el proceso a bajo costo. En las imágenes que se ven en la Figura 49 y 50 se pueden observar los prototipos iniciales de las ideas que surgieron.

Figura 48 Prototipo 1 solución del caso 3

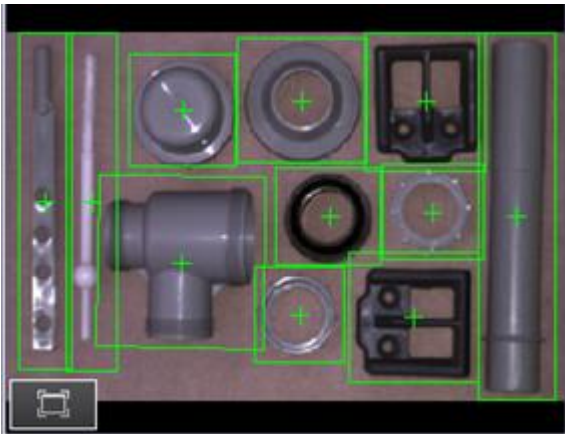


Figura 49 Prototipo2 solución del caso 3



Acompañé a la participante B a las sesiones de materialización de las ideas y se llegó finalmente a la solución que se implementó en los 8 meses siguientes. Demandó con una inversión de 5.000.000 de pesos. El resultado final es similar a la Figura 50, diseño de una mesa con la forma de cada pieza que cuando estaba llena se rodaba por un tobogán y se depositaba en una bolsa, asegurando que la totalidad de los componentes estaban incluidos.

La participante cuando le pregunté por los resultados respondió lo siguiente: Se tardó en la implementación por el diseño y adquisición de los elementos, pero se convirtió en una solución muy buena porque las personas pueden verificar que los elementos estén completos y así ya no tenemos faltantes ahora nos toca trabajar en los trocados que no podemos detectar” “Vamos a continuar mejorando la idea yo creo que así a futuro hasta podemos automatizar el proceso”.

La participante estaba contenta por los resultados y demostraba gusto por enseñar las personas el logro y el proceso. En la realización de los 3 casos se logró la aplicación del TPM seguido de la Sinemática sin dificultades que nos permiten pasar a la fase de resumen y explicación de los resultados de cada uno de los casos que se observa en el Capítulo 4

12 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Me es grato llegar a esta parte del documento con la sensación de haber cubierto ampliamente los objetivos propuestos. Cuyo cumplimiento, llevó a responder las preguntas que dieron origen a esta investigación, por lo cual a continuación voy a resumir los resultados obtenidos en relación al método de integración, los actores y el proceso concluyendo así con las respuestas a las preguntas de investigación.

RESULTADO 1: MÉTODO EMERGENTE EN 14 PASOS

A continuación, presento un resultado muy importante para esta investigación y es el método de integración propuesto. Para lograr explicarles este resultado en detalle, se hará a partir de una síntesis comparativa del TPM vs la Sinemática para que resulte más fácil su comprensión.

Esta síntesis se plantea desde la base de TPM y de la sinemática, en ellas el ciclo PHVA es un elemento en común que permite tener una lógica de organización y de estructuración de los pasos.

En la Tabla 11, incluida al final de este párrafo, se observa a través de un cuadro resumen, la comparación entre la Sinemática con el TPM. Al mismo tiempo, se muestra de qué manera ambos están relacionados con el PHVA. En la tabla también se puede observar las etapas de TPM y de la Sinemática y cómo se desarrolló la integración al TPM. Es importante resaltar que no fue necesario suprimir o remplazar los pasos de TPM ya que estos funcionan bien hasta la fase de detección de la causa raíz, luego se sumaron a los mismos los de la Sinemática.

