

Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas
Editor & Compilador

SISTEMAS DE MANUFACTURA

PRIMERA EDICION MMXIX



Lima 2018

SISTEMAS
DE
MANUFACTURA
2018

SISTEMAS
DE
MANUFACTURA
2018

Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas
EDITOR & COMPILADOR

Sistemas de Manufactura

Editor: Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas

Dirección: Av. El Retablo 808 2do. Piso Urb. El Retablo, Comas. Lima-Perú

Correo electrónico: fjavierwongc@yahoo.es

Compilador: Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas

Diseño y Redacción: Bach. Carlos Alberto Vega Vidal

ISBN: 978-612-00-4352-3

Primera edición digital: diciembre 2018

Libro electrónico disponible en: <http://ctscafe.pe>

ÍNDICE

	Pág.
<i>Introducción</i>	7
<i>Análisis del modelo 6to como la integración de la Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma</i>	9
Juan Carlos Eyzaguirre Munarriz Pontificia Universidad Católica del Perú	
<i>Aplicación de la metodología de producción más limpia en la industria química</i>	24
Jéssica Guevara Sáenz de Viteri Universidad Nacional Mayor de San Marcos	
<i>Compartir conocimiento en los trabajos de mantenimiento industrial</i>	35
Manuel Edgard Moncada Ramírez Universidad Nacional del Callao	
<i>Desalinización de agua de mar como una alternativa para reducir los conflictos sociales en el sector minería en el Perú</i>	43
Roberto Tello Yuen Universidad Alas Peruanas	
<i>Implementación del método Poka Yoke</i>	53
Alfonso Neil Sotomayor Marrujo Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	
<i>Implementación del moldeo por soplado de plástico en la industria peruana</i>	58
Hermes Yesser Pantoja Carhuavilca Universidad Nacional de Ingeniería	
<i>Ingeniería de manufacturada-R. Lindley s.a</i>	64
José Eduardo Espejo Pantigoso Universidad Nacional Mayor de San Marcos	
<i>Innovación en el desarrollo textil</i>	69
Ana María Medina Escudero Universidad Nacional Mayor de San Marcos	

<i>Las 5 s, una metodología complementaria para mejorar la productividad.....</i>	84
Dixon Groky Añazco Escobar Universidad de Lima	
<i>LEAN un desgredado en el tiempo y su aporte actual.....</i>	90
Liliana Rosalinda Agustini Paredes Universidad Nacional Mayor de San Marcos	
<i>QFD Quality Function Deployment herramienta preliminar para el proceso cliente en empresas de servicio.....</i>	107
Edgar Armando Chuquillanqui Chui	
<i>Tecnologías disponible para la producción del ácido fosfórico en el Perú.....</i>	116
Juan Cancio Suarez Universidad Nacional Mayor de San Marcos	
<i>Uso del Youtube en la enseñanza de diseño industrial.....</i>	126
Pedro Modesto Loja Herrera Universidad Ricardo Palma	

Introducción

Sistemas de Manufacturas es una asignatura de carácter electivo del doctorado de Ingeniería Industrial de la Universidad. En el semestre pasado, propusimos a los doctorandos desarrollarlo como un seminario. Con exposiciones y debates y culminarlo en un “producto”: un artículo científico para editarlo en un libro. Fue aceptado y aquí lo presentamos. Para que los sucesivos convocantes puedan continuar en el debate, tan necesario en la Academia.

Empecemos con identificar qué sistema es el “conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí”. También, se entiende como el “conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto”. Si a ello le agregamos, que manufactura significa “fabricar con medios mecánicos”. Y el vocablo manufactura se define como “obra hecha a mano o con auxilio de máquina”; también se refiere al “lugar donde se fabrica una manufactura”.

Pero para entender y aplicar las experiencias exitosas de los diferentes autores y modelos, debemos comprender los escenarios que se presentan en el Perú. Desde la construcción del concepto de empresa, como organización de dos o más personas, y en el devenir de los éxitos y fracasos de las empresas peruanas.

En los enfoques y esquemas actuales, se coincide en un elemento de necesaria conformación: la concurrencia de todo el personal de la empresa y su entorno. No basta que los directivo y gerentes estén comprometidos. Se requiere de todos y cada uno de los miembros de la empresa. En cada área y oficina, en cada proceso y etapa de producción, deben obligatoriamente cumplir las tareas y normas que se proponen.

El reto en el Perú, es que no debe ser incompatible entre grandes y pequeñas empresas (medianas o micro empresas), de cualquier sector productivo o comercial. Empresas públicas, privadas o mixtas, nacionales o internacionales. Eso conlleva, además de conocer las condiciones que permitieron el éxito (o limitaciones) de estos modelos; a conocer también las condiciones locales, específicas que permitan resultados exitosos.

Entre otras condiciones se presenta las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). El siglo pasado, incluso se pudo separar las TIC y las NTIC (N de nuevas). Y el salto se refiere a la Informática. De ahí que, en el lenguaje actual, es indispensable incluirla en los diseños de un Sistema de Manufacturas. Se incorpora el concepto de Sistema Integrado. En el lenguaje coincidente con la Informática (acerca de los circuitos digitales integrados, hoy más conocidos como los chips).

Podeos resumir, en que es necesario estudiar tres aspectos: los modelos exitosos (o avanzados), conocer nuestra propia realidad y sus antecedentes (revisar las tecnologías de nuestros antepasados prehispánicos) y acerca de las TICs.

Los artículos presentados, además de la entera responsabilidad de los autores, contribuye al debate y a conocer – en alguna medida – acerca de la comprensión del tema. Que no se concluye y mucho menos resuelven los problemas existentes, pero se contribuye en ese camino.

Repetiremos el párrafo final de la presentación de la primera edición del libro *Sistemas Dinámicos*: “La idea básica para presentar el presente trabajo es (re)abrir una discusión fuera de las cuatro paredes. Quisiéramos que otros intelectuales de diferentes disciplinas, es decir la comunidad académica, y por supuesto la empresarial como los representantes de los diferentes niveles de decisión del Estado, compartan de esta idea, en donde: la academia, la empresa y el estado son componentes para resolver los problemas fundamentales. El Perú, estamos convencidos, así lo requiere.” (2017)

Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas.
Abril 2019

**Análisis del modelo
6toc como la
integración de la
Teoría de
Restricciones, Lean
Manufacturing y Six
Sigma**



Juan Carlos Eyzaguirre Munarriz
Ingeniería Industrial - Pontificia Universidad Católica
del Perú Maestría en Docencia para la Educación
Superior - Universidad Andrés Bello, Chile
Doctorando en Ingeniería Industrial - Universidad
Nacional Mayor de San Marcos
Catedrático Universitario en Universidad Peruana de
Ciencias Aplicadas
Correo electrónico: jeyzaguirre@yahoo.com

Resumen: En el entorno de las empresas de manufactura, los cambios cada vez son más frecuentes y ello implica que sean dinámicas, pero generando que los negocios se tornen con ello cada vez más riesgosos por ser impredecibles. Bajo esas condiciones, se torna más difícil poder lograr, mantener y mejorar la ventaja competitiva. Para poder adaptarse a esos cambios y responder de manera eficaz a los stakeholders, las compañías deben realizar cambios estructurales de sus sistemas y organización desarrollando e implementando nuevos sistemas de información, estrategias de negocios, nuevos conceptos y métodos de gestión de procesos en empresas. En muchos casos, la aplicación de conceptos de negocios simples no es suficiente para resolver los cambios para mantener y mejorar el entorno de la empresa. Uno de los conceptos que pueden aplicarse con buenos resultados es la Teoría de Restricciones, técnica que se enfoca en los factores que restringen la producción en el proceso más lento o más débil (cuello de botella), para ello, se apoya en herramientas que se desarrollaron bajo el paraguas de Lean Manufacturing y de Six Sigma para mejorar y controlar dichos factores. El objetivo de este paper es analizar las posibilidades de aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing y las técnicas de Six Sigma, integradas a la Teoría de Restricciones como una sola metodología para mejorar y mantener los sistemas de producción.

Palabras claves: Teoría de Restricciones/ Lean Manufacturing/ Six Sigma/ Sistemas de manufactura/ Integración de metodologías.

Abstract: In the environment of the manufacturing companies, the changes are increasingly frequent because they are in a globalized environment and of permanent competition. This implies that they are dynamic, but generating that businesses become increasingly risky because they are unpredictable. Under these conditions, it becomes more difficult to achieve, maintain and improve competitive advantage. In order to adapt to these changes and respond effectively to stakeholders, companies must make structural changes to their systems and organization by developing and implementing new information systems, business strategies, new concepts and methods of business process management. In many cases, the application of simple business concepts is not enough to solve the changes to maintain and improve the company's environment. One of the concepts that can be applied with good results is the Theory of Constraints, a technique that focuses on the factors that restrict production in the

slowest or weakest process (bottleneck), for this, it relies on tools that were developed under the umbrella of Lean Manufacturing and Six Sigma to improve and control these factors. The objective of this paper is to analyze the possibilities of application of Lean Manufacturing tools and Six Sigma techniques, integrated to the Theory of Constraints as a single methodology to improve and maintain production systems.

Keywords: Theory of Constraints/ Lean Manufacturing/ Six Sigma/ Manufacturing systems/ Methodologies integration.

1. Introducción

En este documento se analizará una estrategia utilizando la fusión de metodologías que comprende a la Teoría de Restricciones (TOC), Lean Manufacturing (LM) y Six Sigma (SS). Existen estudios y también implementaciones de combinaciones de estrategias TOC y SS, LM y SS, TOC y LM, pero son muy pocas las que consideran a las tres estrategias combinadas porque se estimaba que en conjunto eran divergentes y no se enfocaban en el mismo objetivo. El propósito de esta investigación es analizar lo que mencionan varios autores acerca de la fusión, y las ventajas y desventajas de su utilización. Creasy y Less (2013) mencionan que el híbrido 6TOC tiene elementos TOC, LM y SS. SS se enfoca en la mejora de la calidad y reducir la variación de la producción, mientras que LM se enfoca en eliminar mermas y desperdicios en todas de sus siete formas (7 mudas); cuando estas dos filosofías se combinan con TOC y el enfoque es el cuello de botella, se genera una poderosa combinación si es correctamente administrada para incrementar la productividad. Usando los cinco pasos de TOC, los cuellos de botella son explotados y elevados con SS y herramientas de LM.

2. Revisión de literatura

Para entender de qué trata 6TOC, debemos analizar los conceptos involucrados en esta combinación de forma separada. En esta sección se proporciona una descripción de los conceptos de Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma, seguida de combinaciones TOC y LM, TOC y SS, LM y SS, y finalmente una introducción de 6TOC.

2.1. Teoría de Restricciones (TOC)

Cox, J. (2015), relata que Eliyahu Goldratt, el padre de la Teoría de Restricciones, al definir TOC lo hizo con una sola palabra: Enfoque, y que ello se debe entender como: hacer lo que se debe hacer. Los gerentes usan el principio de Pareto, también llamado la regla 80-20, que sostiene que el 80 por ciento de los resultados son dictados por el 20 por ciento de los elementos del sistema, para ayudarlos a identificar las acciones correctas. Sin embargo, en un entorno caracterizado por recursos dependientes y alta incertidumbre, Goldratt creyó que la regla debería ser que el 99.9 por ciento de los resultados son dictados por el 0.1 por ciento de los elementos del sistema. Goldratt llama a este 0.1 por ciento de elementos como restricciones, las restricciones no son ni malas ni buenas, simplemente marcan el rendimiento del sistema. Para mejorar rápidamente cualquier sistema, el administrador debe concentrarse en la restricción (el punto de apalancamiento del sistema o proceso que soporta el sistema). Goldratt definió aún más el enfoque como hacer lo que se debe hacer y no hacer lo que no se debe hacer. Hay literalmente miles de acciones que tendrían poco o ningún impacto, y en algunos casos un impacto negativo en el objetivo de la organización, por lo que no deberían ejecutarse dichas acciones, son un desperdicio de tiempo para los gerentes o administradores de la producción.

A continuación se proporcionan conceptos de enfoque y cómo identificar las acciones correctas e incorrectas. Para lograr el enfoque, TOC apela a tres Procesos de Mejora Continua llamados POOGI¹:

1. Los cinco pasos de enfoque.
2. La secuencia de cambio que consiste en tres preguntas.
3. La gestión del buffer o amortiguador.

La mayoría de los ingenieros industriales están familiarizados con los cinco pasos de enfoque al leer la novela *The Goal (La Meta)*, que fue escrita por Goldratt y Jeff Cox.

El primer POOGI son los cinco pasos de enfoque:

1. Identifique la (s) restricción (es) del sistema.
2. Decida cómo explotar la (s) restricción (es) del sistema.
3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.
4. Elevar la (s) restricción (es) del sistema.
5. ¡Advertencia! Si en los pasos anteriores se ha roto una restricción, vuelva al paso uno, pero no permita que la inercia cause una restricción del sistema.

Los cinco pasos de enfoque son apropiados cuando un recurso físico es la restricción. Se han implementado con éxito en miles de organizaciones en todo el mundo, más recientemente en Europa del Este, India y China.

El segundo POOGI es la secuencia de preguntas de cambio, que proporciona tres preguntas que deben responderse secuencialmente si se va a administrar el cambio dentro de un sistema.

Las preguntas son:

- 1.- ¿Qué cambiar?: Se deben cambiar los elementos que tengan mayor impacto en el logro del objetivo de la empresa para ganar más dinero, lograr la excelente satisfacción del cliente y la seguridad y/o satisfacción de los empleados.
- 2.- ¿A qué elemento se cambiará?: Esta pregunta se refiere a que existen muchas soluciones para cualquier problema; es necesario entender el problema antes de definir una solución muy rápida que podría no ser la ideal, entonces, primero entender el problema y sus relaciones con otros elementos del sistema y la solución debería ser simple, de sentido común y de bajo costo.
3. ¿Cómo realizar el cambio?: Con acciones que minimicen la resistencia al cambio.

El tercer POOGI es la gestión de búferes o amortiguadores, que es un mecanismo de control utilizado para identificar, durante la ejecución, donde pueden estar en peligro el Throughput o la fecha de vencimiento, o si puede ocurrir un stock out, etc. Este mecanismo de control es similar a un semáforo con colores verde, amarillo y rojo, se utiliza para indicar las acciones apropiadas, ayuda a los gerentes a tomar acciones proactivas. Tenga en cuenta que para cada POOGI, las acciones que deben tomarse se identifican, y las acciones que no deben tomarse se eliminan fácilmente.

2.2. Lean Manufacturing (LM)

Bailey, Motwani y Smedley (2012) mencionan que a pesar de que el concepto Lean fue introducido por Toyota en la década de 1950 como parte del Sistema de Producción de Toyota (TPS), esta metodología no se hizo famoso hasta que el libro de Jones más vendido “La máquina que cambió el mundo: La historia de la producción Lean”, fue publicado en 1990. El concepto Lean se puede definir como un proceso dinámico de cambio, impulsado por un conjunto de principios y mejores prácticas dirigidas a la mejora continua. Es un enfoque sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, con un enfoque en hacer fluir el producto de acuerdo al pedido del cliente en busca de la perfección.

¹ Processes Of Ongoing Improvement (POOGI)

Con el tiempo, el concepto Lean evolucionó y extendió su significado desde la producción Lean a un modelo empresarial completo, y finalmente incluso a un modelo empresarial Lean extendido que comprende cinco pasos fundamentales involucrados en la aplicación del concepto Lean que son:

1. Identificación de valor: el concepto Lean se centra en identificar lo que los clientes perciben como valor en productos y servicios.
2. Análisis del flujo de valor: en el enfoque Lean, una vez que se aclara el concepto de valor, la organización identifica su flujo de valor para productos y servicios, y se enfoca en eliminar cualquier actividad y proceso que no agregue valor.
3. Flujo: el paso de flujo se enfoca en asegurar de que los productos y servicios fluyan continuamente sin interrupciones en el flujo de valor.
4. Jalar (Pull): Los productos o servicios se producen solo después de que el cliente realiza un pedido.
5. Perfección: La organización se esfuerza por lograr la perfección y como parte del proceso de mejora continua, se centra en eliminar regularmente todas las actividades que no agregan valor.

Nave (2003), menciona que LM se enfoca en reducir desperdicio, que es definido como cualquier cosa no necesaria para realizar la producción del producto o servicio. Define que los pasos de LM son cinco:

1. Identificar las características que generan valor.
2. Identificar la secuencia de actividades llamada flujo de valor.
3. Hacer que fluyan las actividades.
4. Dejar que el cliente jale el producto o servicio a través del proceso.
5. Mejorar el proceso.

Estos cinco pasos son los mismos pero resumidos de los que define Bailey et.al. (2012), pero menciona también que al aplicar LM, se producen además beneficios secundarios como la mejora de la calidad de los productos o servicios. Los productos reducen su tiempo de procesamiento y ello evita que se produzcan daños en las líneas de procesamiento o que queden obsoletos. La simplificación de los procesos conlleva a reducir variaciones.

Es importante señalar que la metodología LM asume lo siguiente:

- Las personas valoran el efecto visual del flujo, esto quiere decir que se percibe que todo fluye más rápido sin necesidad de hacer cálculos complejos.
- El desperdicio es la principal restricción de la eficiencia.
- Pequeñas mejoras en rápidas sucesiones, son más beneficiosas que estudios y análisis complicados para ser aplicados en un mediano o largo plazo.
- Los problemas de la interacción de los procesos se resolverán mejorando la cadena de valor.

2.3. Six Sigma (SS)

Bailey et.al. (2012) menciona que el enfoque SS se desarrolló inicialmente en Motorola y se mejoró sustancialmente durante su aplicación en General Electric. Los enormes ahorros reportados por General Electric aumentaron el interés por SS a fines de la década de 1990. SS se refiere a la capacidad de un proceso para entregar unidades dentro de los límites de calidad establecidos. Para que una compañía sea clasificada como una compañía SS, no debe tener más de 3.4 defectos por millón de oportunidades en cualquier proceso, producto o servicio. Si una empresa se enfoca en lograr SS, trata de eliminar sistemáticamente los defectos de un proceso para poder acercarse lo más posible a la perfección. A lo largo del tiempo, SS se ha

convertido en una iniciativa de Cambio de Procesos de Negocios (BPC²), que combina herramientas de control estadístico y gestión de calidad total con un enfoque en la satisfacción del cliente. Harmon (2007), sostiene que SS se convirtió en un programa de capacitación integral que buscó crear conciencia del proceso por parte de todos los empleados en una organización. Las organizaciones que abrazan SS no solo aprenden a usar una variedad de herramientas SS, también adoptan toda una cultura dedicada a la capacitación de los empleados para apoyar el cambio de procesos en toda la organización.

Bailey et.al. (2012) concluyeron que existen dos metodologías principales utilizadas en SS. Six Sigma DMAIC es un proceso que define, mide, analiza, mejora y controla los procesos existentes, mientras que Six Sigma DMADV, define, mide, analiza, diseña y verifica nuevos procesos o productos que intentan alcanzar la calidad SS.

Las fases de DMAIC incluyen lo siguiente:

- Definir: esta fase define el proceso o producto que necesita mejoras. Se identifican los requisitos críticos de los clientes y se crea un mapa de los procesos que deben mejorarse.
- Medir: esta fase implica seleccionar las características del producto, mapear los procesos respectivos, realizar las mediciones necesarias y registrar los resultados del proceso.
- Analizar: En esta fase, se crea un plan de acción para cerrar la "brecha" entre cómo funcionan las cosas actualmente y cómo la organización desea que funcionen para cumplir los objetivos de un producto o servicio en particular.
- Mejorar: esta fase implica mejorar los procesos y/o características de rendimiento del producto para lograr los resultados y objetivos deseados.
- Controlar: esta fase requiere que las condiciones del proceso estén debidamente documentadas y monitoreadas a través de métodos estadísticos de control del proceso.

3. Combinación de Metodologías

3.1. TOC y LM combinadas

Se tienen los siguientes puntos de similitud entre los enfoques TOC y LM:

- El objetivo común es aumentar las ganancias
- El valor es definido por el cliente
- El factor calidad es esencial para ambos.
- Apoyan la producción en lotes más pequeños.
- Apuntan al flujo continuo y al aumento de la capacidad.
- Buscan minimizar el inventario.
- La participación de la fuerza laboral juega un papel importante en el despliegue exitoso del método y las herramientas.

Los puntos comunes de TOC y LM son:

- La percepción del valor desde la perspectiva del cliente: el valor LM está claramente definido en la TOC; en ambos casos se afirma que las percepciones de valor del cliente son un factor clave para aumentar la ganancia del producto.
- Value Stream: Lean adopta el término Value Stream (valor añadido), y TOC adopta el término valor agregado para aclarar que el valor percibido por el cliente está definido por una cadena de interdependencias entre la fábrica y los proveedores.
- Jalar la Producción: ambos ofrecen técnicas para controlar el flujo utilizando el concepto de jalar la demanda del mercado. LM jala de forma secuencial, se inicia con la misma venta hasta llegar a la orden de trabajo que es la señal para que inicie el flujo de producción (kanban). En TOC, jalar la producción es la esencia de DBR (Drum-Buffer-

² Business Process Change (BPC)

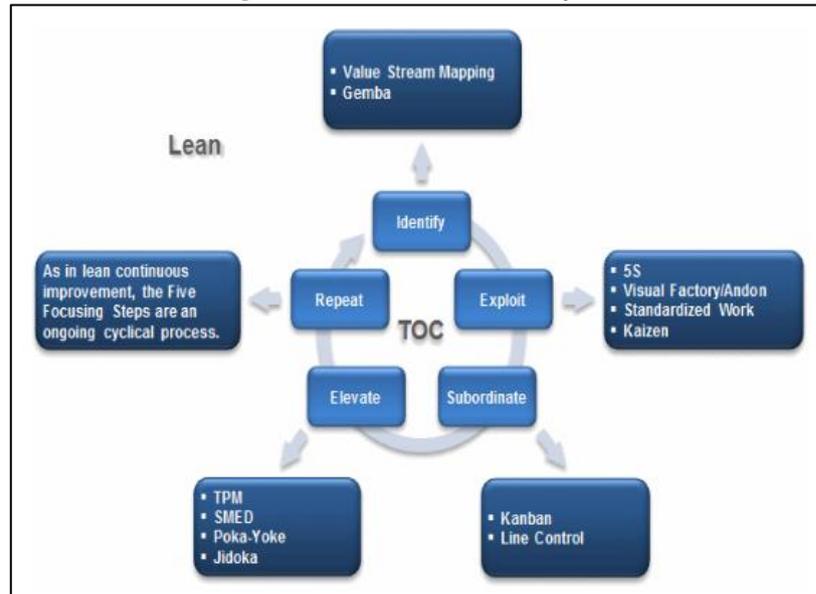
Rope), que sincroniza el cuello de botella con la demanda del mercado y se libere material en el sistema.

- La búsqueda de la perfección: la mejora continua es la única forma que una empresa prospere después de un cambio.

Se muestran continuación resultados de análisis de haber utilizado TC y LM:

- Lean opera con menos inventario y tiempos de entrega, mientras que TOC genera una mayor productividad.
- TOC es adecuado para sistemas con variabilidad y tiempo de inactividad relativamente altos (no hay disponibilidad del producto), mientras que LM es mejor para reducir la variabilidad y el tiempo de inactividad del sistema.
- El rendimiento de TOC es mejor que LM. LM tendría que eliminar prácticamente toda la variabilidad del sistema para que el rendimiento sea similar al de TOC.
- El uso combinado de LM y TOC puede dar como resultado un mayor rendimiento en comparación con el uso de los enfoques individuales.
- TOC es más tolerante a la variabilidad, tiene menos tiempo de entrega y necesita en promedio un 50% menos que el inventario LM para la misma productividad. Esta información se basa en la estrategia de enfocarse en la gestión del cuello de botella, en lugar de gestionar por igual todos los recursos del sistema productivo.
- Existen técnicas específicas para abordar el problema de la sincronización: la lógica Drum-Buffer-Rope (DBR) para TOC, y Kanban para LM.
- Ambos están relacionados con la mejora continua de los sistemas productivos.
- En cuanto a los costos, el objetivo de LM es reducir los costos fijos y variables, mientras que para TOC la reducción de costos es limitada y la generación de ganancias es ilimitada.
- TOC acepta la variabilidad e inestabilidad de la demanda y las operaciones estratégicas utilizando el búfer o amortiguador (tiempo, capacidad), mientras que LM busca constantemente reducir la variabilidad.
- Existe una superposición sustancial entre los paradigmas del pensamiento LM y el TOC, donde el TOC proporciona un marco o guía para guiar los esfuerzos, y LM evita toda acción innecesaria.

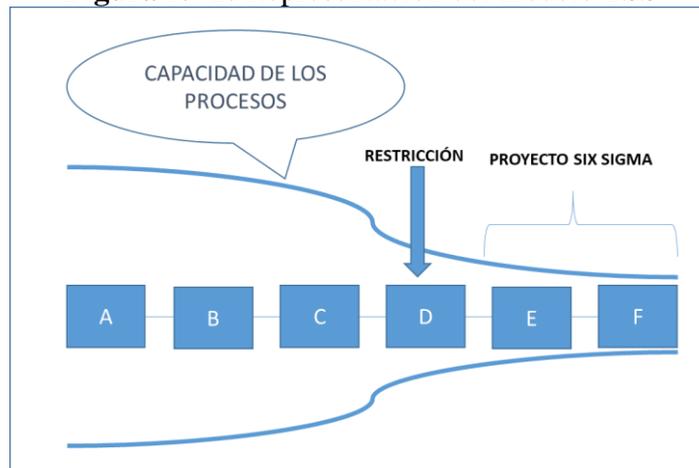
El modelo combinado TOC y LM sigue la secuencia mostrada en la Figura 1.

Figura N°1: Modelo TOC y LM

Fuente: Antic y Novisevic (2015)

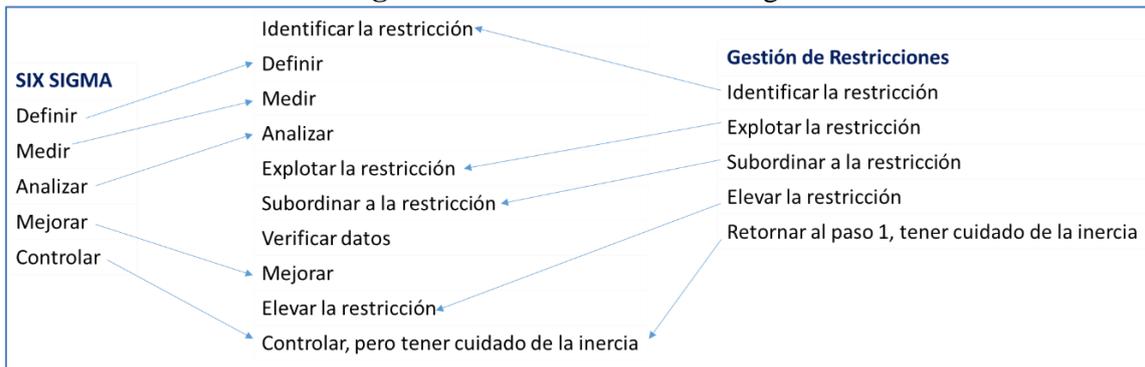
3.2. TOC y SS combinadas (TSS)

Kai Jin, Abdul-Razzak y Elkassabgi (2009) mencionan que la combinación TSS es una estrategia para empresas que tienen la necesidad de mejorar además de la calidad de sus productos y servicios, la eficiencia y productividad de sus líneas de producción. Este modelo integrado es ideal para empresas donde los recursos financieros son limitados o la línea de producción no es lo suficientemente rentable como para implementar un modelo SS puro. La Figura 2 representa diferentes procesos seguidos uno del otro, las curvas son la capacidad de cada proceso; la capacidad disminuye y aparece el cuello de botella; después de este proceso, la capacidad se mantendrá igual hasta el final de la línea y es allí donde trabaja el Six Sigma.

Figura N° 2: Representación del modelo TSS

Fuente: Kai .J et. Al (2009)

La integración de los modelos se basa en ambas disciplinas, esto permite generar un modelo de mejora con una secuencia conocida. Ambas disciplinas tienen sus propios pasos y fases a seguir, el modelo fusionará ambos para seguir una secuencia como la que muestra la Figura 3.

Figura N°3: Fusión de metodologías TSS

Fuente: Kai .J et. al, (2009)

Diego (2015), realiza el análisis de TSS afirmando lo siguiente:

- El proceso de pensamiento del análisis de TOC y la resolución de problemas utiliza un lenguaje que requiere una guía intelectual compleja por parte de expertos calificados y un enfoque diferente para la administración y para los operadores.
- El enfoque de SS es el cliente y el enfoque de TOC es la organización.
- SS requiere soluciones en profundidad, TOC puede encontrar cuellos de botella y evitarlos.

La forma común de integración entre TOC y SS es identificar la restricción de la empresa y usar SS para reducir su variación o resolver este problema.

La combinación de los dos enfoques tiene las siguientes ventajas:

1. La restricción se analiza, se mide y se controla mediante un conjunto de herramientas estadísticas, lo que aumenta la comprensión del problema y las decisiones.
2. El cuello de botella es el primer punto que se analiza, por lo tanto la generación de una mayor ganancia financiera para la compañía y el proyecto SS no será elegido por una sola área de negocios, sino por la visión general de que el TOC generará los resultados del proyecto en todo el sistema.

Las desventajas de la combinación:

1. No siempre la reducción de la variación aumentará la capacidad de restricción.
2. Cuando la reducción de la variación aumenta la tasa de producción del cuello de botella, los procesos posteriores pueden generar mayores tasas de rechazo, ya que el enfoque se estableció únicamente en el cuello.
3. Existe incertidumbre de aplicar primero los principios de TOC y luego el diseño SS o viceversa.
4. El modelo de integración TSS asume un entorno con un presupuesto limitado para las mejoras y la aplicación de SS en los recursos posteriores a los cuellos de botella garantiza la calidad y la eficiencia.

Existen similitudes entre los procesos de mejora de SS (DMAIC) y TOC (Cinco pasos de enfoque).

1. El paso inicial es la identificación de restricciones para ambos enfoques.
2. El siguiente paso sigue la lógica de TOC utilizando su capacidad para explotar las fases de medida de SS y analizarlas como soporte.
3. El siguiente paso también adopta la capacidad de explorar la lógica de TOC utilizando su "Fase de mejora" de SS y sus herramientas estadísticas para eliminar los problemas y las causas indicadas en el paso anterior.

4. El paso cuatro utiliza el paso subordinado de TOC y el "control" de SS para garantizar que todas las acciones tomadas anteriormente se apliquen en el sistema.
5. En el paso cinco, se realizan esfuerzos para aumentar la capacidad de la restricción.
6. El último paso evalúa la siguiente restricción para evitar la inercia del sistema.

3.3. LM y SS combinadas (LSS)

Bailey, Motwani y Smedley (2012) definen LSS como la combinación de las mejores características de LM y SS en la búsqueda de una mejora sostenida. Es una metodología de mejora empresarial que se centra en maximizar el valor al lograr tasas más rápidas de mejora de la satisfacción del cliente, tales como el costo, la calidad, la velocidad del proceso y el capital invertido. Muchas organizaciones importantes y líderes mundiales como Xerox Corporation, General Electric, Johnson y Johnson y Dell, han implementado con éxito el enfoque LSS en sus organizaciones. La Tabla 1 muestra los principios de LM, SS y LSS.

Table 1 Overview of Lean, Six-Sigma and LSS

Approach	Lean	Six Sigma	LSS
Objectives	Provide high value to the customer by reducing waste	Product and process improvement, minimisation of variation	Reduce Variation Speed up production Reduce waste
Principles	Use the best practices and processes to improve efficiency, reduce costs and speed up the process	Keep the number of defects below 3.4 per million opportunities	Use the best practices of Six Sigma and Lean Increase market share of the organisation
View of waste	Non-value adding activities	Variation	Variation Non-value adding activities
Methodology	Identify value Define value stream Determine flow Define pull Improve process	Define Measure Analyse Improve Control	Tools used in Six Sigma and Lean
Tools and Techniques	Value stream mapping, work cell design, 5S, mistake proofing, set-up reduction, takt modelling, visual controls, and other TPS tools	Statistical process control charts (histograms, normal distribution graphs, flowcharts, etc.) and quality management tools (activity network diagrams, affinity diagrams, etc.)	Tools used in Six Sigma and Lean
KPI	Value provided to the customer	Number of defects Customer satisfaction	Customer satisfaction Market share

Source: Modified from Bhuiyan et al. (2006)

Diego (2015) analiza LM, SS y LSS. Afirma que existe un límite para la integración porque la estrategia utilizada para la mejora depende del problema a resolver, por lo tanto, debe haber alineación entre los dos enfoques para lograr resultados efectivos. SS debería usarse para impulsar la implementación de los esfuerzos LM.

- Los dos paradigmas aceleran el cambio y pueden ser una herramienta poderosa para alinearse con los aspectos culturales de los proyectos LSS.
- SS se usa típicamente para resolver problemas complejos para los que se desconoce la solución. Es importante recordar que el objetivo es encontrar las causas del bajo rendimiento y no solo centrarse en los síntomas. En este caso, el punto de vista del flujo esbelto contribuye al uso de SS y sugiere el uso simultáneo de enfoques.

Características clave que contribuyen al rendimiento cuando LM y SS se aplican de forma sinérgica:

- Generan resultados financieros positivos.
- Las gerencias participan activamente.
- Utilizan un enfoque disciplinado (DMAIC).
- Sus proyectos se concluyen rápidamente.
- La visión es clara.
- El recurso humano tiene objetivos alineados.
- Enfoque a clientes y procesos
- Uso de un enfoque estadístico.

Consideraciones a tomar en cuenta:

- Los proyectos de mejora de Lean se pueden gestionar utilizando la metodología DMAIC.
- LSS es un modelo que captura la filosofía de la mejora continua y el sistema de conocimiento profundo.
- Existe una diferencia entre los dos sistemas debido a que SS es administrado por unos pocos individuos específicos dentro de una empresa, mientras que en LM, la capacitación involucra a todos los niveles de la empresa para identificar y eliminar actividades sin valor agregado.
- Las compañías que adoptan sistemas LM utilizan datos cuantitativos para tomar decisiones y un enfoque más científico para evaluar la calidad dentro del sistema, mientras que las compañías que utilizan SS necesitan un enfoque de sistemas más amplio, considerando los efectos de las mermas en el sistema como un todo.
- Con el tiempo, LM y SS se han convertido en filosofías mal definidas, dando como resultado una eficacia reducida y muy a menudo las metodologías presentadas se combinan sin una explicación lógica y sin ninguna explicación o base teórica para la elección de las técnicas.
- Muchos proyectos que han intentado implementar LM y SS, no los culminaron obteniendo resultados negativos, el tiempo fue su peor enemigo.

A partir de las consideraciones anteriores, tener en claro que:

- i. Los dos enfoques son complementarios y es factible evaluar la integración entre los dos enfoques.
 - ii. La integración, la gestión del proyecto y la estrategia corporativa deben alinearse en orden para evitar tener sistemas separados con enfoques LM y SS.
 - iii. También se observó que, si se implementa LM individualmente, faltarían herramientas específicas para aprovechar todo su potencial de acuerdo con la complejidad del problema bajo análisis. Del mismo modo, si se implementa un proyecto SS sin la visión sistémica de LM, se olvida el enfoque en el flujo global y se compromete la mejora del rendimiento del proyecto.
-

3.4. Combinación de las metodologías: 6TOC

Diego (2015) menciona que las metodologías TOC, LM y SS se enfocan en la mejora continua, y utilizadas en forma independiente han alcanzado su límite de desempeño con respecto a la competitividad actual. Entonces, se hace necesario encontrar elementos de otros enfoques que tornen más robustas a las estrategias actuales para la mejora continua. Se han realizado análisis de diversos enfoques para proporcionar modelos integrados de mejora continua, es así que se encontraron las siguientes conclusiones:

- i. LM presenta un paradigma más alto basado en la producción “jalar” en comparación con el basado en la producción “empujar”.
- ii. Es posible desarrollar modelos que integren LM y otras metodologías de gestión de calidad.
- iii. La combinación de TOC con otros enfoques indica resultados superiores en comparación con otros modelos.

En la Tabla 2 se muestran características de los sistemas de producción TOC, LM y SS. Nave (2002) comparó TOC, LM y SS, e identificó supuestos comunes entre las tres filosofías y obstáculos para su implementación, además señaló que el mayor desafío para las organizaciones es elegir los puntos fuertes de cada enfoque, pero no realizó un estudio comparativo desde el punto de vista de la revisión lógica que tratara sobre TOC, LM y SS sobre las posibilidades de investigación y los límites de integración para lograr una mejora continua.

Tabla N° 2: Características TOC, LM y SS

Criteria	Theory of Constraints	Lean Manufacturing	Six Sigma
Source	Goldratt (1980)	Toyota (Toyota, Ohno and Shingo-1950's)	Motorola e General Electrics (1980's)
Theory	Manage constraints and generate gains	Elimination of losses and increase profit	Reduce variability
Application structure	1. Identify the constraint 2. Explore the constraint 3. Subordinate 4. Increase the constraint 5. Return to step 1	1. Specify value 2. Identify the value stream 3. Flow 4. Pull 5. Seeking perfection	1. Define 2. Measure 3. Analyse 4. Improve 5. Control
Focus	On constraints	On the flow	On the problem
Goal	Continuous increase in profits	Maximize productivity	Maximize business results
Strategic objective	Synchronize	Simplify	Stabilize
Assumptions	- Emphasis on speed and volume - Analyzes existing systems - There is interdependence between processes	- The reduction of wastes increases business performance - Several small improvements are better than the overall analysis system	- There is a problem - Statistical tools are used - Improvements in the rate of output of the system by reducing the variation in processes
Primary effects	Increases gain rapidly	Flow time reduction	Rate uniform process output
Side effects	- Reduction of inventories and losses - Gain is the meter system performance - Improvement in quality - New accounting system	- Reduces the variability - Generates uniform process outputs - Reduced inventory. - Flow meter is the performance of managers - Improves quality and productivity	- Reduces losses. - Reduces inventory - Variability is the meter performance of managers - Improves quality - Culture change
Deficiencies	Ignore parts of the organization to focus on manufacturing and the restriction	- Does not apply statistical tools or systems analysis - Focus on limited losses	- Does the interdependence within the system - Improvements made processes independently. - Creates elite employees
Ease of implementation	Greater difficulty	Minor difficulty	Medium difficulty
Managerial level application	Top management	First level	Technical level and middle management
Structure implantation	It does not refer	It does not refer	Belts and Champion
Effect on the variability	Absorbs variation	Reduces	Reduces
Major contributions	Systemic view of the restrictions	Pull, takt time, Heijunka, one-piece flow, value stream mapping and respect for people	Organizational structure with experts improvements, projects and guided quantification of cost reductions
Process Aspects	- Metric specific accounting. - Focus on systematic restriction		- Management of the workflow by JIT - Optimization of processes - Tools specific statistics. - Specific Terminologies - Structure specific expert
17. Batch Size	Larger batches for restriction and lower non bottlenecks		Small batches throughout the system It does not refer
Production Control	The algorithm Rope Drum-Buffer-Rope is used to free stuff		Kanban triggers the production release It does not refer
Production Planning	Detailed planning for the restriction and less detailed non-bottlenecks DBR (Drum, Buffer and Rope)		- Detailed planning of final assembly - Other operations are driven to meet the assembly through the Kanban It does not refer
Distribution of knowledge	Knowledge is centered and focused on constraints		Knowledge is shared as a reduction of losses and is the responsibility of all Knowledge centered in Belts and training is highly focused
Culturally dominant aspects	- Requires a change in approach - Extends in all parts of business		- Culture of minimum waste - Emphasis on continual improvement - Empowerment of employees - Changes philosophy - Focus on Customers
Leadership style	Leader of driver profile		Leader facilitator profile Leader of driver profile
Data requirements	Amount and accuracy of data is less critical compared to traditional production methods		Amount and accuracy of data is partly critical of traditional production methods Requires large quantity and accuracy of data for decision making
Inventory	- Inventory is needed to facilitate the production, but the goal is to minimize inventory - Buffers are placed in front of the neck and the intersection between paths of non-bottlenecks and the path of a bottleneck to their production orders		Stock is zero and the target depends on the number of kanbans in the system It does not refer
Capacity planning	- Consider finite capacity - It is planned by computer simulation		- Did finite capacity - It is planned by Kanban It does not refer
Information Technology	Computational resources are needed for deployment		Low need Computational resources used mainly for statistical
Stability Requirements for deployment	- Indifferent, but performs best in environments of medium or low stability		Environment with high stability Indifferent
Indicators of performance management	- Global Indicators: Net Profit, Return on Investment, CashFlow; - Local Indicators: Gain, Inventory, Operational Expenses		- Cost Target - Cost-Kaizen DPMO (Defects Per Million Opportunities)

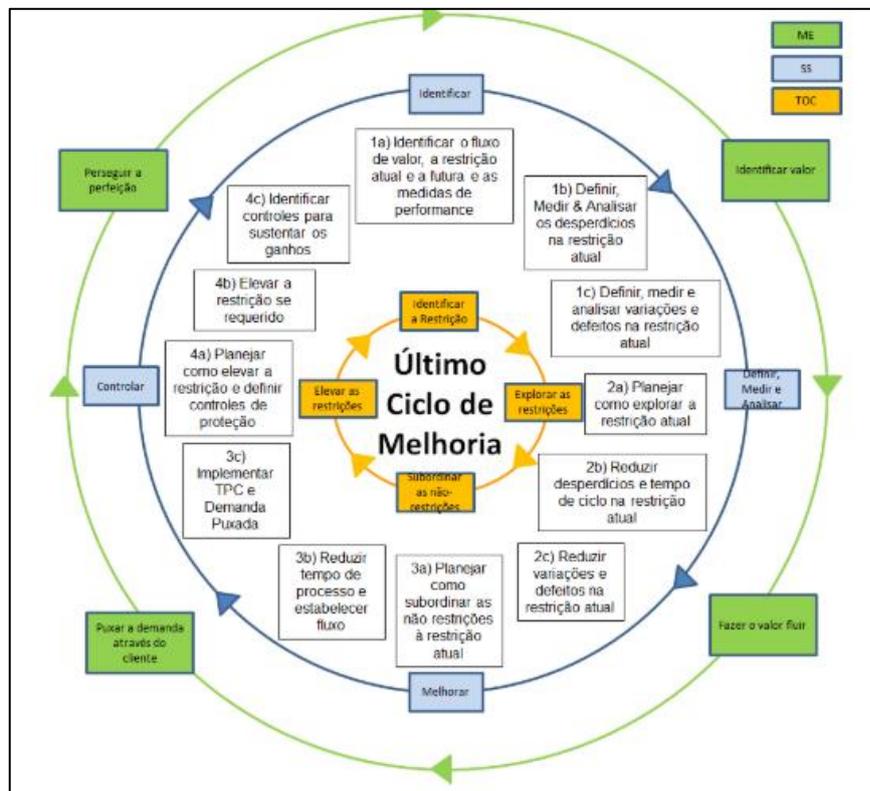
Fuente: Diego (2015)

Sproull (2013) realiza comparaciones de TOC, LM y SS. Menciona respecto a que hay iniciativas TOC, LM Y SS que han fallado debido a que algunos autores han afirmado que las filosofías LM y SS están en desacuerdo o son contradictorias con el TOC. Otros han sugerido que LM y SS solo son complementarios de TOC. Sin embargo, afirma que LM Y SS son ingredientes esenciales para el éxito de TOC. De la misma manera, el éxito en las iniciativas LM y SS está impulsado por la adopción de TOC como la base para la mejora, porque TOC proporciona los puntos de enfoque y de apalancamiento necesarios para una verdadera mejora.