Tabla 9 Cuadro de etapas seguidas en la inclusión de la Sinecmática al TPM

RELACIÓN DE LAS ETAPAS Y EL PROCESO DE INTEGRACIÓN DE LA SINECMÁTICA AL TPM			
Ciclo PHVA	Etapas la Sinecmática	Pasos de TPM	Integración
P (Planear)	1. Identificación del objetivo o problema 2. Motivación 3. Preparación	1. Selección de caso 2. Identificación del problema 3. Búsqueda de información (Chequear)	En la etapa de planear del TPM no se adicionó ningún elemento de la Sinecmática, ya que los 3 elementos planteados en la Sinecmática son similares a los planteados por TPM. La Motivación en TPM, aunque no se planteó de manera explícita se trabaja en cada pilar y es la Perfección (lo podemos ver en la figura 46 (Shinichi, 2014) del pilar de autónomo la motivación es la satisfacción). Para el caso de resolver un problema la motivación está relacionada con la satisfacción de entregar buenos productos al cliente interno o externo.
H (Hacer)	4. Incubación 5. Iluminación	4. Análisis de la causa Raíz 5. Identificación de la causa raíz 6. Propuesta de soluciones 7. Planificación de las acciones 8. Elaboración de acciones	En la Etapa del Hacer de TPM después de la identificación de la causa raíz se le integraron dos fases de incubación la primera a través de la matriz CREAMOS y segunda fue con la inclusión de la matriz MCC. Con relación a la fase de iluminación esta también se adicionó con la inclusión de pausas dentro del proceso de elaboración de las matrices a fin de potencializar la generación de más ideas.
V (Verificar)	6. Verificación	9. Seguimiento soluciones planteadas.	La verificación se encuentra en TPM como el seguimiento a las soluciones y los resultados mientras que en Sinecmática es el proceso que se hace luego de elaborar las matrices para verificar y seleccionar las ideas a desarrollar, por lo tanto, fue necesario adicionarla al TPM a fin de realizar la selección de las soluciones, pero en una etapa un

			poco más atrás (en el paso 6 de TPM propuesta de las soluciones).
A (actuar)	7. Decisión y Comunicación	10. Estandarización del proceso 11. Documentación de los controles 12. Despliegue de los logros en los tableros TPM	En la Sinemática la fase de actuar hace referencia principalmente en la planeación para el desarrollo de la solución y la comunicación de su desarrollo como tal mientras que en TPM esa fase ya se surtió en la fase del hacer por lo tanto el paso 7 de la sinemática no fue necesario integrarlo.

Fuente: Elaboración propia

El Esquema (que se menciona en la Tabla 11) se presenta a continuación (Figura 51) el cual hace referencia a la filosofía del Mantenimiento autónomo para ejemplificar como en TPM se hace alusión a la motivación (es solo uno de los ejemplos de muchas formas que se presentan en TPM) “En este pilar la motivación es la satisfacción por la perfección que se logre en nuestro lugar de trabajo”.

Figura 50 Esquema para resaltar la fase de motivación dentro del TPM

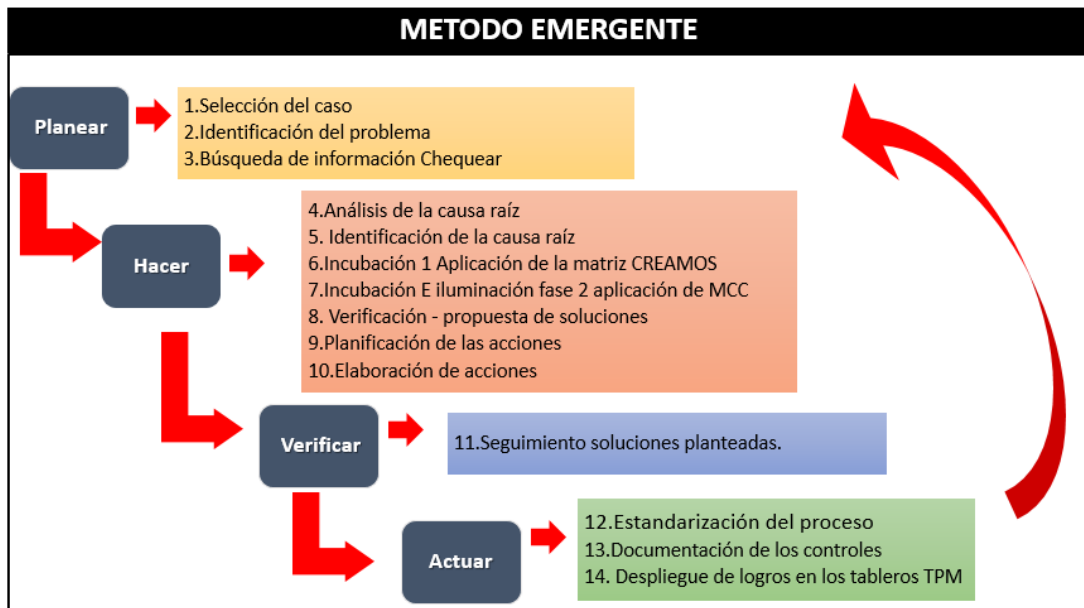


Fuente: Tomado de documentos internos de capacitación de TPM

A partir de la descripción de los criterios de integración de la Sinemática al TPM y del proceso seguido por los actores en cada uno de los tres casos, es posible describir de manera sintética el método planteado para hacer la integración de la Sinemática con el TPM.