Agrega que las tres iniciativas, cuando se implementan en conjunto, representan la mejor estrategia posible para maximizar los ingresos y las ganancias. Estas tres iniciativas forman una simbiosis en la que no solo coexisten, sino que también se benefician de la presencia de cada uno.

En la Figura 4 se muestra el diseño de las 3 técnicas combinadas.

Figura N°4: Diseño del Modelo 6TOC



Fuente: Sproull (2013)

El modelo a detalle se presenta a continuación:

Paso 1

- Identificar el flujo de valor, la restricción actual y la próxima restricción; y definir las medidas de rendimiento;
- Identificar, medir y analizar los desperdicios en la restricción actual;
- Medir y analizar las variaciones y defectos en la restricción actual.

El paso 1 muestra una clara identificación de cómo y dónde iniciar el proceso de mejora continua. Inicialmente se identifican el flujo de valor actual, la restricción vigente y la próxima restricción. La identificación de la próxima restricción es un punto importante de este modelo para que se tenga una visión a medio plazo de lo que ocurrirá después de la realización de las mejoras de la restricción actual. En este paso, es necesario definir las medidas de rendimiento que deberán monitorearse y mejorarse durante el proceso. Los pasos b y c de la primera etapa realizan los tres primeros pasos del DMAIC para conocer los desperdicios (LM) y las variaciones (SS) de la restricción actual.

Paso 2:

- Planear cómo explotar la restricción actual;
- Reducir el desperdicio y el tiempo de ciclo en la restricción actual;
- Reducir la variación y los defectos en la restricción actual.

El segundo paso del modelo realiza la etapa de explotación de la restricción de la TOC, utilizando las herramientas de reducción de desperdicio y de variación de LM y SS. El uso de

kaizen de proceso, del SMED, de los sistemas a prueba de errores, del trabajo estandarizado, de los histogramas y cartas de control son apropiados para alcanzar los resultados en este paso. De esta forma, una planificación correcta es necesaria para que pueda actuar en el lugar adecuado. En este momento, la utilización de información obtenida a través del MES³ puede acelerar el proceso de obtención de datos de la restricción de recursos y proponer más tiempo para el análisis, la aplicación de las herramientas y el entrenamiento.

Paso 3:

- a. Planificar como subordinar las no restricciones a la restricción actual;
- b. Reducir el tiempo de procesamiento y establecer el flujo;
- c. Implementar el sistema DBR: el búfer o amortiguador para la restricción y el sistema de jalar la producción.

Esta es la etapa destinada a la mejora del flujo de producción, reducción takt time y del WIP. Programar en un único punto, subordinar todos los recursos no restrictivos a la restricción actual e implementar el sistema de producción “jalar” son las consignas en este paso. Los sistemas avanzados de planificación y programación (APS) son deseables en este momento para que sea posible simular escenarios de utilización de Kanban y DBR para programar con menores costos, mejor flujo, mayor margen de contribución, etc. El mejor método dependerá del momento actual de la empresa y de la planificación estratégica.

Paso 4:

- a. planear cómo elevar la restricción y definir controles de protección;
- b. elevar la restricción, si es necesario;
- c. implementar controles de protección para sostener las ganancias.

El cuarto y último paso del modelo 6TOC es la implementación de los últimos pasos de cada filosofía: buscar la perfección (LM) por medio de la elevación de la restricción (TOC) e implementar los controles (DMAIC) que sustentan las ganancias. La utilización de sistemas a prueba de errores, gráficos de controles, trabajo estandarizado y auditorías es importante para disciplinar a las personas y para hacer las mejoras más efectivas. Este es un paso de extrema importancia, que requiere mucha disciplina y compromiso del alto liderazgo. De acuerdo con los autores, no se debe utilizar sólo una filosofía de mejora continua en detrimento de la otra. Para reducir los tiempos de ciclos y aumentar la rentabilidad de la empresa, se deben utilizar las tres filosofías de forma integrada. Finalmente enfatizar que TOC debe ser el punto de apalancamiento para las iniciativas de mejora de LM y SS.

4. Conclusión

Tomando como referencia lo que concluye Diego (2015), se define lo siguiente:

- TOC y LM tienen la visión de un sistema abierto con respecto al diseño de sistemas de producción, y están vinculados al Paradigma de Mejora de Procesos. En este tema, es necesario decir que SS también busca la mejora continua al reducir la variabilidad de los mismos.
- TOC, LM y SS utilizan el método científico para la solución de muchos problemas relacionados con la gestión de la producción, y ejecutan una lógica deductiva para desarrollar soluciones técnicas específicas para la mejora.

³ Un **Sistema MES (Manufacturing Execution System** en inglés) es un software enfocado al Control de la Producción, que monitoriza y documenta la gestión de la planta.

- Los tres enfoques pueden ser considerados como de gestión de privilegios a partir de mejoras del subsistema, es decir, dan prioridad a las mejoras de la gestión del subsistema y la gestión de la innovación.
- El objetivo principal de las tres propuestas es buscar la mejora continua de los indicadores. En TOC se hace monitoreando los Indicadores Globales y Locales, LM utiliza la lógica del costo objetivo y el costo Kaizen, y SS utiliza Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO).

Los resultados sugieren que TOC, LM y SS tienen muchos elementos complementarios que se superponen a lo divergente, aunque existe todavía mucho que explorar sobre este tema y mejorar la teoría y la práctica de la ingeniería industrial para aumentar la productividad de los sistemas de producción.

5. Literatura Citada

- Antic, L., & Novicevic, B. (2015).** LEAN CONCEPT TECHNIQUES FOR OVERCOMING CONSTRAINTS OF BUSINESS a, (179066), 905–924
- Bailey, A. Y. A., Motwani, J., & Smedley, E. M. (2012).** When Lean and Six Sigma converge: a case study of a successful implementation of Lean Six Sigma at an aerospace company. *International Journal of Technology Management*, 57(1/2/3), 18.
- Cox, J. F. (2015).** Unlocking the service sector. *Industrial Engineer*, 30–36.
- Creasy, T., & Less, O. (2013).** Combinig lean, Six Sigma and theory of constraints creates a process improvement powerhouse. *ASQ Quality Progress*, 46((6)), 26–32.
- Diego, A. de J. P. (2015).** TOC, lean and six sigma: The missing link to increase productivity? *African Journal of Business Management*, 9(12), 513–520.
- Harmon, P. (2007).** *Business Process Change A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals Second Edition*. Retrieved from www.bptrends.com
- Kai Jin, Hyder Abdul-Razzak, Yousri Elkassabgi, Hong Zhou, and A. H. (2009).** Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma in Manufacturing Process Improvement. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 3(1), 85–89.
- Nave, D. (2003).** How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. *QUALITY PROGRESS*.
- Sproull, B. (2013).** The Ultimate Improvement Cycle. *Six Sigma*, 1–5.

**Aplicación de la
metodología de
producción más limpia
en la industria química**



Jéssica Guevara Sáenz de Viteri
Ingeniera Industrial – Universidad Nacional Mayor de
San Marcos.
Universidad de Guayaquil, Ecuador
Correo electrónico: jessica.guevara@unmsm.edu.pe

Resumen: En términos generales la gestión ambiental busca fortalecer la competitividad de los diversos sectores productivos, usando metodologías como la de PML con fines de mejorar la eficiencia en los procesos, reducir los costos operativos y mejorar la relación con el entorno a través de la reducción de impactos, manejo y gestión de residuos sólidos, tratamiento de efluentes y control de contaminantes atmosféricos

Palabras claves: Reducción de impactos/ Manejo y gestión de residuos sólidos/ Tratamiento de efluentes/ Control de contaminantes atmosféricos.

Abstract: In general terms, environmental management seeks to strengthen the competitiveness of the various productive sectors, using methodologies such as PML in order to improve the efficiency of processes, reduce operating costs and improve the relationship with the environment through the reduction of impacts, management and management of solid waste, treatment of effluents and control of air pollutants.

Keywords: Impact reduction / Solid waste management and management / Effluent treatment / Control of atmospheric pollutants.

1. Introducción

Durante las últimas décadas la visión empresarial ecuatoriana ha evolucionado con respecto al cuidado del entorno, control y prevención de contaminación; así como la reducción de residuos durante los procesos industriales.

Dentro de este contexto, el gobierno del Ecuador establece a partir del año 2001 la legislación ambiental a través de la implementación del TULSMA Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente en la cual se establecen parámetros de control para: los contaminantes atmosféricos, desechos sólidos y aguas residuales con el fin de regularizar ambientalmente los procesos industriales en el territorio ecuatoriano. Y a partir del año 2009 se elabora un modelo para el desarrollo de un Estado plurinacional e intercultural; que permita lograr el Buen Vivir de las y los ecuatorianos. Este modelo está planteado en las doce estrategias de acción, donde la sostenibilidad forma parte del eje central de ejecución y articulación de actividades enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Senplades, 2017).

La etapa conocida como tratamiento al final del tubo, implica acciones al final de los procesos cuando se han generado los residuos y esto demanda la inversión en infraestructura adicional con el propósito de aplicar alternativas tecnológicas para dicho tratamiento. Razón por la cual, la metodología de Producción Más Limpia resulta atractiva en el ámbito empresarial; por cuanto se analizan actividades durante las diversas etapas en los niveles de producción con el propósito de lograr: el uso eficiente de materias primas, insumos, energía, agua de manera que se logre la minimización o eliminación de residuos durante los procesos.

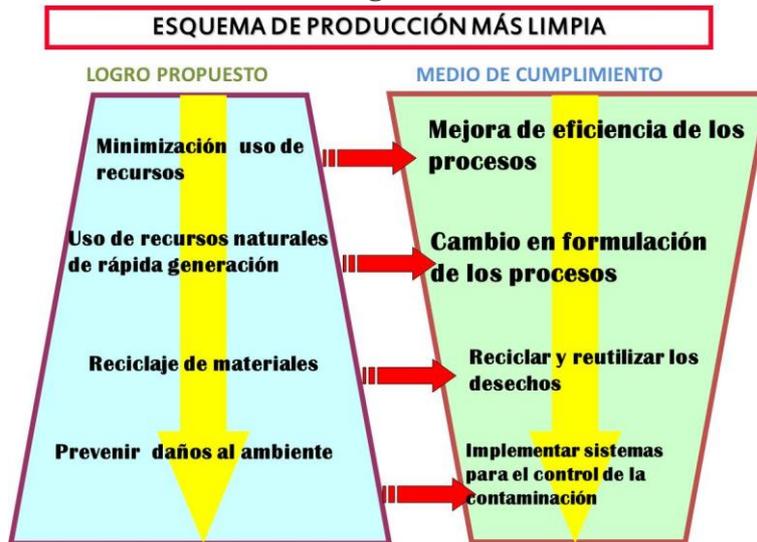
La metodología en Producción Más Limpia se define como un “Conjunto de herramientas, prácticas y procesos; que permiten de manera sistemática mantener bajo control las posibles afectaciones al ambiente en un proceso productivo”. que se aplican en los procesos de transformación de materias primas a un producto elaborado, utilizando tecnología, así como la aplicación sistemática de conocimiento técnico, know how, administración y calidad.

2. Material y métodos: Metodología De Producción Más Limpia- PML

La Metodología de PML proporciona herramientas apropiadas dentro de los sistemas de gestión ambiental conservando los principios de la producción industrial relacionados a la competitividad según los estándares nacionales e internacionales, incluyendo las normas ISO, requerimientos locales gubernamentales, responsabilidad social, seguridad y salud ocupacional, buenas prácticas de manufactura, entre otros.

En términos generales la gestión ambiental busca fortalecer la competitividad de los diversos sectores productivos, usando metodologías como la de PML con fines de mejorar la eficiencia en los procesos, reducir los costos operativos y mejorar la relación con el entorno a través de la reducción de impactos, manejo y gestión de residuos sólidos, tratamiento de efluentes y control de contaminantes atmosféricos. Figura 1

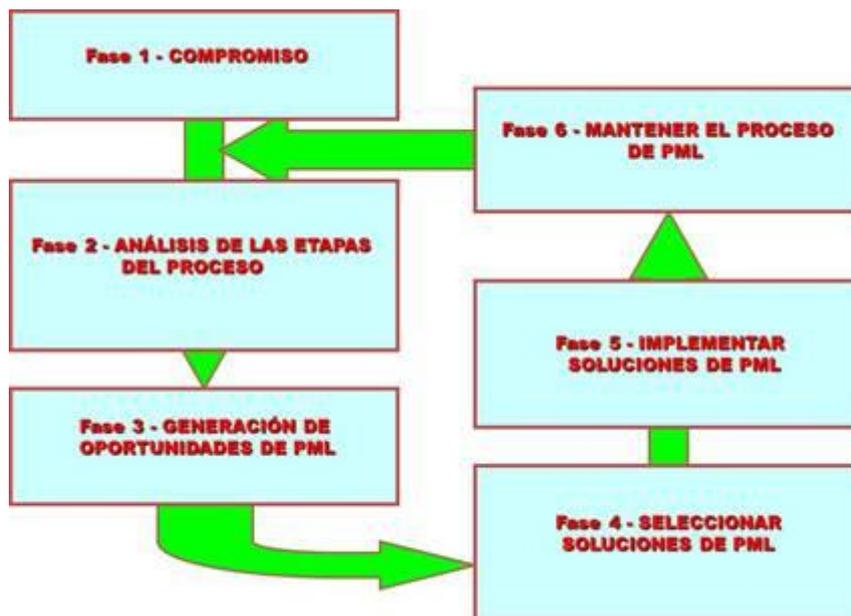
Figura N° 1



Fuente: Material de consultores PML Fundación Carl Dusberg Gesellschaft (2003)

A continuación, se describirá el ciclo de la metodología de PML. Figura 2

Figura N° 2: El ciclo de la metodología PML aplicado en el caso de la empresa ABC de químicos



Fuente: Material de consultores PML Fundación Carl Dusberg Gesellschaft y CNTL 2003

Fase 1. Compromiso

Hace referencia a la participación de la gerencia en la toma de decisiones dentro de la implementación de Producción Más Limpia en la empresa debido a conlleva una serie de decisiones de tipo administrativo- financiero tales como: generación de cuadros de inversiones en caso de requerir compra de equipos, construcción y /o mejora de infraestructura , disponibilidad de personal para monitoreos internos, disponibilidad de tiempos extras para operarios dentro del plan de mejora programado en PML, cambios de materias primas y en general cambios en procesos entre otros.

Por las razones anteriormente mencionadas es necesario contar con el aval de gerencia y por ende con los mandos medios; caso contrario la efectividad del Plan de mejora será imperceptible; convirtiéndose en una simple capacitación que difunde conceptos de prevención ambiental y mejora productiva.

Dentro de la fase 1 se contempla además la conformación del ecoequipo de trabajo para liderar todas las acciones que serán programadas en el Plan de mejora, ellos se transformarán en los portavoces de las decisiones adoptadas por Gerencia como resultado de varios análisis y reuniones.

Del ecoequipo se nombrará un Líder para la Implementación PML; el que actuará entre los mandos medios y bajos de la empresa en conjunto con un Consultor externo.

Fase 2. Análisis de las etapas del Proceso

En esta segunda fase se iniciará con la descripción e inspección de instalaciones en la empresa, durante esta fase se tendrá el acompañamiento de un consultor externo que interactuará con el ecoequipo nombrado en le primera fase. El rol del consultor consiste en aclarar situaciones técnicas que se presentan durante la inspección de las instalaciones, así como en el recorrido del proceso.

En la primera visita suele realizarse la inspección cuyo resultado es la identificación de aspecto ambientales en general y que posteriormente serán investigados específicamente, es importante contar con la presencia del consultor externo porque siendo externo, podrá notar aquellos aspectos ambientales que suelen pasar inadvertidos por la cotidianidad.

Una de las herramientas empleadas durante el recorrido al proceso, son los listados de chequeo los cuales cubren varios aspectos tales como:

Uso de agua, consumos energéticos, peligrosidad de materias primas asociadas a la manipulación y conceptos de CRETIB; así como otras situaciones de riesgo que generan derrames, peligros para la salud debido de las emisiones atmosféricas, condiciones de almacenamiento e iluminación de áreas, entre otros

Para el CASO DE LA EMPRESA ABC DE QUÍMICOS, se trata de un proceso de fabricación de masilla plástica que emplea materia prima (microesferas) que ingresaban al proceso después de la etapa de coloración, provocando una incorporación lenta al producto, lo cual provocaba material particulado en el área del proceso.

El caso se trata de la Disminución de la emisión de partículas volátiles de microesferas mediante el cambio en el orden de las operaciones de producción

Durante la ejecución de esta fase, se recopiló información general del proceso productivo, el cual trata de la producción de masilla plástica automotriz. Para el registro del detalle del proceso productivo se empleó la herramienta “flujograma de operaciones” y par a tal efecto, se requirió de cantidades específicas de: insumos, consumos de caudales de agua y kwh de energía, desechos y aguas residuales generados según cada nivel del proceso. Sin dejar de mencionar la capacidad de producción.

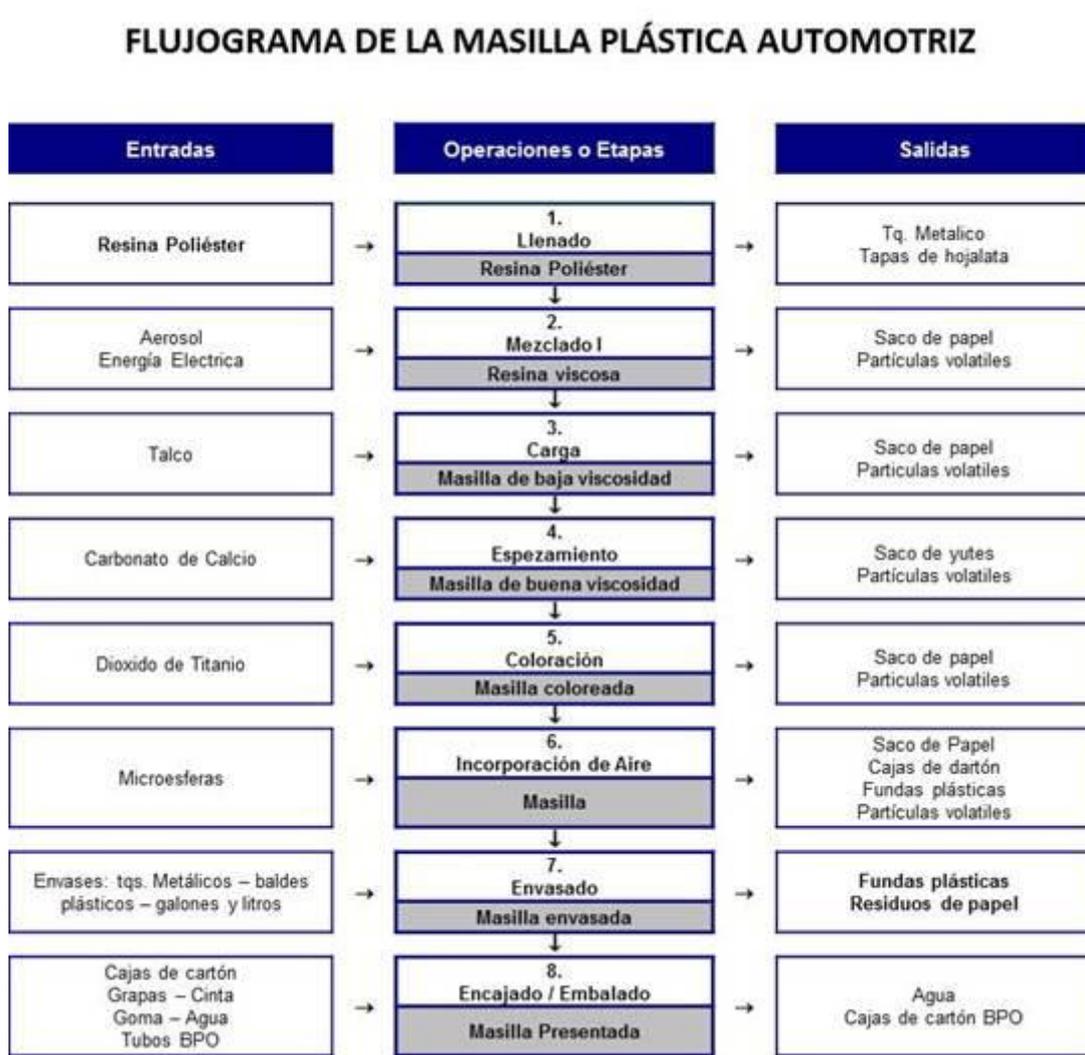
El flujograma del proceso esquematiza los niveles de operación representados por los rectángulos, flujo indicado por las flechas, identificación de entradas y salidas por niveles. Se incluye la representación de los flujos de entradas a través de flechas colocadas en las columnas izquierdas del flujograma, para las salidas se ubicarán en la columna derecha.

Como descripción de lo anterior se aprecia la figura 3 y para el CASO de Empresa ABC se analizó la posibilidad de cambiar el orden de ingreso de la materia prima (microesferas) al proceso, luego de la etapa de mezclado, a fin de minimizar partículas volátiles en el área del proceso y mejorar la incorporación de esta materia en el producto.

En la Figura 3 se ha incluido en los flujos de salida el producto principal, los desechos sólidos tales como: sacos de papel, fundas plásticas, cajas de cartón, tapas de hojalatas; así como el agua residual y emisiones atmosféricas constituidas por las partículas volátiles.

En la parte inferior de cada nivel se ha identificado los productos intermedios. Cabe mencionar que el flujograma del proceso contempla el registro desde la etapa del llenado hasta el embalado de la masilla

Figura N° 3



Fuente: L. Feijoo, 2006, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia ESPOL, Guayaquil, Ecuador

Fase 3. Generación de Oportunidades de PML

Se trata de cuantificar los aspectos ambientales identificados durante el recorrido para el levantamiento del flujograma Figura 3, buscando establecer acciones con su respectivo análisis de impactos ambientales que posteriormente en las siguientes fases definirá el plan de mejora para el modelo de PML.