El proceso actual de TPM en la solución de un problema con una herramienta, consta de 12 pasos básicos; al integrarlo con la Sinemática obtenemos como resultado un método que denomino **emergente de 14 pasos** que da como resultado una mayor generación de ideas para resolver la causa raíz del problema, como se observa en la Figura 52. En ésta se observa que además es un método cíclico, es decir que debe realizarse en esa secuencia los pasos y que a medida que se resuelve un problema se inicia el ciclo con otro problema o se vuelve a repasar el mismo con el fin de continuar en el camino de la mejora continua.

Figura 51 Método emergente de 14 pasos que surge de integrar la Sinemática al TPM



Fuente: Elaboración propia

12.1 Resultados 2: En relación con la agregación de valor para el proceso productivo

En relación al proceso productivo hay tres resultados importantes, *uno* relacionado con que las técnicas de creatividad que normalmente se han empleado en producto se logren emplear en procesos productivos y en maquinaria y repuestos con buenos resultados como se observó en los casos.

El otro resultado importante está relacionado con la evolución en la variedad y cantidad de las soluciones planteadas que ofrece la posibilidad de escoger acorde al presupuesto al tiempo y da un abanico de ideas que además sirven como insumo para generar otras, tal como se observó en el caso 3.

El resultado 3 está relacionado con la mejora del proceso como tal ya que en los 3 casos se llegaron a soluciones creativas que no solo atacaron la causa raíz del problema, sino que fueron novedosas con relación a la solución inicial planteada sin involucrar la Sinemática.

En el siguiente cuadro (Tabla 12) se puede observar un resumen de la evolución que se dio en los procesos con la aplicación de la Sinemática.

Tabla 10 Tabla Resumen de aportación al proceso con la integración.

APORTACIÓN A LOS PROCESOS CON LA INTEGRACIÓN			
Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Herramienta de TPM	Tarjeta Fuguai	OPL	Análisis Sencillo
Tipo de persona	Coordinador de producción	Analista de mantenimiento	Analista de Calidad
Caso asignado	Tarjeta azul de óxido sobre válvula	El rodamiento de la chumacera del lado opuesto del reductor # 5 no gira	Altos reclamos por faltante de los componentes del sistema tubular
Problema a resolver	Se genera corrosión en todo el contorno exterior de la válvula de condensados 32 de manera frecuente y no tiene incidencia del operario	El rodamiento de la chumacera del lado opuesto del reductor #5 estando en lavado, se encuentra sin esferas, esto sucede por lo menos 1 vez cada 6 meses y no depende de la habilidad del operario”	Se presenta faltante de cualquiera de los componentes del sistema tubular durante el proceso de empaque realizado en el puesto de ensamble generando dificultad para el ensamble por parte del cliente
Causa raíz encontrada	La causa raíz es que el proveedor se equivocó y nos entregó una válvula sin galvanizar que se corre con el vapor caliente.	La causa de que el rodamiento se haya detenido está asociada a la rotura de las esferas porque friccionaron entre ellas a causa de que no estaban lubricadas	La causa es que el proceso no cuenta con un mecanismo de prevención del error humano y esto hace que la persona se pueda equivocar y ni siquiera es retroalimentado es decir no sabe que se está equivocando
Soluciones sin Sinemática	2	2	3
Soluciones con Sinemática	22	23	28

¿Solución desarrollada en qué momento surgió?	Luego de realizar la aplicación de las técnicas de creatividad	Luego de realizar la aplicación de las técnicas de creatividad	Del ejercicio de la Sinemática complementado por una sesión grupal de verificación.
Descripción de la solución desarrollada	Inició un proyecto con ingeniería para rediseñar el sistema y eliminar las válvulas en áreas corrosivas.	Implementación de rodamientos auto lubricantes que eliminan la necesidad de lubricar y las averías generadas por esto.	Diseño de una mesa con la forma de cada pieza que cuando se llena las piezas ruedan por un tobogán y se depositaba en una bolsa, asegurando la totalidad de los componentes.
¿Se considera innovadora la solución? ¿Por qué?	Sí. Porque va más allá de lo planteado al interior de la compañía y representa un cambio en el diseño convencional de la pieza.	Sí. Porque al interior de la compañía no se habían explorado estos componentes es algo novedoso y funcional para el proceso.	Sí. Es una solución muy creativa a bajo costo y que no se había desarrollado antes que ofrece además muy buenos resultados.