Los parámetros a cuantificar se convertirán en indicadores con el propósito de dar seguimiento al plan del modelo de PML.

La cuantificación preferentemente se realiza por lotes según el sistema de producción en la empresa y para ello se vale del uso de equipos de medición. Ejemplo: balanzas, medidores de caudales y energía, vertederos, entre otros.

En la Figura 4 se puede apreciar el detalle de los consumos energéticos en las entradas y la cuantificación de residuos sólidos en la salida del flujograma. Para efectos de cuantificación de emisiones atmosféricas se requirió de un monitoreo de partículas volátiles de acuerdo al marco legal ambiental regulatorio en Ecuador según el TULSMA.

Figura N° 4

Nombre del proceso: FABRICACIÓN DE MASILLA PLÁSTICA

Período y referencia de realización de la evaluación: UN LOTE (BATCH) DE PRODUCCIÓN DE MASILLA PLÁSTICA

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua (m3)	Energía (Kw)	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos (Kg)	Emisiones Atmosféricas
Resina Poliéster	0	0	1. Producto*	0	21 Kg tanques metálicos	
Aditivo tixotrópico	0	0.466	2. Producto*	0	0.078 Kg Papel	Material Particulado
Microesferas	0	0.373	3. Producto*	0	0.611 Kg Papel	Material Particulado
Talco	0	0.933	4. Producto*	0	2.4 Kg Papel	Material Particulado
Carbonato de calcio	0	0.093	5. Producto*	0	0.2 Kg Plástico	Material Particulado
SUBTOTAL						
	0	1.865 Kw		0	3.089 kg Papel 0.2 Kg Plástico 21 Kg tanques metálicos	
PRODUCTOS						
Suma de los productos				490 Kg de Masilla Plástica		
TOTAL						

Fuente: L. Feijoo, 2006, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia ESPOL, Guayaquil, Ecuador

Fase 4. Seleccionar soluciones

Esta fase consiste en establecer la prioridad de resolución y problemas ocasionados por los aspectos ambientales considerados como oportunidades de PML. Estos aspectos serán seleccionados en base a: Costos de tratamientos o pérdidas durante los niveles operativos, impactos al agua, aire y suelo, calidad del producto, relaciones comunitarias con poblaciones vecinas, seguridad de operadores y estándares de cumplimiento de la Ley Nacional.

En la Empresa ABC se estableció el cambio del orden de ingreso de la materia prima (microesferas) durante el proceso, luego de la etapa de mezclado, logrando minimizar partículas volátiles y mejorar la incorporación de esta materia en el producto final de masilla. Figura 5.

Figura N° 5

RESUMEN DE EVALUACIÓN DE DATOS

Etapas del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
MEZCLA	Presencia de Material Particulado	Mejorar procedimientos de operación de carga de materia prima	Capacitación del personal
AIREACIÓN	Presencia de Material Particulado	Cambio en la etapa de entrada de microesferas	Resistencia al cambio por parte del personal
CARGA	Presencia de Material Particulado	Implantar campana extractora de polvo	Recursos Económicos
ESPESAMIENTO	Presencia de Material Particulado	Implantar campana extractora de polvo	Recursos Económicos
COLORACION	Presencia de Material Particulado	Eliminación de materia prima	Resistencia al cambio por parte del cliente
LLENADO	Pérdida de resina en tanques	Lavado de tanques utilizando solventes base	Recursos Económicos, Espacio físico para el área de trabajo, Resistencia al cambio por parte del personal

Fuente: L. Feijoo, 2006, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia ESPOL, Guayaquil, Ecuador

Durante el desarrollo de la fase 4, se realiza la valoración de cada aspecto ambiental identificado de acuerdo al impacto ambiental generado durante el proceso. Esta valoración se realiza de acuerdo a una escala numérica que a la postre permitirá la jerarquización de los aspectos a trabajarse durante el Plan de Mejora de PML y que la gerencia deberá autorizar para el desembolso de las inversiones en caso de ser necesarias.

Los aspectos ambientales serán considerados dentro de las opciones de mejora con el propósito de solucionar, mitigar y minimizar los efectos negativos identificados. A continuación, se muestra en la figura 6 los cambios realizados en el CASO de la Empresa ABC de químicos y considerado como prioritario.

Figura N° 6
Clasificación de los cambios realizados

Tipos de Cambios	Marque una x
Buenas prácticas operacionales	
Cambios en los parámetros del proceso	X
Innovaciones tecnológicas	
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

Fuente: L. Feijoo, 2006, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia ESPOL, Guayaquil, Ecuador

Fase 5. Implementar Soluciones

La implementación de las soluciones para la mejora se plantea de acuerdo a la evaluación numérica asignada y representan los problemas de mayor a menor prioridad según sus causas. No es recomendable esperar el cierre del ciclo de PML para implementar aquellas soluciones para los aspectos de menor relevancia, según el análisis debido a que existen soluciones de carácter práctico, fácil implementación y sin costo alguno que se vincula a las acciones de Buenas prácticas de manufactura.

En términos generales, las soluciones se pueden agrupar. Véase Figura 6.

- Buenas prácticas operaciones
- Cambios en los procesos
- Innovaciones tecnológicas
- Cambio de materias primas
- Cambios en los productos
- Reciclaje interno y externo
- Tratamiento y disposición de desechos

Fase 6. Mantener el proceso de PML

En esta última fase del Ciclo PML, se trata de mantener la autosuficiencia del plan de mejora en la Empresa, así como la puesta en marcha de las acciones planteadas como soluciones PML.

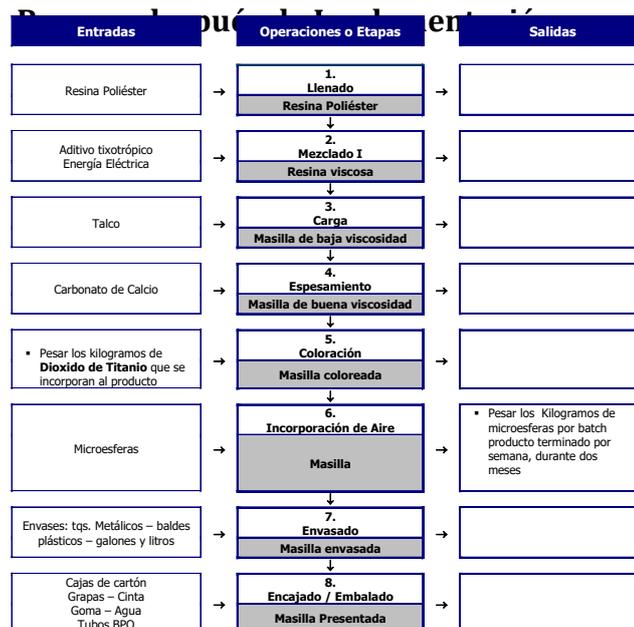
Cabe indicar que estas acciones han sido enmarcadas dentro de un cronograma valorado y categorizadas según los cortos, medianos y largos plazos. Un ejemplo de corto plazo es el que corresponde a menos de 4 meses, mientras que un mediano plazo implica entre 5 hasta 10 meses; y superior a 10 meses corresponderá a largos plazos.

Cada empresa según los resultados de la evaluación durante las Fases 3 y 4, establecerá un Plan de Monitoreo y Seguimiento, el cual será ejecutado en esta última fase y por ende discutido con el ecoequipo de trabajo en conjunto con el consultor externo; los mandos altos reiteran su compromiso de apoyo para la continuidad de acciones

A continuación se muestra en el figura 7 el Plan de Monitoreo planteado usando el flujograma de procesos para la producción de masillas en la Empresa ABC de químicos, en el que se va pesar las microesferas por lote terminado semanalmente durante dos meses en el nivel 6 de incorporación de aire para masilla.

Figura N° 7

Definición del Plan de MONITOREO en base al Flujograma de



Fuente: L. Feijoo, 2006, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia ESPOL, Guayaquil, Ecuador

El seguimiento es parte del éxito de esta última fase y se evaluará posteriormente los tiempos de culminación, el control que realizó el personal asignado, los avances de la implementación y los nuevos problemas encontrados, así como el levantamiento de la información del antes y después de la implementación del Plan de Monitoreo.

Finalmente, se generan acciones correctivas en los casos de incumplimiento de plazos establecidos en el Plan de mejora de PML.

El ciclo es continuo y por lo tanto nuevas acciones se incorporan para las fechas siguientes de trabajo en la Empresa. Para el caso de la Empresa ABC de químicos se alcanzaron los siguientes resultados luego de implementación de la Metodología de PML.

4. Resultados

Las medidas implementadas fueron:

- Sustitución de la microesfera tipo 1 masilla plástica automotriz por la tipo 2, con un costo de 3,28 USD/kg, y con una presentación de 15,90 kg-masa en embalajes de papel que pesa 0,40 kg.
- Cambió el orden de ingreso durante el proceso de la microesfera tipo 2 de nivel 6 a nivel 3, de manera que existan menor presencia de Pm

Los beneficios ambientales

Un programa de prevención de la contaminación desde un punto de vista conceptual busca utilizar los recursos de la forma más eficiente posible. Por tanto, no sólo se desean mejorar las condiciones ambientales tanto a lo interno de la empresa como en el entorno de esta, sino también obtener beneficios ambientales ocultos que den un valor agregado a todo el programa. La Empresa ABC con las medidas implementadas logró minimizar la generación de desechos sólidos no peligrosos, debido al cambio de embalaje, alcanzando una reducción anual de 842,40 Kg de plástico y cartón; y de 222,80 Kg de papel.

Otro logro importante fue la minimización de nubes de material volátil en las áreas de trabajo.

Beneficios Económicos

Se optimizaron procesos como el de la producción de masilla e involucró mejoras en las prácticas operativas de ingresos de microesferas, así como el cambio de materia prima de la microesfera sin afectar la calidad del producto. El ahorro de costos de producción por cambio de microesferas tipo 1 a microesferas tipo 2 fue de 22651,20 USD/anual, con una inversión de 48628,80 USD/anual.

Estos beneficios económicos estuvieron asociados a la reducción anual de 108 kg de microesferas tipo 1 a 36 kg de microesferas tipo 2.

Consisten en realizar mejoras en la manera en la que actualmente se hacen las cosas o sugerir nuevas y mejores formas de hacerlas, que aumentarían en gran medida el desempeño ambiental de la empresa.

5. Reconocimientos sobre la información del artículo

Estudio de tres casos donde se aplican técnicas de P+L para la Empresa Industrial Disther C. Ltda, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia, Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, Guayaquil, Ecuador desarrollada por el Ing. Luis Feijoo Egas Esp. De la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. 2006

CEPL-Centro Ecuatoriano Producción Más Limpia.

Fundación Carl Dusberg Gesellschaft,

COSUDE, Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo.

CNTL Centro Nacional de Tecnologías Limpias de Brasil, BID – Banco Interamericano de Desarrollo capítulo Ecuador, Cámaras y Empresas Participantes

6. Literatura Citada

- CEGESTI.** (2004). Manual de Producción más Limpia. San José, Costa Rica: CEGESTI.
- Chen, W., Warren, K.A., Duan, N.,** (1999). Incorporating cleaner production analysis into environmental impact assessment in China. *Environ. Impact Assess. Rev.* 19, 457e476. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(99\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(99)00023-2).
- Feijó Egas L,** (2006) Estudio de tres casos donde se aplican técnicas de P+L para la Empresa Industrial Disther C. Ltda, Tesis de Postgrado de Especialistas en Producción Más Limpia, Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, Guayaquil, Ecuador.
- Fijal, T.** (2007). An environmental assessment method for cleaner production technologies. *J. Clean. Prod.* 15, 914e919. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.019>.
- GTZ – P3U.** (2003). *Guía de Buenas Prácticas de Gestión Empresarial (BGE) para Pequeñas y Medianas Empresas.* Bonn, Alemania: GTZ – Programa piloto para la promoción de la gestión ambiental en el sector privado en los países en desarrollo (P3U).
- Ibañez-Fores, V., Bovea, M.D., Perez-Belis, V.,** (2014). A holistic review of applied methodologies for assessing and selecting the optimal technological alternative from a sustainability perspective. *J. Clean. Prod.* 70, 259e281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.082>.
- Manuales de Consultores PML,** (2004) Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia
- Tsinghua University** (2018) Model a School of Environment, Beijing, 100084, China
b Technology Center for Heavy Metal Cleaner Production Engineerings, State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Chinese, Research Academy of Environmental Sciences, Beijing, 100012, China, www.elsevier.com/locate/jclepro.
- Peilei Zhang, Ning Duan , Zhigang Dan, Feifei Shi b, Huifeng Wang ,** An understandable and practicable cleaner production assessment
- Stone, L.J.,** (2006) Limitations of cleaner production programmes as organizational change agents I. Achieving commitment and on-going improvement. *J. Clean.Prod.* 14, 1e14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.12.008>.
- Wang, Z., Dan, Z., Wang, S., Shi, F., Gao, W., Zhang, H., Duan, N.,** (2016) Assessment methods and case studies of pollution reducing effects from cleaner production technologies (in Chinese). *J. Environ. Eng. Technol.* 6, 284e289.

**Compartir
conocimiento en los
trabajos de
mantenimiento
industrial**



Manuel Edgard Moncada Ramírez

Ingeniero Electricista – Universidad Nacional del Callao.
Magíster en Administración de Empresas (MBA) –
Universidad ESAN.

Doctorando en Ingeniería Industrial – Universidad
Nacional Mayor de san Marcos.

Profesional especializado en las áreas de Mantenimiento y
Proyectos con más de 24 años de experiencia en empresas
del sector Energía e Hidrocarburos.

Correo electrónico: manuelmoncadar@gmail.com

Resumen: En la actualidad, el mantenimiento industrial no sólo puede estar enfocado en los modelos de mejora continua y confiabilidad operacional, sino que también tiene que tener presente la Gestión del Conocimiento en todas sus etapas: crear, codificar y almacenar, compartir, emplear y darle sostenimiento.

La Gestión del Conocimiento representa una ventaja competitiva fundamental para la empresa, compartir conocimiento es una etapa fundamental y en el mantenimiento industrial no está siendo desarrollado de una manera adecuada. El conocimiento se genera en los individuos y luego se traslada hacia la organización, por tanto, el trabajador es parte primordial de este proceso y debe estar motivado para que pueda compartir su conocimiento. El primer paso para instaurar el compartir conocimiento en una organización, es identificar las barreras y establecer un plan para minimizarlas, las barreras son características propias de cada organización.

Las herramientas tecnológicas ayudan al proceso de compartir conocimiento, el internet se ha vuelto básico en todas las empresas, las redes sociales, si bien es cierto son muy usadas, todavía no es aprovechada en toda su magnitud en el mantenimiento industrial, las nuevas herramientas tecnológicas como los drones, teléfonos inteligentes, etc. también aportan en este proceso.

Al final de este documento se presenta un modelo para compartir conocimiento, bajo el modelo SECI de Nonaka y Takeuchi, desarrollado por Aromaa, S., Aaltonen, I. y Väättänen, A. Tomi Heimonen. (2015).

Palabras claves: Compartir conocimiento / Mantenimiento industrial / Mejora continua / Tecnología.

Abstract: Currently, industrial maintenance can not only be focused on models of continuous improvement and operational reliability, but must also take into account Knowledge Management in all its stages: create, code and store, share, use and sustain.

The Knowledge Management represents a fundamental competitive advantage to the company, sharing knowledge is a fundamental stage and in the industrial maintenance is not being developed in an adequate way. Knowledge is generated in individuals and then transferred to the organization, therefore, the worker is a fundamental part of this process and must be motivated to share their knowledge. The first step to establish the knowledge sharing in an organization is to identify the barriers and establish a plan to minimize them, the barriers are characteristic of each organization.

The technological tools help the process of sharing knowledge, the internet has become basic in all companies, social networks, although it is true they are widely used, it is still not exploited in all its magnitude in industrial maintenance, new technological tools like drones, smart phones, etc. also contribute in this process.

At the end of this document, a model to share knowledge is presented, under the SECI model of Nonaka and Takeuchi, developed by Aromaa, S., Aaltonen, I. and Väättänen, A. Tomi Heimonen. (2015)

Keywords: Share knowledge / Industrial maintenance / Technology / Social networks.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La Gestión del Conocimiento es una disciplina cuyo propósito es mejorar el desempeño de los individuos y las organizaciones; así como mantener y aprovechar el valor presente y futuro de los activos del conocimiento.

A través de los años el mantenimiento industrial ha sufrido transformaciones, desde el mantenimiento correctivo total que se hacía efectivo cuando el equipo se averiaba, hasta la actualidad que se busca la Confiabilidad Operacional y la Mejora Continua.

Compartir conocimiento es una actividad que se ha desarrollado en diversos sectores, como el gubernamental, educación e innovación, entre otros, sin embargo, en el mantenimiento industrial todavía no se desarrolla de una manera adecuada.

1.2 Objetivo

Destacar la importancia de compartir el conocimiento dentro de los trabajos de mantenimiento industrial y mostrar un modelo para compartir conocimiento bajo el modelo SECI de Nonaka y Takeuchi.

1.3 Justificación

No compartir el conocimiento que se genera en los trabajos de mantenimiento industrial genera pérdidas económicas para las empresas, las cuales pueden ser muy significativas cuando los tiempos de respuesta son altos, pues inciden directamente en la productividad de la empresa, por ejemplo, ante un caso de atención de emergencias o para trabajos mayores programados de paradas de planta.

2. Material y métodos

2.1. Evolución del mantenimiento industrial

A través de los años el mantenimiento industrial ha sufrido transformaciones, a fines del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX, con la aparición de las máquinas en el ámbito industrial, aparece la necesidad de la reparación de las mismas, con el tiempo, se fueron dando cambios que orientaban el mantenimiento hacia la máquina, luego hacia la producción, productividad, competencia, organización e innovación tecnológica y actualmente a la confiabilidad operacional y la mejora continua.

La Mejora Continua es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un proceso, producto o servicio y se aplica a los trabajos de Mantenimiento Industrial.

Cuadro N°1

Generación del Mantenimiento	Evolución	Detalle
Antes de 1914	El mantenimiento tenía importancia secundaria.	
Iniciación, 1914 hasta 1930	Surgió la necesidad de las primeras reparaciones.	
Primera generación: Entre 1930 y 1950	Gestión de Mantenimiento hacia la máquina.	Mantenimiento Correctivo Total. Se espera a la avería para reparar.
Segunda generación: Entre 1950 y 1960 (aprox.)	Gestión de Mantenimiento hacia la producción.	Se empieza a realizar tareas de Mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con frecuencias determinadas.
Tercera generación: Entre 1960 y 1980	Gestión de Mantenimiento hacia la productividad.	Se implanta el mantenimiento "a condición", es decir, se realiza monitoreos de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.
Cuarta generación: Entre 1980 y 1999	Gestión de Mantenimiento hacia la competencia.	Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de la organización y de la ejecución del Mantenimiento. Se establecen los grupos de Mejora Continua y seguimiento de las acciones.
Quinta generación: Entre 2000 y 20XX	Gestión de Mantenimiento hacia la organización e innovación tecnológica (terotecnología).	
Sexta generación: Entre 2003 y	Gestión de Mantenimiento en busca de la mejora continua.	

Fuente: Elaboración propia, adaptada de <https://es.scribd.com/doc/51528434/Filosofia-Del-Mantenimiento-Completo>

Existen varias metodologías asociadas a la Mejora Continua (KAIZEN), dentro de las cuales podemos mencionar: Calidad Total (TQM), Método de las 5s's, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Teoría de las Restricciones (TOC), Poka Yoke, Kanban, Jidoka, Justo a Tiempo (JIT), Lean Manufacturing, Six Sigma y Lean Six Sigma, entre otras.

La Gestión de Activos basada en la Confiabilidad Operacional se desarrolla en cuatro ámbitos: Procesos, Activos, Talento Humano y Diseño del Sistema. Para mejorar los procesos y actividades de mantenimiento utiliza herramientas como: Mantenimiento Basado en Condición (CBM), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), Optimización de Mantenimiento Planeado (PMO), Optimización Integral del Mantenimiento (MIO). Mientras que para lograr la mejora continua se utiliza: Análisis de Criticidad (ECA), Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA), Análisis Causa Raíz (RCA), Inspección Basada en Riesgos (RBI), Análisis Costo - Riesgo - Beneficio (CRBA), Costo del Ciclo de Vida (LCC).

En la actualidad, no se puede pensar en el Mantenimiento Industrial como un sistema aislado, sino que debe estar integrado con análisis de riesgos que involucren la seguridad de las personas, la preservación del medio ambiente y la responsabilidad social, que representan una condición para la continuidad del negocio.

2.2. Gestión del Conocimiento:

La Gestión del Conocimiento es una disciplina cuyo propósito es mejorar el desempeño de los individuos y las organizaciones; así como mantener y aprovechar el valor presente y futuro de los activos del conocimiento. Se puede considerar también, como una integración de numerosos esfuerzos y campos de estudio. La Gestión del Conocimiento, involucra las etapas de crear, codificar y almacenar, compartir, emplear y darle sostenimiento.

El proceso de creación de conocimiento organizacional se refiere a la capacidad que tiene una empresa para crear nuevos conocimientos, diseminarlos entre sus miembros y materializarlos en productos, servicios y sistemas.

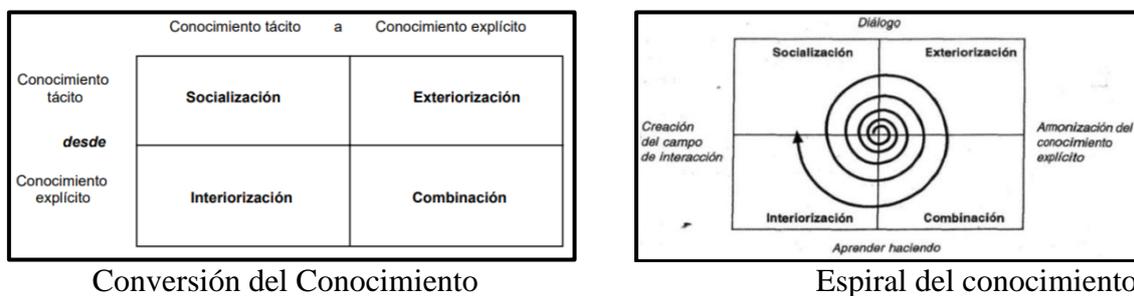
Según Rodríguez D. (2006) un modelo para la creación y gestión del conocimiento pueden ser agrupado en tres tipos: Almacenamiento, acceso y transferencia de conocimiento, Sociocultural y Tecnológicos.