Fuente: Elaboracion propia

Los resultados son reveladores en las tres situaciones planteadas en la aplicación con el método convencional de TPM las soluciones llegaron a ser de máximo 3 pero al integrarle las matrices se lograron generar más de 20 para cada caso, una cantidad que le permitió a los participantes poder tener más opciones de selección.

En el Cuadro 12 se observa también que la calidad de las soluciones fue muy superior en el sentido de que ofrecen alternativas novedosas a problemas recurrentes para el proceso productivo que sin el proceso desarrollado no se habrían podido conseguir. En los 3 casos las soluciones se consideraron innovadoras por que cumplir con las siguientes características:

- Una solución que no se había logrado antes para el problema.
- Resuelve el problema de una manera no planteada anteriormente.
- Es aprobada por la compañía.
- La compañía invierte en su solución

- Luego de su implementación se logra el resultado esperado.

En los 3 casos se observa una transformación al proceso actual en el Caso 3 el proceso productivo evoluciona a una forma que podría considerarse innovación de procesos y los tres casos dan ideas de un nuevo producto o componente. Caso 1: Sistema sin válvulas en áreas corrosivas Caso 2: un rodamiento autolubricante y el Caso 3: un tubular de una sola pieza.

12.2 Resultados 3: En términos de los actores

En relación con los actores básicamente se observaron sus actitudes y comentarios frente a cada una de las etapas del proceso desarrollado en la Tabla 13, que se observa a continuación:

Tabla 11 Resumen de aportación a los actores

APORTACIÓN A LOS ACTORES PARTICIPANTES CON LA INTEGRACIÓN			
Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Herramienta de TPM	Tarjeta Fugui	OPL	Análisis Sencillo
Tipo de persona	Coordinador de producción	Analista de mantenimiento	Analista de Calidad
Complejidad del caso asignado	Media	Media	Alta
Dominio de herramientas TPM	Bueno	Excelente	Excelente
Argumentos antes de la integración	La solución conocida por que ya han tenido este problema en el pasado y esta solución no resuelve la causa raíz. El participante no ve necesario un proceso adicional.	Considero obvia la solución por ser un problema cotidiano de falta de lubricación. No se esforzó en encontrar una solución que ataque la causa raíz.	La participante le costó trabajo plantear las soluciones iniciales debió tomar 2 días para poder plantearlas. La solución no logra eliminar el problema y no cree que se pueda encontrar una solución que elimine

	No cree que se pueda eliminar el problema	No cree que se pueda eliminar el problema	la causa cree que solo se lograría contratando a un experto
Argumentos después de la integración	El participante logro encontrar 19 soluciones adicionales, se muestra contento y motivado y le gustaría continuar aplicándolo a cierto tipo de problemas	Encontró 17 soluciones adicionales, se demostraba preocupado por el tiempo que le tomo el ejercicio esto se debe a su trabajo operativo.	Encontró 25 soluciones adicionales a las planteadas se veía entusiasmada con el ejercicio
Comentarios en relación con la matriz CREAMOS	Encontro como reveladora su aplicación, demostró interés por replicar el proceso con su equipo.	A pesar de ser el participante menos expresivo se demostró contento con esta técnica por que "le ayuda a sacar las ideas de la cabeza"	Se observaba sorprendida de haber llegado a las soluciones que planteo, afirmaba que "es increíble la cantidad de ideas sin ser una experta"
Comentarios en relación con la matriz MCC	No la logro resolver, considero un paso innecesario que le genero confucion y dificultad	La considero larga y difícil, le preocupa el tiempo que le tomo	Considero incesaria su utilización ya que las soluciones fueron mas complejas de implementar y logro llegar a la solución con la matriz CREAMOS.
Comentarios en relación con las pausas	No las considero necesarias, sintió que le quitarían tiempo.	Sí las realizó. Las considero importantes para oxigenar el cerebro.	Sí las realizó, por que hay un punto en el que se sentía saturada y por que se lo indique.
Mejora lograda en el proceso	Pasó de plantear 2 soluciones a plantear 22 cuando había afirmado que " <i>Es un caso que era difícil por se culpa del proveedor</i> " y <i>consideraba no se podía solucionar internamente</i>	Pasó de plantear 2 soluciones a plantear 23 cuando había afirmado que " <i>Es un caso muy sencillo con una solución obvia: Lubricar</i> "	Planteo 3 soluciones inicialmente con el proceso de integración llegó a 28 soluciones cuando había afirmado " <i>Que podría hacer nada mas por no ser una experta</i> "

Fuente: Elaboracion propia

En la Tabla 13 se describen los aspectos más importantes observados de esta se concluye que los participantes recibieron un aporte positivo del proceso realizado en el sentido que pudieron generar más ideas a un mismo problema de una manera sencilla.

Aunque dentro de los argumentos está que el tiempo dedicado como algo que se resalta como una dificultad atribuyo esto a que se tuvieron que enfrentar con el aprendizaje de desarrollar por primera vez estas técnicas y esto les genero mayor dificultad.

En los 3 casos las soluciones iniciales fueron planteadas por una necesidad de concluir el análisis más que la verdadera necesidad de resolver el problema en los actores se denotaba conformismo y mecanización en el empleo de las herramientas de TPM y una escasa visión de todas las posibilidades de solución limitada tan solo a experiencias previas con problemas similares.

Luego de realizar la integración los actores se observaron motivados con ganas de implementar las mejoras y satisfechos con el trabajo realizado, por lo que se encuentra en esta integración como una manera de reutilizar el TPM y ofrecer novedad en el análisis que resulta en motivación para continuar aplicando la metodología no solo por hacer sino por lograr el mejor resultado.

13 CONCLUSIONES

A lo largo de la investigación se puede observar que es posible enriquecer los procesos de mejora basados en TPM con la incorporación de la técnica de creatividad, en este caso la Sinecmática, en el sentido de que este proceso permite que le sean agregados elementos a las herramientas de TPM que les posibilita ofrecer más alternativas de solución a la causa raíz sin alterar la esencia de la herramienta, ya sea tarjeta , OPL o análisis sencillo, logrando complementarlas de una manera natural sin forzar su uso en el proceso. Adicionalmente se observa que las técnicas de creatividad también se enriquecen y se permite sacar mejor provecho en sus resultados.

Otra aportación al proceso se relaciona con obtener mayor cantidad de alternativas de solución. En los tres casos se pudo observar una mejora diferenciada que evolucionó el proceso actual y en cada uno de los casos se lograron encontrar dentro de la variedad de soluciones algunas con características innovadoras que lograron aflorar a partir de este ejercicio.

Se pudo observar agregación de valor a los actores participantes ya que dejaron de limitarse a una simple solución ofrecida después del análisis y se les ofreció formas más enriquecedoras de solución que les aporta motivación y orgullo generando mayor sentido de pertenencia a su proceso y apropiación de la idea que lograron concretar en un desarrollo exitoso.

En el desarrollo del primer objetivo del proyecto, respecto de la metodología de caracterización de empresas con TPM encontrada en la revisión bibliográfica, fue posible caracterizar la situación de la empresa en la que se desarrollaron los casos. A partir de ello, se logró observar el valioso aporte que TPM ha realizado a la empresa objeto de estudio, al reducir en por lo menos un 50% las pérdidas en los diferentes procesos además al interactuar con las personas se observó un aporte significativo en relación con la habilidad para analizar problemas y una especial sensibilidad sobre la realidad de la empresa y sus problemas, haciéndose evidente la transformación cultural en la dinámica organizacional.

A partir de esta caracterización de la empresa se lograron identificar elementos claves acerca del contexto de la compañía, que fueron fundamentales para el establecimiento de los criterios para el desarrollo exitoso de los casos, en los que se logró identificar la importancia de que las personas se encuentren con un grado avanzado de apropiación de las herramientas de TPM porque de lo contrario no sería posible desarrollar esta integración.

En relación con el abordaje de los problemas se logra concluir que las técnicas creativas permiten las soluciones más innovadoras o creativas mientras que el planteamiento de TPM busca la causa raíz. Cuando se usan las técnicas de creatividad sin haber realizado un análisis de la causa raíz se corre el riesgo de encontrar soluciones a causas que no son las de fondo que son superficiales, mientras que la fórmula planteada en esta tesis en la que primero uso TPM se encuentra la causa raíz y luego aplico técnicas de creatividad no se corre este riesgo, adicionalmente este proceso le permite a los actores generar una sensibilidad frente al problema facilitando el desarrollo de alternativas de solución de características innovadoras.