Nonaka y Takeuchi toman lo establecido anteriormente por Polanyi, que definió dos tipos de conocimiento, Tácito y Explícito. El conocimiento Tácito (Subjetivo) representado por el conocimiento de la experiencia (cuerpo), el conocimiento simultáneo (aquí y ahora) y el conocimiento análogo (práctica); mientras que el Conocimiento Explícito (Objetivo) representado por el conocimiento racional (mente), conocimiento secuencial (allá y entonces) y el conocimiento digital (teoría).

Asumir que el conocimiento se crea por la interacción entre conocimiento tácito y explícito nos permite postular cuatro formas de conversión de conocimiento (modelo SECI): 1. de tácito a tácito, que llamamos socialización; 2. de tácito a explícito, o exteriorización; 3. de explícito a explícito, o combinación, y 4. de explícito a tácito, o interiorización.

La Espiral de Conocimiento, es el proceso mediante el cual la información se transforma en conocimiento.

Gráfico N°1



Conversión del Conocimiento

Espiral del conocimiento

Fuente: Nonaka, I., Takeuchi, H. La organización creadora de conocimiento (1995)

No todos los datos son importantes, tampoco toda la información que se procesa es relevante, se tiene que establecer criterios para determinar que “conocimiento” es aquel que necesita ser manejado con mayor cuidado y que representa un valor importante en el sostenimiento del negocio, por ejemplo, información relacionada con equipos vitales, críticos, safety critical elements, seguridad, medio ambiente, responsabilidad social, etc.

El “conocimiento” que se genera o se adquiere en una empresa, el “saber cómo” (know how) del negocio, representa una ventaja competitiva fundamental, genera valor en la empresa y aporta sustancialmente en la continuidad del negocio.

Los trabajadores son conscientes que el conocimiento que ellos adquieren es propio y consideran que compartirlo conlleva un riesgo, ya que estarían dejando de lado una ventaja competitiva frente a sus compañeros de trabajo que no poseen ese conocimiento. El propietario del conocimiento no tiene ninguna necesidad de compartirlo porque ya lo tiene y lo puede utilizar para resolver problemas y si lo comparte, considera que es solo para el beneficio de otras personas.

Los trabajadores están dispuestos a compartir sus conocimientos cuando hay motivadores lo suficientemente convincentes para hacerlo. En la industria los motivadores más efectivos son los extrínsecos, los que inclusive pueden modificar el comportamiento de los trabajadores y la cultura corporativa relacionada.

2.3. Motivadores y barreras para compartir conocimiento

Inicialmente se pensaba que el comportamiento del trabajador era simple y predecible y que solo una motivación extrínseca (ofrecerle más dinero) era suficiente para lograr su motivación, pero también se puede motivar al personal de otras maneras como por ejemplo reduciendo los horarios de trabajo, haciendo las labores menos tediosas o monótonas y estableciendo metas (sobre todo para el caso de ventas), entre otras.

El aumento de salario, status y calidad de supervisión no resultan siendo grandes motivadores, sin embargo la falta de estos resultan totalmente desmotivadores. Por otro lado, sí resultan factores motivadores el reconocimiento por los logros alcanzados y un trabajo interesante.

En el Perú, tomando como referencia la encuesta de Satisfacción Laboral preparada por Supera para el año 2016, permitió conocer cómo se podría motivar a los trabajadores y destacó un mayor reconocimiento (52%), seguido de capacitaciones constantes (49%) y una mejor comunicación (48%). Un mejor trato en el centro de trabajo (45%) y percibir un aumento de salario (39%) también influirían en la motivación para que los trabajadores sean más productivos.

Una vez que la gestión del conocimiento y en particular el compartir se establecen como una cultura propia de la organización, y esta se mantiene en el tiempo, crea una ventaja competitiva muy importante y difícil de imitar por sus competidores. El primer paso para instaurar el compartir conocimiento en una organización, es identificar las barreras y establecer un plan para minimizarlas, las barreras son características propias de cada organización.

Barreras individuales como la falta de tiempo para compartir conocimiento e identificar colegas que necesiten el conocimiento; barreras organizacionales como la falta de liderazgo y comunicación de los beneficios de la gestión del conocimiento y barreras tecnológicas como la falta de integración en los sistemas tecnológicos y de comunicación son comunes en muchas empresas.

2.4. La tecnología y el uso de las redes sociales

El uso de la tecnología es un elemento clave para el proceso de compartir conocimiento, pero no suficiente, es decir la habilidad o disposición del uso de la tecnología no motiva al trabajador en el proceso de compartir información, pero la indisponibilidad de tecnología desmotiva al trabajador para compartir conocimiento.

Actualmente se utiliza la siguiente tecnología en el mantenimiento industrial: internet, telefonía celular o satelital, asistencia remota; recolección de datos y reportes utilizando elementos “portables” (desde el sitio de trabajo) como teléfonos, relojes y anteojos inteligentes, cámaras de video montada en el casco, drones, realidad aumentada, realidad virtual, biblioteca actualizada y de fácil uso.

Podemos definir las redes sociales como sitios de Internet formados por comunidades de individuos con intereses o actividades en común (como amistad, parentesco, trabajo) y que permiten el contacto entre estos, de manera que se puedan comunicar e intercambiar información. Los individuos no necesariamente se tienen que conocer previo a tomar contacto a través de una red social, sino que pueden hacerlo a través de ella, y ese es uno de los mayores beneficios de las comunidades virtuales.

En la primera década del 2000 aparecieron las llamadas redes sociales, actualmente Facebook tiene más de 2 000 millones de usuarios, YouTube 1 900 millones de usuarios, Whatsapp 1 500 millones, LinkedIn 530 millones, entre otros. Dada la importancia que han tenido las redes sociales y que son utilizadas en todos los ámbitos, en este ensayo abordaremos cual es el impacto del uso de las redes sociales para compartir conocimiento en el mantenimiento industrial.

Las redes más usadas son LinkedIn (65%), seguida por Facebook (48%), Google+ (32%) y YouTube (27%). Más de 530 millones de personas alrededor del mundo utilizan LinkedIn para ubicar profesionales del mismo rubro, noticias e información relacionadas a su especialidad y desarrollar una red de oportunidades en su área local.

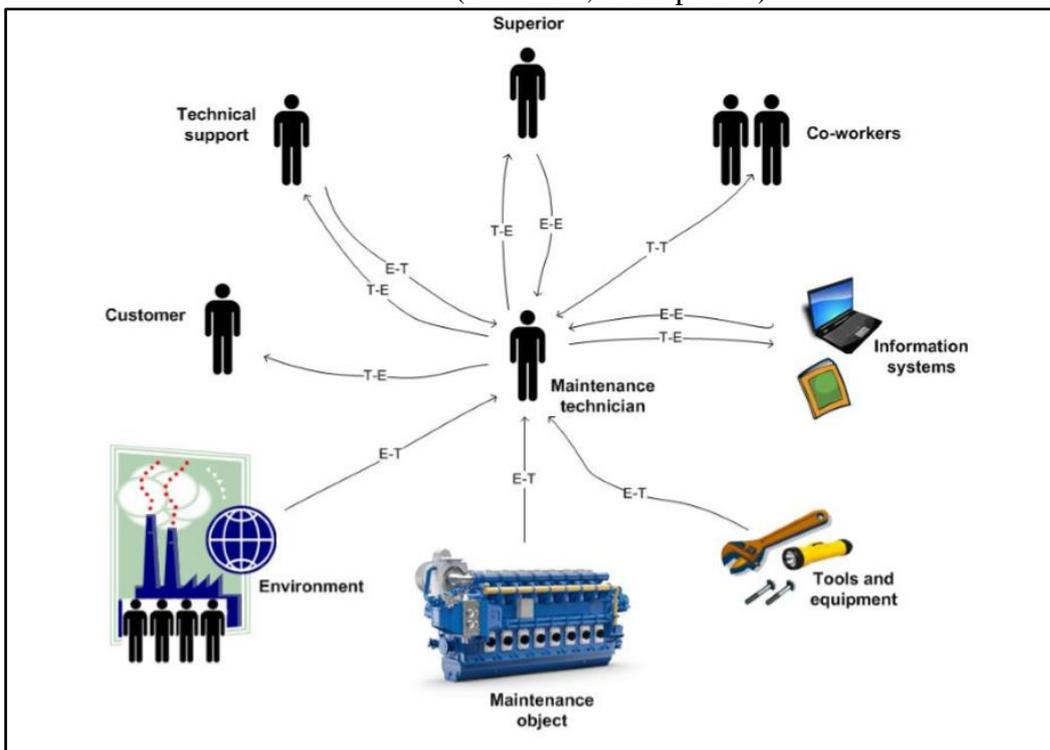
Muy pocos profesionales utilizan las redes sociales para publicar noticias o información acerca de la compañía en donde trabaja, el 1% publica algunas veces a la semana, 4% publica algunas veces al mes y 16% algunas veces al año, mientras que el 79% no usa o no publica ninguna información.

Aunque las redes sociales aportan poco contenido, por lo que resultan ineficientes, no dejan de ser un recurso útil para el mantenimiento industrial. Actualmente, las redes sociales no son utilizadas como medio para compartir conocimiento en el mantenimiento industrial. Se ha encontrado mayor beneficio en el área comercial para las redes sociales.

2.5. Modelo para compartir conocimiento en Mantenimiento Industrial.

La interrelación entre los actores de este modelo se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N°2: Modelo para Compartir Conocimiento en trabajos de Mantenimiento Industrial (T=Tácito; E=Explícito)



Fuente: Aromaa, S., Aaltonen, I. y Väättäen, A. Tomi Heimonen. (2015). A model for gathering and sharing knowledge in maintenance work

En este modelo se puede observar el tipo de conocimiento que puede ser compartido entre el trabajador de mantenimiento y los actores relacionados a sus actividades propias. Estas “conexiones” entre Tácito y Explícito determinan si se trata de un proceso Socialización, Exteriorización, Combinación o Interiorización (según el modelo SECI de Nonaka y

Takeuchi) y según esto, se establece la mejor forma de compartir conocimiento, en cada proceso.

Determinar el conocimiento que debe ser compartido es característica propia de cada organización y se determina teniendo en consideración diferentes factores como se dijo anteriormente, como por ejemplo: los equipos que son vitales, críticos, safety critical elements, equipos de seguridad, etc.

Los actores son humanos (soporte técnico – proveedores, instituciones, asesores - técnico de mantenimiento, superior, compañeros de trabajo y clientes) y máquinas (sistemas de información, herramientas y equipos, objeto del mantenimiento, entorno).

3. Resultados

A través de los años el mantenimiento ha sufrido transformaciones, en la actualidad se busca la Confiabilidad Operacional y la Mejora Continua que es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un proceso, producto o servicio y se aplica a los trabajos de Mantenimiento Industrial.

La Gestión del Conocimiento es un conjunto de procesos sistémicos orientado al desarrollo organizacional y/o personal y, consecuentemente, a la generación de una ventaja competitiva para la organización y/o el individuo, involucra las etapas de crear, codificar y almacenar, compartir, emplear y darle sostenimiento.

No todo el conocimiento es necesario ser compartido en una organización, se debe elaborar una lista priorizada en función a su importancia, criticidad, seguridad, etc.

Los trabajadores están dispuestos a compartir sus conocimientos cuando hay motivadores lo suficientemente convincentes para hacerlo. En la industria los motivadores más efectivos son los extrínsecos, los que inclusive pueden modificar el comportamiento de los trabajadores y la cultura corporativa relacionada.

El primer paso para instaurar el compartir conocimiento en una organización, es identificar las barreras y establecer un plan para minimizarlas, las barreras son características propias en cada organización.

El uso de la tecnología es muy importante, pero por si misma no motiva al trabajador en el proceso de compartir información, pero la indisponibilidad de tecnología si desmotiva al trabajador para compartir conocimiento.

Debido a que las redes sociales aportan poco contenido, resultan siendo ineficientes para compartir conocimiento en la industria, sin embargo, no dejan de ser un recurso útil y de gran potencial para el mantenimiento industrial. Se ha encontrado mayor beneficio en el área comercial para las redes sociales.

4. Discusión

En los trabajos de mantenimiento industrial el proceso de compartir conocimiento no se desarrolla como una disciplina estructurada, esta actividad se realiza de manera informal y en función a la afinidad que tengan los trabajadores entre sí.

Compartir conocimiento en los trabajos de mantenimiento industrial representa una ventaja competitiva para las empresas, sin embargo los trabajadores son muy reacios a compartir su conocimiento pues consideran que representa una ventaja competitiva que le garantiza conservar su empleo y en el futuro les permitirá lograr una mejora laboral.

5. Literatura Citada

Aromaa, S., Aaltonen, I. y Väättänen, A. (2016). Technology Concepts to Improve Knowledge Sharing During Maintenance. ACHI 2016: The Ninth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions. April 24 - 28, 2016 - Venice, Italy ISBN: 978-1-61208-468-8.

Aromaa, S., Aaltonen, I. y Väättänen, A. Tomi Heimonen. (2015). A model for gathering and sharing knowledge in maintenance work. ECCE 2015, July 01 - 03, 2015, Warsaw, Poland. ISBN 978-1-4503-3612-3/15/07. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2788412.2788442>.

Nonaka, I., Takeuchi, H. (1999). La organización creadora de conocimiento, Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. México. Copyright © 1995, by Oxford University Press, Inc. ISBN 970-613-454-9.

Oye, N., Mazleena S., Noorminshah, A. (2011). Knowledge Sharing in Workplace: Motivators and Demotivators. International Journal of Managing Information Technology (IJMIT) Vol.3, No.4, November 2011. DOI: 10.5121/ijmit.2011.3406

Riege, A., (2005). Three-dozen knowledge-sharing barriers managers must consider. Journal of knowledge management. Vol. 9 N°. 3 2005, pp. 18-35, Q Emerald Group Publishing Limited, ISSN 1367-3270 DOI 10.1108/13673270510602746.

Rodriguez, D., (2006). Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica.

Vigo, F., Astocaza, R. (2013). Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

https://www.researchgate.net/post/Which_Lean_Manufacturing_Practices_are_most_preferred_for_minimizing_the_Motion_Waste.

<https://leanmanufacturing10.com/>

<http://www.manufacturainteligente.com/jidoka/>

<https://excelencemanagement.wordpress.com/calidad/>

<https://es.scribd.com/doc/51528434/Filosofia-Del-Mantenimiento-Completo>

<http://www.globallean.net/noticias/lean-y-su-top-25-poka-yoke-sistemas-a-prueba-de-errores/2015/>

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>

<http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-mantenimiento-industrial+97221?pagina=4>

Desalinización de agua de mar como una alternativa para reducir los conflictos sociales en el sector minería en el Perú.



Roberto Tello Yuen

Gerente General en Agenda 2030 Perú SAC
Magíster en Administración y Dirección de Empresas-
Universidad Alas Peruanas

Magíster en Gestión de la Inversión Social- Universidad del
Pacífico

Más de 10 años liderando la gestión social, proyectos y espacios de diálogo en empresas de la gran minería en Tacna, Moquegua, Cusco y La Libertad en Perú.

Correo electrónico: rtelloy@unmsm.edu.pe

Resumen: En nuestro país existe una latente conflictividad social debido a la divergencia de posiciones con respecto a las actividades económicas, sociales y medio ambientales. Según el Reporte Mensual de conflictos sociales N° 174 (agosto 2018) de la Defensoría del Pueblo del Perú existe un total de 196 conflictos sociales entre conflictos activos y latentes, de los cuales más del 64% corresponden al tipo “Socio ambiental” y de estos últimos más del 80% están concentrados en los sectores de la minería, hidrocarburos y energía. En el mismo reporte mensual de conflictos sociales se puede apreciar que la captación, disponibilidad, calidad, y aprovechamiento del recurso hídrico es uno de los principales motivos de los conflictos socio ambientales en el sector minería.

Palabras claves: Desalinización de agua de mar / Conflictos sociales / Minería/ Recurso hídrico.

Abstract: In our country there is a latent social conflict due to the divergence of positions with respect to economic, social and environmental activities. According to the Monthly Report on Social Conflicts No. 174 (August 2018) of the Ombudsman of Peru there is a total of 196 social conflicts between active and latent conflicts, of which more than 64% correspond to the type "Environmental Partner" and the latter more than 80% are concentrated in the mining, hydrocarbon and energy sectors. In the same monthly report on social conflicts, it can be seen that the recruitment, availability, quality, and use of water resources is one of the main reasons for socio-environmental conflicts in the mining sector.

Keywords: Desalination of seawater / Social conflicts / Mining / Water resources.

1. Introducción

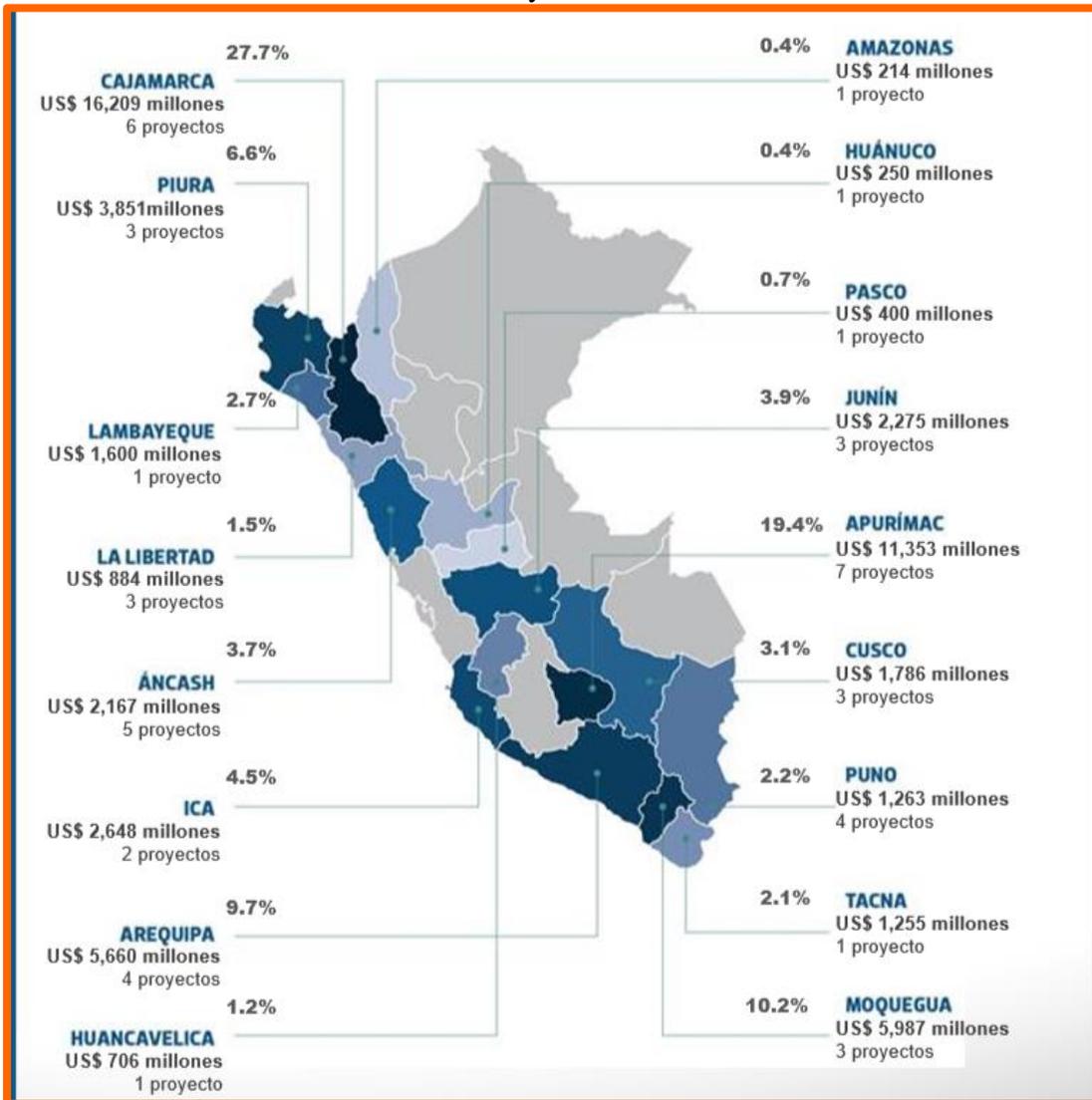
Actualmente, en el Perú la cartera de proyectos mineros según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) asciende a más de US\$ 58 407 millones de dólares (sin incluir los proyectos en exploración), que se prevé dinamizarán aún más nuestra economía y lograr el cierre de brechas sociales existentes en el país. Así mismo, es importante mencionar que el Perú en el año 2017 logró posicionarse en el quinto lugar del ranking mundial de inversiones en exploración según el S&P Global Market Intelligence.

Por otro lado, en nuestro país existe una latente conflictividad social debido a la divergencia de posiciones con respecto a las actividades económicas, sociales y medio ambientales. Según el Reporte Mensual de conflictos sociales N° 174 (agosto 2018) de la Defensoría del Pueblo del Perú existe un total de 196 conflictos sociales entre conflictos activos y latentes, de los cuales más del 64% corresponden al tipo “Socio ambiental” y de estos últimos más del 80% están concentrados en los sectores de la minería, hidrocarburos y energía. En el mismo reporte mensual de conflictos sociales se puede apreciar que la captación, disponibilidad, calidad, y aprovechamiento del recurso hídrico es uno de los principales motivos de los conflictos socio ambientales en el sector minería.

Es por ello que, teniendo en cuenta que las fuentes de agua dulce son escasas en nuestro país, y existe una constante disputa entre los diferentes sectores, así como la conservación del ecosistema principalmente en las zonas alto andinas donde se encuentran las cabeceras de cuenca. La población, el sector industrial, así como demás actividades productivas requieren cada vez más la disponibilidad de agua de calidad para su consumo y sus operaciones, es por ello que se hace importante analizar el proceso de desalinización de agua de mar como una alternativa viable que permita satisfacer las necesidades de agua potable para la población, así como de agua para las operaciones industriales y productivas del país.

2. Situación actual de las inversiones en el sector minería en el Perú

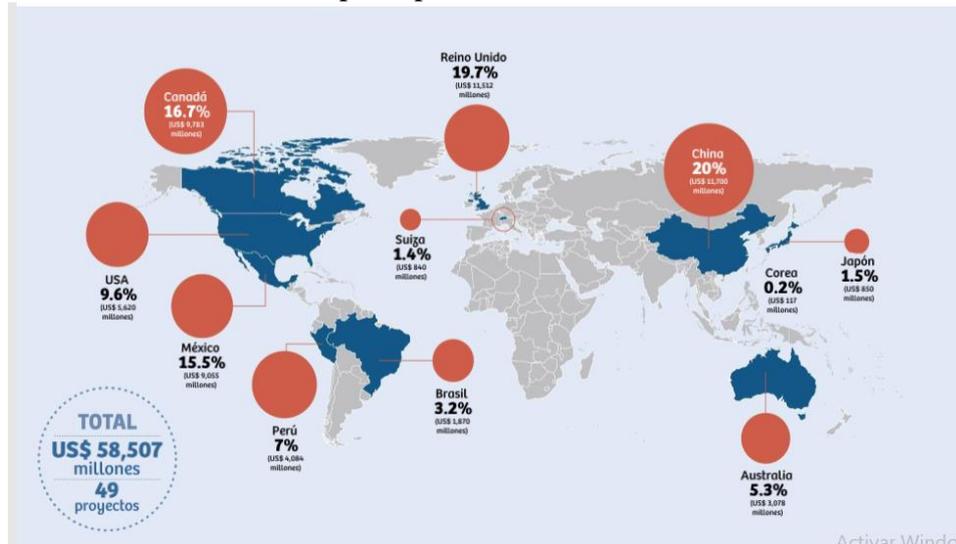
De acuerdo a la información oficial del Ministerio de Energía y Minas del Perú reportado en setiembre del 2018 se tiene 49 proyectos mineros identificados con un monto de inversión superior a los US\$ 58 407 millones los cuales no incluyen a los proyectos que aún están en la fase de exploración. En el gráfico N°1 se aprecia esta inversión distribuido por departamentos, inversión y cantidad de proyectos. Además, es importante mencionar que el sector minero cuenta actualmente con una cartera de inversiones de US\$ 14 000 millones en proyectos ya comprometidos. Y tiene como objetivo institucional viabilizar iniciativas privadas que permitan alcanzar la meta de US\$ 21 000 millones de inversión minera al 2021.

Gráfico N° 1: Cartera de Proyectos de construcción de mina en el Perú

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú. Dirección promoción minera. Marzo, 2018.

De acuerdo al ranking mundial de inversiones en exploración desarrollado por el S&P Global Market Intelligence el Perú en el año 2017 logró posicionarse en el quinto lugar en dicho ranking, esto luego de que nuestro país captara el 7% del presupuesto mundial de exploraciones como se puede apreciar en el Gráfico N° 2, equivalente a US\$ 524 millones. A nivel latinoamericano, el país ha superado a México —que hasta el año pasado era el primero de la región— y se ubicó como el segundo país de la región después de Chile que tiene el 8%. El top 5 lo completan Canadá (14%), Australia (14%) y Estados Unidos (8%). Así, el Perú se acerca a la meta del Ministerio de Energía y Minas, que apunta a captar el 8% de la inversión global en exploraciones al 2021.

Gráfico N° 2: Cartera de Proyectos en construcción de mina según país de procedencia del principal inversionista.



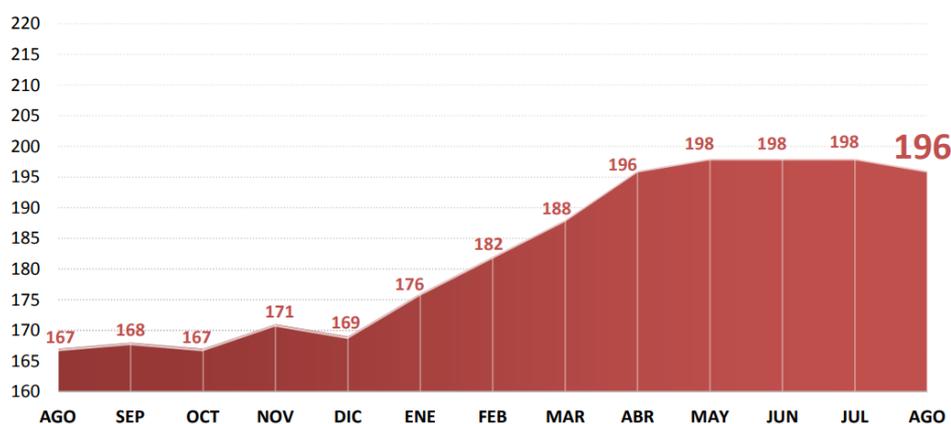
Fuente: Ministerio de Energía y Minas. Dirección promoción minera. Marzo, 2018.

No obstante, según Semana Económica (05/03/2018), se requiere seguir aumentando la inversión en exploraciones para identificar nuevos proyectos mineros. Además, el Perú mejoró su puntuación general en el ranking y escaló al puesto 19 al nivel mundial, pero esto se debió principalmente a una mayor percepción de atractivo geológico y no principalmente por un mayor atractivo de las políticas del gobierno. Finalmente, se menciona que el rubro que sigue limitando la mejora de la inversión en el Perú es el de conflictos sociales.

3. Conflictividad Social en el Perú

Según la Defensoría del Pueblo del Perú, un conflicto social debe ser entendido como un proceso complejo en el cual diferentes sectores como la sociedad, el Estado y el sector empresarial tienen objetivos, intereses, valores o necesidades que son contradictorios y esa contradicción puede derivar en violencia.

En nuestro país existe una latente conflictividad social debido a la divergencia de posiciones con respecto a las actividades económicas, sociales y medio ambientales. En agosto del 2018, según el Reporte Mensual de conflictos sociales N° 174 (ver gráfico N° 3) de la Defensoría del Pueblo del Perú existe un total de 196 conflictos sociales entre conflictos activos y latentes, de los cuales más del 64% corresponden al tipo “Socio ambiental” como se puede apreciar en el gráfico N° 4 y de estos últimos más del 80% están concentrados en los sectores de la minería, hidrocarburos y energía.

Gráfico N° 3: Perú: Conflictos sociales registrados por mes, agosto 2017 – 2018 (número de casos)

Fuente: Defensoría del Pueblo - SIMCO

En el mismo reporte mensual de conflictos sociales se puede apreciar que la captación, disponibilidad, calidad, y aprovechamiento del recurso hídrico es uno de los principales motivos de los conflictos socio ambientales en el sector minería (ver gráfico N° 5).

Gráfico N° 4: Perú: Conflictos sociales según tipo por principal autoridad competente, agosto 2018 (número de casos).

Tipo	TOTAL	%	Gobierno nacional	Gobierno regional	Gobierno local	Poder Judicial	Org. Const. Autónomo	Poder Legislativo
TOTAL	196	100.0%	126	36	19	6	7	2
Socioambiental	126	64.3%	103	19	3	0	0	1
Asuntos de gobierno local	20	10.2%	0	1	16	1	2	0
Asuntos de gobierno nacional	18	9.2%	18	0	0	0	0	0
Otros asuntos	9	4.6%	0	1	0	4	4	0
Comunal	9	4.6%	1	7	0	0	1	0
Asuntos de gobierno regional	7	3.6%	0	7	0	0	0	0
Laboral	4	2.0%	2	1	0	1	0	0
Demarcación territorial	3	1.5%	2	0	0	0	0	1
Cultivo ilegal de coca	0	0.0%	0	0	0	0	0	0
Electoral	0	0.0%	0	0	0	0	0	0

Fuente: Defensoría del Pueblo - SIMCO

Gráfico N° 5: Perú: Conflictos sociales según actividad, agosto 2018 (número de casos)

Actividad	Conteo	%
TOTAL	126	100.0%
Minería	82	65.1%
Hidrocarburos	17	13.5%
Energía	9	7.1%
Otros	8	6.3%
Residuos y saneamiento	5	4.0%
Agroindustrial	3	2.4%
Forestales	2	1.6%

Fuente: Defensoría del Pueblo – SIMCO

3.1. La disponibilidad del agua como motivo de conflictos sociales

En el Perú, así como en muchas otras partes del mundo las fuentes de agua dulce incluyendo los glaciares cada vez son más escasas generadas principalmente por factores del calentamiento global (Al Gore, 2008), esto hace que exista desabastecimiento del recurso básico para la vida y se genere una constante disputa entre los diferentes sectores, así como la conservación del ecosistema principalmente en las zonas alto andinas donde se encuentran las cabeceras de cuenca. La población, el sector industrial, así como demás actividades productivas requieren cada vez más la disponibilidad de agua de calidad para su consumo y sus operaciones, es por ello que se hace importante analizar el proceso de desalinización de agua de mar como una alternativa viable que permita satisfacer las necesidades de agua potable para consumo de la población en primera instancia, así como de disponibilidad de agua para las operaciones industriales y productivas del país.

4. Desalinización de agua de mar

Según las Naciones Unidas, cerca de 663 millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua potable. Y 1.800 millones de personas vivirán en condiciones de escasez grave de agua para 2025. Es por ello que la Agenda 2030 contempla en el Objetivo de Desarrollo Sostenible N° 6 “Agua Potable y Saneamiento” a fin de sumar esfuerzos para lograr disminuir esta brecha al año 2030.

¿El agua disponible en los océanos podrían ser gran parte de la solución puesto que contienen el 97% del agua del planeta? Es la pregunta que se formula instituciones especializadas en el mundo. En ese sentido, luego de analizar las grandes oportunidades generadas por la cartera de proyectos en minería en el Perú y en esa misma medida tener presente que el recurso hídrico es el principal factor de los conflictos sociales, lo cual podría frenar nuestro desarrollo. Entonces, podemos preguntarnos para nuestro país ¿podría la desalinización del agua de mar contribuir a resolver los conflictos sociales que se generan producto del uso de agua para la actividad minera y así viabilizar la cartera de proyectos mineros?

4.1. Plantas desalinizadoras en el mundo

La Asociación Internacional de Desalinización (IDA, por sus siglas en inglés) es una organización mundial sin fines de lucro que agrupa a las principales empresas, investigadores y consultores del mundo en temas de desalinización de agua de mar. Esta asociación indica que hay más de 19 700 plantas desaladoras o desalinizadoras en el mundo, consultado en su portal web el 10 diciembre de 2018. Sin embargo, esas plantas satisfacen sólo entre el 1 y 3% de la necesidad de agua potable a nivel mundial.

4.2. Limitaciones del incremento de plantas desalinizadoras en el Perú y América Latina.

Considerando que existe la necesidad de agua potable para la población mundial y de agua para la industria minera en el Perú. Podríamos plantear que el principal factor que limita el incremento de la construcción de más plantas de desalinización de agua de mar es que se requiere grandes cantidades de energía. Es por ello que gran parte de las mayores plantas se encuentran en países con muchos recursos energéticos como Arabia Saudita.

El método más común para la desalinización de agua de mar se basa en membranas que permiten separar el agua de las sales que es precisamente donde se necesitan principalmente energía eléctrica que luego se transforma en energía mecánica. Sin embargo, es importante mencionar que existe un segundo método que usa la mayor planta desalinizadora del mundo,

la de Ras Al-Khair, en Arabia Saudita, usa este mecanismo, denominado método de evaporación térmica.

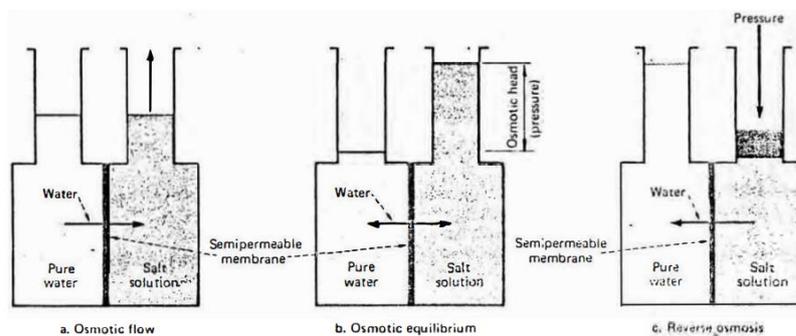
Pero el 70% de las desaladoras del mundo, incluyendo las de Chile, usan “Osmosis Inversa” descubierto en la década del 60 y perfeccionado desde entonces, el de hacer pasar el agua de mar por membranas.

4.2. ¿Qué es Osmosis Inversa?

En el proceso de Osmosis Inversa (OI), el agua es forzada por una presión hidráulica a través de una membrana semipermeable, obteniéndose de esta manera agua pura o partir de una solución salina.

Se requiere energía para transportar el agua de alimentación a la membrana, administrar la presión hidráulica necesario para el proceso de separación y para transportar el agua producto para ser usado.

Gráfico N° 6: Perú: Proceso de Osmosis Inversa



Fuente: Estudio y desarrollo del proceso de desalinización de agua por ósmosis inversa. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú (2015)

En el gráfico N° 7 que desarrolla la empresa Aguasistec podemos apreciar el proceso de desalinización en varias etapas:

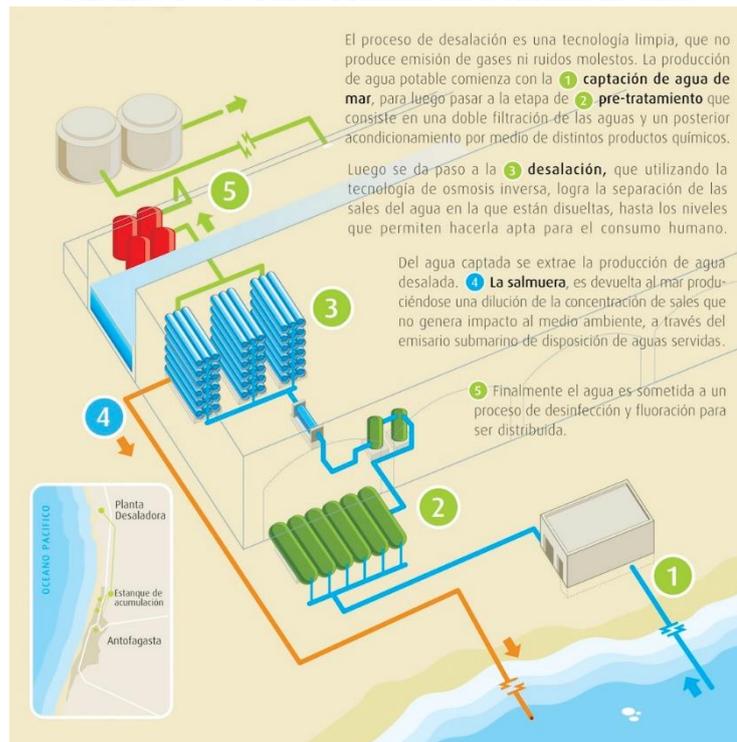
Etapa 1: Captación de agua de mar.

Etapa 2: Pre tratamiento, que consiste en la doble filtración y tratamiento con insumos químicos.

Etapa 3: Desalación, es aquí donde se usa la tecnología de “osmosis inversa” donde se logra la separación de las sales del agua y depende mucho del uso final la cantidad de sub procesos.

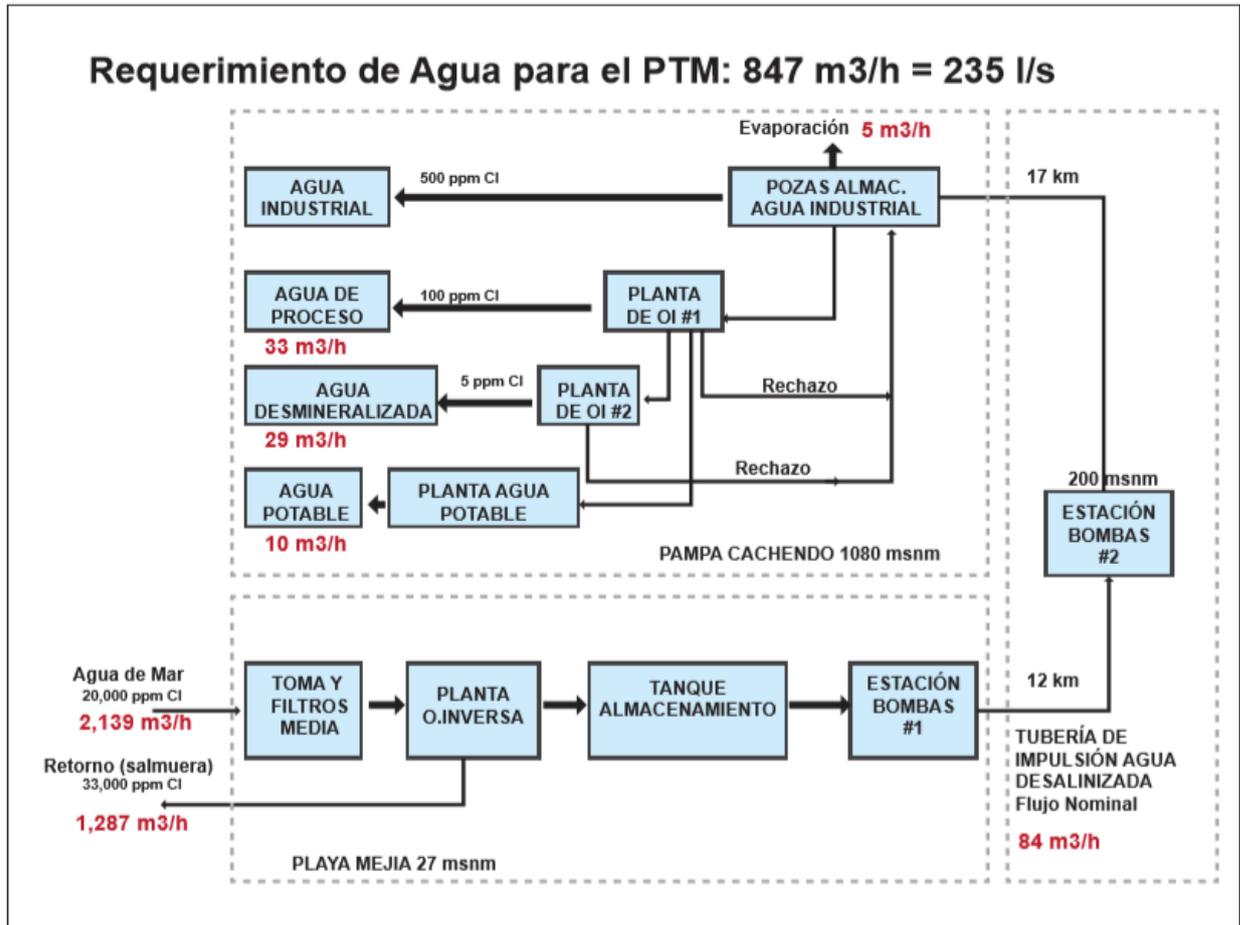
Etapa 4: Salmuera, es la concentración de sales que termina siendo devuelta al mar a través de un emisor submarino para no generar impactos negativos en el ecosistema marino.

Etapa 5: Desinfección y floración, previo a su distribución esos dos procesos son importantes.

Gráfico N° 7: Perú: Proceso de Osmosis InversaFuente: www.aguasistec.com

A continuación, se presenta en el Gráfico N° 8 - como caso práctico - el Diagrama de Procesos generales del requerimiento de agua para las futuras operaciones del Proyecto Minero Tía María a cargo de la empresa minera Southern Peru Copper Corporation, la misma que tiene las minas de Cuajone en Moquegua y Toquepala en Tacna; además, del proyecto Los Chancas en Apurímac que aún se encuentra en etapa de exploración. En este diagrama se puede apreciar el flujo desde la toma y filtros iniciales del agua de mar en cantidad de 2 139 m³/h luego pasa por la planta de osmosis inversa, almacenamiento y posterior bombeo hasta las operaciones 200 msnm y finalmente el uso que tiene el agua desalinizada es para uso industrial, procesos, y agua potable para el personal en las operaciones.

Gráfico N° 8: Perú: Diagrama de Proceso para el requerimiento de agua del Proyecto Minero Tía María PTM



Fuente: EIA Proyecto Minero Tía María. Arequipa - Perú (2015)

4.3. Proyectos de Plantas de Desalinización de agua de mar en el Perú

El gobierno peruano a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) ha priorizado la construcción de varias plantas de desalinización de agua de mar. Dentro de estas plantas las que están más próximas son las de Lima Sur, Lima Norte que se encuentran en proceso de formulación y serán ejecutadas conjuntamente con SEDAPAL, Además, está la planta desaladora de ILO cuya propuesta está terminando el Ministerio de Economía y Finanzas. Estas tres plantas tienen un monto estimado de inversión de US\$ 600 millones y se suman a la actual planta desaladora que se viene construyendo al sur de Lima en el distrito de Santa María del Mar que beneficiará a 100 mil vecinos de cuatro balnearios del sur Lima.

Esto muestra una clara señal que, a pesar del alto costo por los consumos de energía, no hay marcha atrás en la construcción de estas plantas desaladoras como alternativa a la disponibilidad de agua.