Apartir de un ejercicio juicioso de investigación fue posible el desarrollo de un método de 14 pasos que ofrece a las compañías que cuentan con TPM un esquema sencillo que con un menor esfuerzo ofrece la generación de variedad de ideas creativas que puede resultar o no en generación de innovación bien sea de proceso, de producto, de componentes y/o repuestos.

14 RECOMENDACIONES

A las compañías que aún no han adoptado alguna metodología de mejora continua les recomiendo que inicien cuanto antes ya que es el primer paso que hay que dar y a las que cuentan con procesos maduros de TPM que significa más de 4 años de implementación y logro de mejora de más del 50% se les recomienda la aplicación del método de 14 pasos que emergió del presente estudio; ya que permitirá efrescar el TPM y mantenerlo vigente asi mismo podrá enriquecer y desarrollar mas ampliamente lo postulado en este documento.

A la universidad Autónoma de Manizales y a las universidades que cuentan con programa de innovación y creatividad, les recomiendo de manera especial, incluir una catedra asociada a las metodologías de mejoramiento continuo que incluya por lo menos TPM, LEAN y Seis Sigma; no como herramientas sueltas de mejora si no las metodologías completas que ofrezcan una visión general de las mismas ya que son parte fundamental de cincinnacion entre la creatividad y la innovación.

A futuros investigadores le recomiendo continúen estudiando y analizando esta relación entre la mejora continua y la creatividad para el desarrollo de la innovación de procesos, en cuanto a las variaciones que se le pueden incluir ya que para poder estructurar un modelo de innovación para los procesos productivos ya que esto apenas es una aproximación queda mucho por continuar investigando.

15 BIBLIOGRAFÍA

- Aranguren, J. A. (2015). Implementación exitosa de TPM en la industria colombiana. Maestría en ingeniería. Universidad EAFIT. Colombia
- Becerra Bizarrón, M. E., Cortéz Palacios, E. M., Alegría, N. L., (2014). Factores Detonadores del Emprendimiento Social, Base para el Análisis de Casos de Éxito. *International Review of Business Research Papers*, 10(3), pp. 32-45. Recuperado de: http://biblioteca.univa.mx/Anuario/2014/2014_3_factores_detonantes.pdf
- Beuchot, M., (2002). El pensamiento analógico en las filosofías analítica y pragmática. *Diánoia*, Volumen 48, pp. 25-36.
- Bohoris, G. A., Vamvalis, C., Trace, W., (1995) TPM implementation in Land- Rover with the assistance of a CMMS.
- Chacón, J. Y. & Torres, V. A. (2010). Desarrollo e Implementación de la estrategia de gestión de activos en el taller de mantenimiento de envase de Bavaraia S. A. Cervercería de Bucaramanga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Coutiño, A. (2013). Innovation game i+d+i. Universidad Galileo. Facultad de Ciencia, Tecnología e Industria. Doctorado en Administración con Especialización en Finanzas. Carnet 1300 – 4393. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/alvarocoutino/innovation-game-28559542>
- Cubillos Rodríguez, M. C. & Rodríguez, D. R. (2009). “El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad”. *Universidad de La Salle. Revista de La Universidad de La Salle*, (Nº 48), 80–99. Recuperado de <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260>
- De Bono, E., (1999). Seis Sombreros para Pensar: Una guía de pensamiento para gente de acción. Ediciones Juan Granica S. A. Barcelona. España. Recuperado de: <https://www.fceia.unr.edu.ar/~gverger/descargas/de%20bono,%20edward%20-%20seis%20sombros%20para%20pensar.pdf>
- De Conde, A. G. (1996). La Travesía creativa: asumiendo las riendas del cambio. (Ed. creatividad e innovación). Bogotá, Colombia
- Descartes, R. (2003). *Meditations on first philosophy*. (Broadview Press, Ed.). Canada.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532.