5. Literatura Citada

- Cartera de Proyectos Mineros del Perú.** Ministerio de Energía y Minas.
<http://mineria.minem.gob.pe/proyectos-mineros/>
- Guzman, J., & Plana, J.** (2015). Estudio y desarrollo del proceso de desalinización de agua por ósmosis inversa. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú.
Recuperado el 07 de 10 de 2018, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1440>
- Fariñas Iglesias, Manuel** (1999). Osmosis inversa. Fundamentos, tecnología y aplicaciones. Madrid: Mc Graw Hill.
- Ibrahim Perera, Juan Carlos.** (1999) Desalación de aguas. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos DL.
- Medina San Juan, José Antonio** (1999). Desalación de aguas salobres y de mar. Osmosis inversa. Madrid: Mundi-Prensa.
- Veza, José Miguel** (2002). Introducción a la desalación de aguas. Gran Canaria: Universidad Palmas de Gran Canaria.
- Dosta Parcerisa, Jordi** (2008). Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Tomo 2. “Una verdad incómoda para futuras generaciones”: Los peligros del calentamiento global explicados a los jóvenes. Al Gore. Ed. Gedisa, España.
- Ranking Mundial de exploración Minera.** Instituto de Ingenieros de Minas del Perú.
<http://www.iimp.org.pe/actualidad/peru-se-posiciona-dentro-de-5-primeros-paises-con-mayor-inversion-en-exploracion-minera>
- Semana Económica.** 05/03/2018 <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/mineria/270164-el-peru-entra-al-top-5-mundial-en-inversion-en-exploracion-minera/>
- Informe 2015 OMS/UNICEF de Monitoreo (PCM).** Acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales. https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/
- Informe mensual de Conflictos Sociales N° 174.** Defensoría del Pueblo.
<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/09/Conflictos-Sociales-N%C2%B0-174-Agosto-2018.pdf>
- BBC** ¿Puede la desalinización ser la solución para la crisis mundial del agua? Marzo, 2017.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-39332148>
- Asociación Internacional de Desalinización (IDA)** <https://idadesal.org/> consultado 10 diciembre de 2018
-



Implementación del método Poka Yoke

Alfonso Neil Sotomayor Marrujo

Licenciado en Administración de Empresas – Universidad
Peruana de Ciencias Aplicadas
MBA - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,
Magister en Administración de empresas
Doctorando en Ingeniería Industrial – Universidad Nacional
Mayor de San Marcos
Consultor en la prevención y predictibilidad de riesgo
crediticio, amplia experiencia en el diseño e implementación
de sistemas de gestión y control de riesgos en el sector
privado
Correo electrónico: alfonso.sotomayor77@gmail.com

Resumen: El presente artículo nos presenta la metodología para el diseño de las herramientas a prueba de errores Poka-Yoke, para mejorar la calidad de los productos o servicios, en la actualidad las empresas están obligadas a mejorar en un mundo cada vez más competitivo, para conseguir este objetivo las empresas deben de conseguir entre otras cosas el “cero defectos” en sus procesos de producción.

Estas herramientas tienen que ser simples y sencillas, en la detección de errores para evitar que estos se cometan de manera voluntaria o involuntaria, la finalidad es terminar el proceso y culminar el producto sin tener un defecto. El enfoque de esta metodología es hacer las cosas bien desde la primera vez, pero es mejor hacer que sea imposible hacerlas mal desde la primera vez, según el pensamiento de su creador Shingo Shingo.

Palabras claves: A prueba de errores/ Cero defectos/ Bien desde la primera vez.

Abstract: This article presents the methodology for the design of the Poka-Yoke error-proof tools, in order to improve the quality of the products or services, nowadays the companies are forced to improve in an increasingly competitive world, to achieve This objective companies must achieve among other things the "zero defects" in their production processes.

These tools have to be simple and simple, in the detection of errors to avoid that they are committed voluntarily or involuntarily, the purpose is to finish the process and finish the product without having a defect. The approach of this methodology is to do things right from the first time, but it is better to make it impossible to do them wrong from the first time, according to the thinking of its creator Shingo Shingo.

Keywords: Foolproof/ Zero defects/ Right from the first time.

1. Introducción

El concepto Poka-Yoke ha existido durante mucho tiempo de diversas formas, el ingeniero japonés Shigeo Shingo es quien desarrollo una herramienta formidable para alcanzar cero defectos y eventualmente eliminar las inspecciones de control de calidad.

La idea que está detrás de los Poka-Yoke es respetar la inteligencia del trabajador. Asumiendo las tareas repetitivas o acciones que dependan de la memoria. El Poka-Yoke puede liberar el tiempo y mente de un trabajador para poder así dedicarse actividades mas creativas que puedan aportar valor.

Muchas cosas pueden ir mal en un entorno de trabajo, cada día hay oportunidades para cometer errores que resultaran en productos defectuosos. Los defectos son despilfarro y de no detectarse a tiempo y de llegar al cliente estos frustran su expectativa en lo referente a la calidad del producto. (Cuesta Alvarez, 1991)

1.1. Antecedentes

Esta investigación permitirá presentar la implementación y uso de las herramientas Poka-Yoke para la reducción de los productos no conformes, en busca de la mejora continua puliendo los detalles, mejorar la calidad de la producción para mejorar la productividad en los procesos de producción (Imai, 1995)

Son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes que se conviertan en defectos haciendo que los operadores se concentren en sus actividades. Estos sistemas permiten realizar la inspección al 100% realizando acciones inmediatas cuando se presentan los defectos.

Esta es una técnica de calidad que se traduce "a prueba de errores", también se le suele llamar "anti-errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. Su finalidad es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. (Shingo, 1986)

Las herramientas Poka-Yoke tienen niveles de efectividad que se detallan a continuación:

- Detecta el defecto cuando este ya ha ocurrido y se asegura que no llegue a la siguiente etapa de producción.
- Detecta el error cuando este se presenta y antes de que se convierta en defecto.
- Elimina la generación de errores antes de que estos ocurran y generen defectos

2. Material y métodos

2.1. Principios Básicos de la Metodología Poka-Yoke

- Los errores son inevitables, los defectos no lo son.
 - Hay que detectar el error antes de que se convierta en defecto.
 - La mejor herramienta para prevenir un defecto es aquella que logra aislar la fuente del problema.
-

2.2. Clasificación de errores

Casi todos los defectos están causados por errores humanos. Sin embargo, hay como mínimo diez clases de errores. (Cuesta Alvarez, 1991)

1. **Olvidos:** Algunas veces olvidamos cosas cuando no estamos atentos
2. **Desconocimiento:** se comete equivocaciones cuando se llega a conclusiones erróneas antes de familiarizarse con el entorno
3. **Identificación:** Se toman malas decisiones por una revisión demasiado rápida o por no revisar bien
4. **Inexperiencia:** Cometemos errores por falta de experiencia, entrenamiento, estandarización del trabajo.
5. **Voluntarios:** Ocurren debido a que decidimos ignorar las reglas bajo ciertas circunstancias
6. **Inadvertidos:** Sucede cuando se está distraído, y se comete equivocaciones sin darse cuenta de lo que ocurre.
7. **Debido a lentitud:** Se comete errores cuando las acciones se ralentizan por retrasos de decisión.
8. **Falta de estándares:** Suceden cuando no hay instrucciones apropiadas o estándares de trabajo
9. **Sorpresa:** Ocurren errores cuando el equipo opera de forma diferente a lo que se espera
10. **Intencionales:** Se cometen errores deliberadamente por sabotaje y otros

3. Aplicación de uso de los Poka-Yoke

Los Poka-yokes (Shimbum, 1991) pueden utilizarse en diversas industrias, desde las operaciones, pasando por los procesos productivos o administrativos, servicios, Dependiendo del contexto se pueden percibir las ventajas de su implementación, algunas de las cuales son:

- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores (aplica para los operarios o para los usuarios).
- Contribuye a mejorar la calidad en cada operación del proceso.
- Proporciona una retroalimentación acerca de los errores del proceso.
- Evita accidentes causados por fallas humanas.
- Evita que acciones o medidas críticas dependan del criterio o la memoria de las personas.
- Son mecanismos o dispositivos de fácil implementación, razón por la cual los operarios del proceso pueden contribuir significativamente en ella.
- Mejora la experiencia de uso en los clientes: productos más sencillos de instalar, ensamblar y usar.
- Evita errores en el cliente que puedan afectar la calidad de los productos o la integridad de las personas.

3.1. Fuentes de Defectos:

Materiales: Dañados, equivocados, fuera de especificación, obsoletos.

Mano de Obra: Mal entrenamiento, errores inadvertidos, equivocaciones, descuido, mala operación de los equipos.

Métodos: Métodos incompletos, falta de documentación, métodos obsoletos, poco comprensibles o complejos.

Maquinaria: Mantenimiento inadecuado, malos ajustes, cambios deficientes, suciedad y contaminantes hacia los productos, instalaciones inadecuadas.

Mediciones: Mala calibración, muestreos incorrectos.

Medio Ambiente: Humedad, calor excesivo, frío intenso.

3.2. Clasificación de Mecanismos Poka-Yoke

Los poka-yokes físicos son dispositivos o mecanismos que sirven para asegurar la prevención de errores en operaciones y productos, mediante la identificación de inconsistencias de tipo físico. Asegura las características del producto o proceso.

Los poka-yokes secuenciales son dispositivos o mecanismos utilizados para preservar un orden o una secuencia en particular; es decir que el orden es importante en el proceso, y una omisión en la secuencia consiste en un error

Los poka-yokes de agrupamiento en la mayor parte de los casos son kits prelistados, ya sea de herramientas o de componentes, con el propósito de no olvidar ningún elemento que impida una correcta operación.

Los poka-yokes de información son mecanismos que retroalimentan al operador o al usuario en tiempo real con información clara y sencilla que permita prevenir errores

4. Implementación de los Poka-Yoke

La implementación de un Poka-yoke puede llevarse a cabo mediante un evento Kaizen cuya duración puede variar entre 4, 5 y diez días. Es fundamental que se utilice una herramienta que permita establecer prioridades respecto a la atención de fallas, como es el caso del Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). (Imai, 1995)

- Utilizar el AMEF para identificar las fallas más relevantes del proceso.
 - Establecer el alcance del proyecto Kaizen.
 - Identificar las etapas del proceso.
 - Identificar el tipo de elementos que se van a utilizar (diseño del poka-yoke).
 - Implementar los poka-yokes.
 - Dar seguimiento a la efectividad de la implementación.
-

5. Conclusiones

Las compañías líderes en el mercado o cuando se encuentran en sus inicios pueden mejorar la calidad de sus productos y servicios cuando se enfocan a mejorar los procesos que usan en su elaboración. Estos procesos pueden ser de manufactura y los no manufactureros enfocados a los servicios.

Un proceso a prueba de errores es flexible y robusto. Además, de ser efectivo y eficiente, siendo la clave para llegar a tener cero errores, identificar la fuente del error, ver que lo ocasiona y buscar una solución. Al tener la solución hay que crear un dispositivo Poka-Yoke que nos permita no volver a cometer el mismo error.

Como se observa los dispositivos Poka-Yoke pueden llegar a ser muy simples, no necesariamente tienen que ser complicados y costosos. El crear un sistema libre de errores es anticiparse a las posibles causas y situaciones que puedan generar algún tipo de problema; lo cual permitirá una fácil adaptación de un dispositivo Poka-Yoke.

Las características principales de un buen sistema Poka-Yoke:

- Son simples y baratos.
- Son parte del proceso.
- Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

6. Literatura Citada

Cuesta Alvarez, A. (1991). *Poka - Yoke*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Produccion Sa.

Imai, M. (1995). *kaizen la clave de la ventaja competitiva japonesa*. México: Grupo editorial patria.

Shimbum, N. K. (1991). *Factory Magazine Poka Yoke, Mejorando la calidad del producto Evitando los defectos*. Madrid: Productivity Press.

Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and The Poka Yoke System*. Usa: Productivity Press.

Implementación del moldeo por soplado de plástico en la industria peruana



Hermes Yesser Pantoja Carhuavilca

Lic. en Matemática-Universidad Nacional de Ingeniería
Mg. con mención en Ingeniería de Sistemas-Universidad
Nacional de Ingeniería

Dr. En Ciencias de la Educación-Universidad Nacional de
Educación Enrique Guzmán y Valle

Correo electrónico: hpantojac@unmsm.edu.pe

Resumen: La finalidad del presente artículo es presentar la importancia del moldeo por soplado como un proceso importante en la fabricación de piezas de plásticos huecas debido a la expansión del material en la Industria Peruana. Esto se lleva a cabo debido a la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma.

Este proceso tiene varias fases, la primera es la obtención del material a soplar, después viene la fase de soplado que se realiza en el molde que tiene la geometría final, seguidamente se enfría la pieza y por último se expulsa.

Palabras claves: Moldeo por soplado

Abstract: The purpose of this article is the importance of blow molding as an important process in the manufacture of plastic parts due to the expansion of the material in the Peruvian Industry. This is carried out due to the pressure exerted by the air in the walls of the preform. This process has several phases, the first is obtaining the material a blow, then comes the phase of blowing that takes place in the mold that has the final geometry, then the piece is cooled and finally ejected.

Keywords: Blow molding.

1. Introducción

El primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860 en los Estados Unidos, cuando se ofrecieron 10.000 dólares a quien produjera un sustituto del marfil (cuyas reservas se agotaban) para la fabricación de bolas de billar. Ganó el premio John Hyatt, quien inventó un tipo de plástico al que llamó celuloide.

El soplado por extrusión e inyección es hoy en día el proceso de conformado de plásticos más importante. Este proceso ha experimentado numerosos cambios tanto en términos de material como tecnológicos. Debido a las maquinarias del grupo Krupp Kautex, los termoplásticos en la actualidad se ha convertido en el material por excelencia.

A principios de los años 50, Estados Unidos desarrolló rápidamente la producción de botellas de plásticos. A partir de ahí, los pioneros europeos comenzaron a considerar el soplado junto con la inyección como un método adecuado en la producción de artículos huecos.

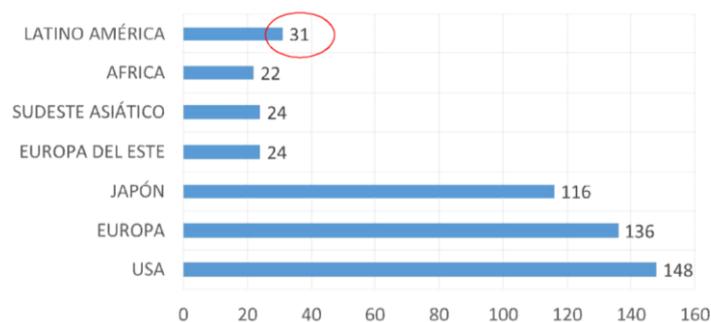
La fabricación de productos plásticos forma parte del sector manufacturero de bienes intermedios según la clasificación de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI).

El proceso de moldeo por soplado nace de la combinación de técnicas de ingeniería de polímeros como el moldeo por inyección con el de técnicas de procesamiento de vidrio, particularmente el de la producción de botellas. La producción de botellas de vidrio requiere técnicas actualmente muy diferentes del moldeo por soplado, aunque en sus orígenes es similar.

2. Material y métodos:

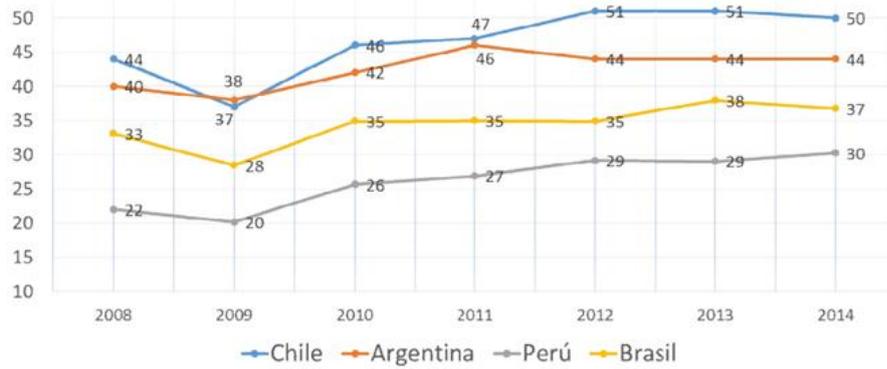
La industria del plástico se constituye en un renglón importante de la producción nacional y se caracteriza por ser una de las actividades manufactureras con mayor proyección de crecimiento económico, aspectos que reportan igualmente beneficios significativos en el ámbito social, a través de aporte a la generación de empleo.

Cuadro N°1: Consumo de plástico por habitante (kg/hab)



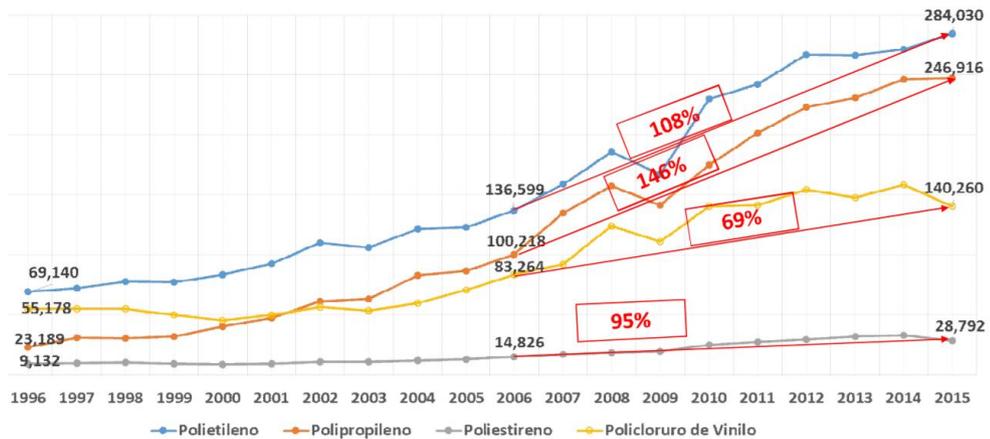
Fuente: BASF, Ludwigshafen, Alemania

Cuadro N°2: Consumo de Plásticos por Habitante (Kg/hab)



Fuente: SIPLA Chile, CAIP Cámara Argentina. Industria Plástica, ABIPLAST, IMEX Aduanas

Cuadro N° 3: Importaciones por tipo en los últimos 20 años (Miles TM)

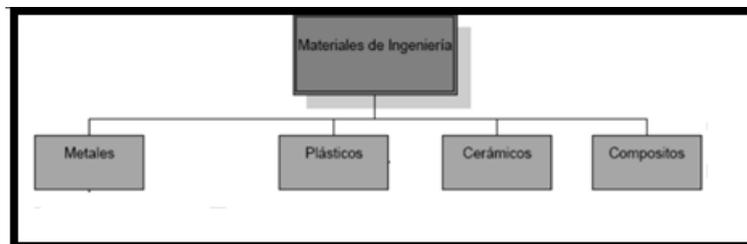


Fuente: SIPLA Chile, CAIP Cámara Argentina. Industria Plástica, ABIPLAST, IMEX Aduanas

2.1. Material

La tarea de los ingenieros de manufactura es un verdadero reto, debido a la amplia variedad de materiales ahora disponibles.

Cuadro N° 4



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°1: Materiales Plásticos



Fuente: Elaboración Propia

La mayoría de los materiales de ingeniería se pueden clasificar en una de las cuatro categorías básicas: metales, cerámicos, polímeros y materiales compuestos. Tanto sus características físicas y mecánicas como sus propiedades químicas son diferentes. Estas diferencias afectan los procesos de manufactura que se usan para transformarlos en productos finales. De acuerdo a la Sociedad de Industrias de Plástico (PSI) la codificación internacional de los plásticos es la siguiente:

Cuadro N°5: Codificación Internacional de los Plásticos

CÓDIGO	SIGLAS	NOMBRE
	PET	Polietileno tereftalato
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad
	PVC	Policloruro de vinilo
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad
	PP	Polipropileno
	PS	Poliestireno
	Otros	Resinas epoxídicas Resinas fenólicas Resinas amídicas Poliuretano

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro siguiente se presenta los datos de importación y exportación de PET en sus presentaciones como resina, preforma y residuos durante los años de 1995 hasta junio del año 2004, donde en el año 1998 se presenta el punto de quiebre de este sector manufacturero, los

volúmenes de importación de preforma PET al mercado nacional se reducen y se incrementan los niveles de exportación de la preforma PET

Cuadro N°5

AÑOS	IMPORTACIÓN PET (TON)			EXPORTACIÓN PET (TON)			PRODUCCIÓN NACIONAL ENVASES PET (TON)
	RESINA	PREFORMA	TOTAL	RESIDUOS	PREFORMA	TOTAL	
1995		5,680	5,680				625
1996		4,339	4,339		96	96	4,129
1997		5,353	5,353		905	905	5,536
1998	14,373	9,528	23,901		1,119	1,119	9,613
1999	19,749	1,004	20,753		6,118	6,118	23,428
2000	33,039	178	33,217	53	12,972	13,025	34,676
2001	38,731	165	38,896	68	19,693	19,761	47,401
2002	41,454	407	41,861	91	27,979	28,070	55,223
2003	59,240	454	59,694	392	26,883	27,275	59,105
Junio-04	29,948	140	30,088	1,338	11,037	12,375	18,285

Fuente: Información Estadística de Aduanas – Junio 2004

2.2. Métodos

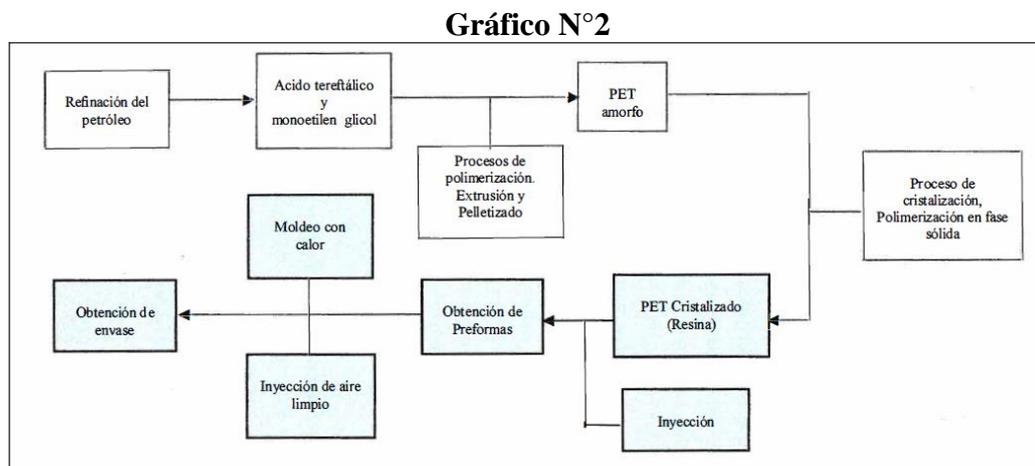
El objetivo de todos los procesos es producir artículos de plástico con el mayor grado posible de libertad en el diseño geométrico. En esto, el soplado es diferente a la inyección, termoconformado, moldeo rotacional y demás procesos competidores. Sin embargo, el moldeo por soplado se ha desarrollado exclusivamente para productos huecos, mientras que otros procesos trabajan con partes blandas.