- Figl, K. & Recket, J. (2016). Process innovation as creative problem solving: An experimental study of textual descriptions and diagrams. *El SERVIER* , pp. 28 - 85. Recuperado de: <https://eprints.qut.edu.au/98019/>
- García, J. L., Rico, L. & Romero, J., (2011). Factores tecnológicos asociados al éxito del mantenimiento preventivo total (tpm) en maquilas. *Culcyt*, 8(45), pp. 115-124.
- García, M. P., Quispe, C. A., & Ráez, L. G. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 1(7), 89–94.
- Garret, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 6(3), 224–230.
- Georgia, M. (2014). Manual de Mantenimiento Productivo Total TPM , Basado en manual de JIPM Nivel 1. PM System.
- Georgia, M. (2014). Manual de Mantenimiento productivo Total TPM, Nivel 2. Marietta, Georgia: JIPM. PM System
- Gómez, H., (2010). Colombia en el Pacífico. *Revista Nueva Sociedad*, julio-agosto de 2010 (228), pp. 137-152.
- Guerrero Valenzuela, M., Hernandis Ortuño, B., Agudo Vicente, B., Guerrero Valenzuela, M., Hernandis Ortuño, B., & Agudo Vicente, B. (2018). Aproximación a la representación de la forma y apariencia del producto: Estudio sobre los atributos de diseño. *Revista Innovar Journal Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 28(67), 25–39.
- Gunasekaran, A., Forker, L., & Kobu, B. (2000). Improving operations performance in a small company: a case study.
- Gupta, P., & Vardhan, S. (2016). Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study.
- Gutiérrez, M. (1995). Administrar para la calidad: conceptos administrativos del control total de calidad. Limusa, México.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Lucio Baptista, M. del P. (2010). Metodología de la investigación 5ta. Ed. (McGRAW HILL/ Interamericana Editores, Ed.) (5th ed.). Mexico.
- Huang, S. H., Dismukes, J. (2003). Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis.

- Idea Sandbox. (n.d.). Osborn: Creative Problem-Solving Process. Retrieved <https://idea-sandbox.com/destination/osborn-creative-problem-solving-process>.
- Jadhav, J., Mantha, S. & Rane, S. (2014). Barreras para la implementación exitosa de JIT: una perspectiva fabricante. *Revista Internacional de Gestión de Compras*, pp. 316-342.
- Jaime Cruz, C. (2014). Análisis y mejoramiento de la productividad implementando la técnica del TPM en el área de capacitación de gas de la compañía Pacifpetrol. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4110>
- Jain, A. (2015). OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. International. Haiti
- Jain, A., Bhatti, R. (2015). OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. Emeraldinsight.com. Retrieved from
- Jain, A., Bhatti, R., (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: A literature review and directions. Emeraldinsight.Com.
- Katkamwar, S., Wdadatkar, S., Paropate, R. (2013). Estudio del mantenimiento productivo total y s enfoque de implementación en las industrial de hiatura. *Revusta Internacional de Tendencias de Ingeniería y Tecnología*. (IJETT). V4 (5): 1750-1754. Recuperado de: www.ijettjournal.org
- Kermani, A. H. M. (2003). Empowering Six Sigma methodology via the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). Retrieved July 21, 2018, from www.IIITS.org
- Kigsirisin, S., Pussawiro, S., & Noohawm, O. (2016). Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant.
- Lorena, D., & Montoya, M. (2015). ESTUDIO DE CASOS DE IMPLANTACIÓN EXITOSA DE TPM EN INDUSTRIAS.
- Mardini, S. (2011). Propuesta para incrementar la capacidad en una fábrica textil utilizando balance de línea y manufactura esbelta. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mejía, R., (2005). Tendencias actuales en la investigación del aprendizaje informal. *Revista Sinéctica*, Volumen 26, pp. 4-11.

- Michalko, M. (2006). Thinkertoys : a handbook of creative-thinking techniques. Ten Speed Press. Recuperado de:
<https://academicworks.cuny.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1118&context=ulj>
- Moore, R. (2004), Making common sense common practice: Models for manufacturing excellence.
- Moreno, A., Aldrete, L., Martínez, E. & Hernández, C. (2012). Transformación industrial, vivienda para obreros y obsolescencia urbana en el Centro Histórico de San Luis Potosí: una estrategia para promover la recuperación de espacios antiguos e integrarlos al modelo de ciudad compacta. San Luis Potosí: ICOMOS.
- Moreno, L. & Ivan, X. (2010). Diseño de un sistema de mantenimiento autónomo para la planta ensambladora de vehículos General Motors Omnibus BB. México. Siglo XXI.
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company.
- OCDE & Eurostat. (2005). Manual de OSLO. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera ed. s.l.:Grupo Tragsa.
- Osborn, A. F. (1953). Applied imagination; principles and procedures of creative thinking. (printdisabled; inlibrary; internetarchivebooks; americana, Ed.). New York.
- Pacheco, W. (2014). Implementación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) en la empresa Valorcon S.A. en el proyecto de vías de las Américas Sector I Municipio de Santa Ana - Magdalena. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Paropate, R. (2013). The Implementation and Evaluation of Total Productive Maintenance– A Case Study of mid-sized Indian Enterprise. Ijaiem.org. Retrieved from
- Paz, J. (2008). Mejoramiento Continuo Aplicando la Filosofía 10S en la empresa puertas moldeadas CA. Buenos Aires: CEISA.
- Pinto, H., Pimentel, C., & Cunha, M. (2016). Implications of Total Productive Maintenance in Psychological Sense of Ownership. Procedia -Social and Behavioral Sciences, 217, 1076–1082.
- Pomorski, T. R. (2004). Total Productive Maintenance Concepts and Literature Review Total Productive Maintenance (TPM) Concepts and Literature Review.
- Prada, R. (2002). Creatividad e innovación empresarial. (Tecnopress, Ed.). Bogota.

- Prada, R. (2014). Gestión de la innovación y la creatividad sinéctica. (ECOEDICIONES, Ed.) (Primera). Bogota
- Prieto, I. D. (2012). Diseño de un sistema de gestión integral en calidad, seguridad, salud ocupacional y ambiente. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Primitivo, R. (2004). Método TRIZ: PRINCIPIOS PARA LA INNOVACIÓN: 40 FORMAS DE CREAR BUENAS SOLUCIONES. from <http://www.icicm.com/files/MetodoTRIZ.pdf>
- Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua Española (23rd ed.). España.
- Renart Cava, J. B. (2003). Creatividad aplicada a la empresa. Gestión 2000. Barcelona
- Rifkin, Jeremy. (2003). El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era. *Revista Chilena de Derecho Informático*, (2). doi:10.5354/0717-9162.2011.10654. Recuperado de <https://derechoinformatico.uchile.cl/index.php/RCHDI/article/view/10654>
- Rodríguez, R., 2011. Análisis y mejoramiento del sistema de producción en el laboratorio Lepabi mediante la aplicación de técnicas de TPM. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Rojas, M. F., 2011. Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento total productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo de la planta de producción Orixpres SAS. Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Rodríguez Sabiote, C., Lorenzo Quiles, O., Herrera Torres, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, SOCIOTAM, vol. XV, núm. 2, juliodiciembre, 2005, pp. 133-154 Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/654/65415209.pdf>
- Sandoval, A., 2014. Análisis e interpretación de normas para la calidad y sus relaciones con la mejora continua en el posgrado. México: Siglo XXI.
- Santaella, M. (2006). La evaluación de la creatividad. *Revista Universitaria de Investigación*, 7(8).
- Serrat, O. (2017). The SCAMPER Technique. In *Knowledge Solutions* (pp. 311–314).
- Sethia, C., Shende, P. (201). A case study on total productive maintenance in rolling

- Sharma, R., Singh, J., & Rastogi, V. (2016). Importance and effectiveness of human related issues in implementing total productive maintenance: a study of Indian manufacturing organisations.
- Shinichi, S. (2014). Manual de TPM Nivel 1. (Pm system). Japón
- Singh, R., Gohil, A. M., (2013), Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. *Procedia Engineering*,
- Sun, H., Yam, R., & Wai-Keung, N. (2003). The implementation and evaluation of Total Productive Maintenance (TPM)? an action case study in a Hong Kong manufacturing company.
- Szwedzka, K., & Kaczmarek, J. (2017). One Point Lesson as a Tool for Work Standardization and Optimization - Case Study (pp. 21–31). Springer.
- Tarapuez, E., & Lima, C. (2013). *Creatividad empresarial* (2a. ed.). Ecoe Ediciones.
- Tatarkiewicz, W. (2002). *Historia de seis ideas: arte, belleza, forma, creatividad, mimesis, experiencia estética*. Tecnos.
- Taylor, F. W. (n.d.). *PRINCIPIOS DE LA ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA*.
- Trigo Aza, E. (1999). *Creatividad y motricidad*. INED.
- Ugarte, J. C. (2004). *Las innovaciones en los procesos productivos*. España
- Vargas, H., 2010. *Manual de implementación programa 5S*. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS. Oficina de Control Interno.
- Villegas, J. S., 2014. *Aproximación en el uso del mantenimiento productivo total TPM en empresas que ya lo practican*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Yin; Robert. (1986). *Investigación sobre Estudio de Casos: Diseño y métodos*. (SAGE Publications, Ed.) (Volumen 5). London.