En el soplado, el granulado plástico alimenta a una extrusora, en la que se plastifica por un tornillo a alta presión, entonces extruido en la forma de un parison plástico a 200 °C en un molde de soplado, se “sopla” hasta finalizar el producto. Una vez que la temperatura del producto soplado se ha reducido lo suficiente mediante la cara interna fría del molde, se puede proceder al desmoldeo sin problema y sin notables deformaciones geométricas.

Básicamente el proceso de soplado está pensado para su uso en la fabricación de productos de plástico huecos; una de sus ventajas principales es su capacidad para producir formas huecas sin la necesidad de tener que unir dos o más partes moldeadas separadamente.

2.3. Metodología

La Metodología empleada para la optimización del proceso de manufactura de plástico reciclado está representado en el siguiente cuadro



Fuente: Elaboración Propia

3. Resultados

El proceso de moldeo por soplado tiene una productividad muy alta, es de los procesos para plásticos más productivos que existen y en la actualidad está muy extendido. Esto se debe a que los tiempos de fabricación son realmente bajos, pues generalmente de todo el ciclo del proceso sólo el enfriamiento supone 2/3 de este y además, el enfriamiento no suele ser muy elevado, pues los espesores generalmente son muy delgados y la pieza enfría rápidamente. Si nos fijamos en lo que supone económicamente el proceso de soplado es un proceso rápidamente amortizable, debido a que generalmente se dirige a la fabricación de grandes lotes. Teniendo en cuenta que aproximadamente un 40% del total de plásticos se emplea para envase y embalaje y que dentro de ello solamente en botellas se emplea el 30% aproximadamente, podemos concluir con que el proceso de soplado constituye más del 12% de plástico total.

4. Conclusiones

Se logró determinar los resultados de reutilizar los residuos de plástico PET como materia prima utilizando el moldeo por soplado de plástico en la Industria Peruana.

5. Literatura Citada

Kalpakjian, S. (2008) Manufactura, ingeniería y Tecnología. 5ta. Edición. Editorial Prentice Hall.

Niebel, B. (2012). Ingeniería industrial. 12va Edición. Madrid, España: Editorial Prentice Hall

Ingeniería de manufactura - R. Lindley s.a



José Eduardo Espejo Pantigoso

Ingeniera Industrial – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Magíster en Ingeniería Industrial con Mención en Planeamiento y Gestión Empresarial

Catedrático Universitario Universidad Ricardo Palma
Consultor Empresarial Gestión Empresarial

Resumen: Don José R. Lindley y Doña Martha Stoppanie de Lindley, en 1910 forman la empresa Aguas gaseosas Santa Rosa. Después de 10 años constituyen “José R. Lindley S.A.” este es el inicio del desarrollo empresarial en el empleo de tecnología moderna acorde con el tiempo. Este crecimiento fue sostenido y en su trayectoria tuvo reconocimientos que daban a conocer la capacidad del desarrollo empresarial empleando tecnología moderna de la época. Esta gestión siempre orientada a satisfacer la demanda y necesidades de los usuarios finales. Es importante resaltar que su visión no solo era el mercado nacional, sino también el mercado internacional, hoy en día ha logrado posesionarse en mercados sudamericanos y de Norteamérica.

Esta empresa sigue siendo la bebida gaseosa de bandera peruana y considerando la alianza con la empresa Coca Cola esta bebida gaseosa, Inca Kola, sigue siendo una de las bebidas de mayor demanda en el mercado nacional e internacional.

Palabras claves: Manufactura/ Empresarial/ Tecnología

Abstract: José R. Lindley and Martha Stoppanie de Lindley, in 1910 form the company “Aguas gaseosas Santa Rosa”. After 10 years they constitute "José R. Lindley S.A." This is the beginning of the business development in the use of modern technology according to the time. This growth was sustained and in its trajectory it had recognitions that gave to know the capacity of the business development using modern technology of the time. This management is always oriented to satisfy the demand and needs of the end users.

It is important to emphasize that his vision was not only the national market, but also the international market. Nowadays, Inca Kola has achieved take South American and North American markets.

This company is still the beverage of Peruvian flag and considering the alliance with the Coca Cola company this carbonated beverage, Inca Kola, remains one of the drinks of greater demand in the national and international market.

Keywords: Manufacturing / Business / Technology.

1. Introducción

En 1910, Joseph Robinson Lindley lanza la Aguas Gaseosas la Santa Rosa, en el Distrito del Rímac. Inicialmente el embotellado era manual de 1 botella por minuto.

Para 1918 se adquiría la primera máquina semiautomática con 15 botellas por minuto de embotellado. Luego de 10 años se constituye José R. Lindley S.A., asumiendo la gerencia José R. Lindley Stoppanie.

En 1935, coincidiendo con el cuarto centenario de la fundación de Lima, se lanzó la gaseosa Inca Kola, que había sido inventada en 1934 por otra empresa.

En 1941, la empresa empieza a expandirse mediante franquicias a provincias y, en 1945, después de la muerte de su padre y sus hermanos, la gerencia es asumida por Isaac R. Lindley Stoppanie.

En 1957, se creó Distral S.A., empresa encargada de la distribución de las bebidas.

En 1960, la Inmobiliaria Lintab S.A., dedicada a la gestión de los activos inmobiliarios de la compañía.

En 1971, Nicolás Lindley López, ingresa al directorio de José R. Lindley S.A.

En 1972 se adquiere una maquina automática de 1000 botellas por minuto.

En 1973, Frutos del País S.A., encargada de la fabricación de néctares. En 1996, todas las empresas se asociaron en una sola, Lintab absorbió por fusión a José R.

En 1996, la presidencia es asumida por Johnny R. Lindley Taboada y, tres años después, la empresa se asocia con The Coca-Cola Company, que, por 300 millones de dólares, asume el 49% de las acciones de la Inca Kola.

Lindley e Hijos S.A., Frutos del País S.A., Distral S.A. y Sabores Perú S.A. En 1997, Lintab SA cambió su nombre a *Corporación José R. Lindley S.A.*

En 1997 la Corporación da un paso muy importante en el desarrollo del negocio: integra todos los procesos de la cadena de suministros, con el software SAP/R3. Gracias a esta importante herramienta tecnológica, hoy en día, todos los procesos del negocio se encuentran sistematizados, desde la compra de insumos hasta la colocación de sus productos y los procesos de soporte de la organización.

En 2001 CJRL obtiene la Certificación ISO 9001:2000 y también implementa el sistema *Balance Score Card*, que luego es convertida en indicadores de desempeño, permitiendo a la dirección de la empresa el monitoreo, en tiempo real, del comportamiento del negocio.

En 2004, la alianza estratégica entre CJRL y The Coca-Cola Company se afianza a través de la compra de Embotelladora Latinoamericana S.A. - ELSA, compañía que producía y distribuía todos los productos de la marca Coca-Cola. Con la producción de Lindley, que tiene una capacidad instalada de 55.105 litros por hora, corresponde a la gaseosa Inca Kola. La marca representa el 97% de las ventas en Lima.

2009, la organización recibió un premio Luis Hochschild Plaut de IPAE, por el trabajo que desde hace más de cuatro décadas viene realizando a través de sus programas de responsabilidad social empresarial, En Corporación Lindley S.A. cuenta con las certificaciones ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e ISO 22000:2005 relacionadas a las gestiones de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional e inocuidad alimentaria respectivamente Planta Lindley, Santa Rosa.

En el 2010, se celebraron los 100 años de la compañía, recibiendo la Medalla de Honor del Congreso de la República y la Medalla de Lima de la Municipalidad e inaugurándose cuatro nuevas plantas.

El 28 de enero de 2014 fallece Johnny R. Lindley Taboada el entonces expresidente del directorio de la embotelladora quien trabajo 24 años hasta retirarse el 15 de noviembre del 2013.

En el 2015 se vende el 21% de acciones de la compañía a la empresa mexicana Arca Continental.

2015, La nueva planta ubicada en el balneario de Pucusana. La inversión realizada fue de US\$ 200 millones. Ubicado a la altura del Km. 60 de la Av. Panamericana Sur, en el distrito de Pucusana.

1. El terreno cuenta con 66.9 hectáreas.
2. Cuenta con 10 líneas de producción diferenciadas en 4 botellas de vidrio y 6 botellas de polietileno.
3. Áreas de almacén de producto terminado, andén de carga, servicios de fuerza, procesamiento del agua y la bebida, servicios complementarios al trabajador, tratamiento de efluentes y residuos sólidos y estacionamiento de vehículos pesados.
4. Envasan en vidrio y plástico.
5. Producción de 1200 botellas por minuto.
6. Producción mil millones de litros de bebida al año.

Genera 374 puestos de trabajo directos y contribuye al dinamismo económico en la zona.

2. Material y métodos

La información es resultado de información en medio magnéticos y se efectúa la verificación sea correcta.

3. Resultados

Es relevante resaltar la empresa Lindley desde sus inicios su visión fue lograr el liderazgo de su marca y producto.

La empresa Inca Kola desde su inicio mostro una línea de liderazgo iniciando sus actividades en su integridad, eran manuales. En la manera que el desarrollo tecnológico se fue manifestando en diferentes campos empresariales, la empresa Inca Kola dispuso la implementación de sistemas que permitía la optimización de la planta de embotellamiento.

En sistema de adquisiciones se compró sistemas de certificaciones ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e ISO 22000:2005 relacionadas a las gestiones de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional e inocuidad alimentaria respectivamente Planta Lindley, Santa Rosa.

Además, en ese año la Corporación da un paso muy importante en el desarrollo del negocio: integra todos los procesos de la cadena de suministros, con el software SAP/R3.

Gracias a esta importante herramienta tecnológica, hoy en día, todos los procesos del negocio se encuentran sistematizados, desde la compra de insumos hasta la colocación de sus productos y los procesos de soporte de la organización.

En el sector de máquinas embotelladoras inicio con una maquina se fabricaba una botella por minuto en 1910 a la fecha se produce 1 000 millones litros por año. Cuatro líneas de envase plástico y dos líneas de envase vidrio.

En la empresa que tiene como fuerza laboral 374 puesto de trabajo, esto nos indica que la ingeniería de la tecnología se ha desarrollado e implementado tecnología de punta, dando como resultado disponer de una planta embotelladora con alto nivel de productividad.

4. Discusión

La empresa si es posible que disponga de un nivel elevado de producción con atención a seis líneas de embotellamiento.

El estudio en mención brindo un esquema de desarrollo de la empresa, en el cual se muestra desde su inicio que no podría haber obtenido desarrollo sin aplicar o emplear la tecnología moderna, atendió sus necesidades empleando diversas tecnologías que estudiadas y analizadas dan solución a las necesidades específicas.

La tecnología empleada es el resultado de analizar la oferta y la demanda, con un horizonte de más de diez años. Esto no impide que en el tiempo se adquiriera más máquinas y/o reemplazos. Las soluciones aseguran el uso óptimo de los recursos con el objetivo de minimizar los costos.

5. Conclusiones

Es importante precisar que la tecnología se ha desarrollado desde un inicio y ha logrado obtener resultados óptimos en cada temporada. La empresa gestiono el desarrollo manufacturero con el objetivo de alcanzar el liderazgo y posicionamiento empresarial.

La empresa adicionalmente ha desarrollado sistemas de calidad, de administración de recursos en la cadena del valor, orientados asegurar atender la demanda, con el menor costo.

Con el empleo de manufactura de primer nivel se orienta en asegurar con niveles de calidad en Perú y las del mundo. Logrando expandirse fuera del Perú.

6. Recomendaciones

En esta empresa se debe tener en consideración el desarrollo manufacturero y ser evaluado que novedades tecnológicas se deben implementar, con el objetivo de mantener el nivel alcanzado de tecnología a la fecha.

Es importante evaluar las necesidades del entorno para acondicionar a la empresa a nuevos escenarios y tenga la capacidad de enfrentar los nuevos requerimientos. Adicionalmente, es necesario identificar los puntos fuertes y débiles de la empresa, de tal forma que se defina las nuevas tecnológicas a ser empleadas en fortalecer los puntos fuertes y minimizar el riesgo de los puntos débiles.

7. Literatura Citada

- Bravo Schaefer, Sebastian y Martin Rodriguez, Laura Carolina** (2018) Implementación De La Línea De Producción Pet – Sidel Planta Pucusana, Corp. Lindley, Universidad San Ignacio De Loyola, Lima, Perú.
- Silva Lau, Alicia Lucero** (2015). Atributos y características en la comunicación de loemarks peruanas: caso Inca kola y Pilsen Callao. Tesis para optar por el Titulo de Licenciada. Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, Perú.
- Leiva Díaz, Ysaac** (2013). Diseño de un sistema de control para el proceso de limpieza de la pared de las botellas y diseño de un sistema de inspección de código impreso en las botellas producidas en la línea Krones 160 – planta Santa Rosa - corporación lindley s.a. para reducir la cantidad de botellas con mala impresión. Tesis para optar por el Título de Licenciado. Universidad Privada Antenor Orrego. Peru.
- Corporación José R. Lindley** (2008). Implementación de Balanced Scorecard
Revista Universidad y Empresa, vol. 7, No. 15, pp. 11-46, Julio-Diciembre.Peru.
- Quiroga Persivale, Guillermo Tomás** (2016) Identificación de patrones de innovación estratégica a través de nuevos modelos de negocio en una economía en desarrollo Casos de Business Innovation en Perú con impacto global, Universidad Politécnica de Catalunya Barcelona, España.
-

Innovación en el desarrollo textil



Ana María Medina Escudero

Ingeniera Química-Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Docente en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Resumen: El presente artículo es una revisión bibliográfica sobre la Innovación en el Desarrollo Textil, es un trabajo no experimental de tipo exploratorio y descriptivo, donde se va a presentar ciertos conceptos relacionados a innovación, tipos de innovación, para luego describir las funciones de algunas nano partículas aplicados a los textiles, considerando que la nanotecnología es un proceso innovador. Siendo las patentes un indicador de medición de la innovación según la OCDE (2015), se elabora y aplica una encuesta sobre el Conocimiento de las Patentes a los docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, determinándose que de un total de 54 estudiantes, el 11% desconoce las patentes, a diferencia de los docentes que en su totalidad conocen sobre estas. Además más del 80% de docentes y estudiantes no invierten en desarrollar patentes. Se propone elaborar una Encuesta dirigida a los Trabajadores de las Empresas Textiles para determinar en primer lugar si tienen nociones sobre el concepto de innovación y luego para determinar si las innovaciones aplicadas en la empresa textil están orientadas al proceso o al producto, a la organización o a la comercialización.

Palabras claves: Innovación/ Nanotecnología/ Nanopartículas/ Patentes.

Abstract: The present article is a bibliographical revision on the Innovation in the Textile Development, is a non experimental work of exploratory and descriptive type, where it is going to present certain concepts related to innovation, types of innovation, to later describe the functions of some nano particles applied to textiles, considering that nanotechnology is an innovative process. Since patents are an indicator of innovation measurement according to the OECD (2015), a survey on Patent Knowledge is prepared and applied to teachers and students of the Industrial Engineering Faculty of the National University of San Marcos, out of a total of 54 students, 11% do not know patents, unlike teachers who know about them- Also more than 80% of teachers and students do not invest in developing patents. It is proposed to elaborate a Survey addressed to Workers of Textile Companies to determine firstly if they have notions about the concept of innovation and then to determine if the innovations applied in the textile company are oriented to the process or the product, to the organization or the marketing.

Keywords: Innovation/ Nanotechnology/ Nanoparticles/ Patentes.

1. Introducción

El sector manufacturero peruano incluye a las industrias de alimentos y bebidas, industrias textiles, industrias farmacéuticas, industrias químicas, maquinarias y equipos, muebles, productos metalmecánicos, entre otros. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la manufactura es uno de los sectores que tiene mayor participación en el Producto Bruto Interno (PBI) del país, la cual ascendió a 13.5% en el 2015.

El sector textil y de prendas de vestir representa cerca del 2.5% del PBI Global y 15.7% del PBI Manufacturero, correspondiendo el textil a 9.4% y la Confección a 7.1%. (Aduanas, Comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias, 2015).

La industria de fabricación de productos textiles se ubica en la división CIIU 13 de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme Rev.4 de las Naciones Unidas que comprende la preparación e hilatura de fibras textiles, la tejeduría y el acabado de productos textiles, entre otros. De acuerdo con el cálculo realizado con la nueva estructura productiva de las Cuentas Nacionales 2007 y la nueva Clasificación CIIU de la fabricación de productos textiles, este sector industrial presenta una contribución de 5.1% en el cálculo del índice de volumen físico de la producción manufacturera mensual.

Según la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera 2015 (ENIIM 2015), realizado por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) llevada a cabo entre el 2012 y 2014, determino que el 61.2% del total de las empresas manufactureras realizaron alguna actividad de innovación.

Las actividades de innovación pueden ser tecnológicas y no tecnológicas. Las actividades de innovación tecnológicas en la encuesta están representadas por la inversión en I+D (Investigación + Desarrollo), la adquisición de bienes de capital, la adquisición de hardware y software, la transferencia de tecnología, el desarrollo de diseño e ingeniería industrial, la capacitación para actividades de innovación y los estudios de mercado, mientras que las actividades de innovación no tecnológicas están representadas por las nuevas formas de organización y las nuevas formas de comercialización.(ENIIM 2015).

Según ENIIM (2015) el 44.3% de las empresas afirmó haber adquirido bienes de capital y el 23.7% haber realizado capacitaciones (Innovaciones Tecnológicas); mientras que el 22.3% declaró haber incorporado nuevas formas de comercialización y el 20.8% nuevas formas de organización (Innovaciones No Tecnológicas).

El 77.5% de las empresas que se dedican a la fabricación de “otros equipos de transportes” ha realizado actividades de innovación en el periodo 2012-2014. Seguida de las empresas que se dedican a la elaboración de productos alimenticios (73.5%) y en tercer lugar se encuentra las que se dedican a la elaboración de bebidas (67.6%). El puesto 11 lo ocupan las empresas que se dedican a Prendas de vestir (62.3%) y el puesto 20 a empresas dedicadas a Productos textiles (49%); ocupando el último lugar (puesto 23) las empresas que se dedican a la madera y productos de madera y corcho con un 35.4%.

Por lo que, se puede observar que según la ENIIM (2015), las empresas peruanas textiles no orientan la innovación al desarrollo de diseño e ingeniería industrial como actividades de innovación tecnológica.

En los últimos años, la industria textil peruana se ha visto afectada por múltiples factores siendo algunas de ellas la caída de las exportaciones al mercado norteamericano de algodón y otras fibras finas como la alpaca, el ingreso de prendas importadas a bajo costo proveniente de China e India principalmente, la disminución de grandes hectáreas de cultivo de algodón peruano como tanguis y puma, entre otros.

Por ello surge la necesidad de que las empresas textiles peruanas busquen innovar aplicando nuevas tecnologías que le proporcione funcionalidad a los textiles, siendo la nanotecnología una de ellas.

En el presente trabajo se presenta algunos conceptos sobre innovación, tipos de innovación y la aplicación de la nanotecnología como un proceso innovador que le otorga propiedades funcionales a los tejidos, como una alternativa para generar una mayor competitividad y darle un valor agregado al producto nacional en el sector textil y confecciones, entre otras ventajas. Así mismo, se elabora y aplica una encuesta

2. Material y métodos: El Lean Manufacturing

2.1. Conceptos sobre Innovación

Según la Teoría de Schumpeter (1934), el desarrollo económico esta movida por la innovación, por medio de un proceso dinámico en el cual nuevas tecnologías sustituyen a las antiguas. A este proceso lo denominó “destrucción creativa”. Según él, las innovaciones “radicales” originan los grandes cambios del mundo mientras que las innovaciones “progresivas” alimentan de manera continua el proceso de cambio.

Otras teorías de innovación se han centrado en la idea de los “costes históricos”, es decir, los recursos comprometidos e irre recuperables para introducirse en nuevos mercados o para crear una ventaja competitiva reposicionando en la cadena de valor la producción o los productos (Sutton, 1992, 1998).

Según Álvarez (2005) un proceso de innovación puede interpretarse a partir de la siguiente relación:

$$I = \iint (Cr + K) ds dm$$

Dónde:

I: Innovación

K: Conocimiento

Cr: Creatividad

ds: diferencial social

dm: diferencial de mercado

En esta relación puede apreciarse la importancia de la creatividad en el proceso, pues combinada adecuadamente con el conocimiento se podrá innovar. Y que la innovación puede no solo ser tecnológica sino también social, y/o una combinación de ambas.

Según Albornoz (2009), la Innovación, en términos más específicos, entraña el propósito de mejorar la posición competitiva de las empresas mediante la incorporación de nuevas tecnologías y conocimientos de distinto tipo. El proceso de innovación consiste así en una serie de actividades no solamente científicas y tecnológicas, sino también organizacionales, financieras y comerciales; acciones que, en potencia, transforman las fases productiva y comercial de las empresas. Adicionalmente, para quienes analizan la innovación como fenómeno portador de transformaciones en gran escala, ella es la base de lo que hoy se denomina como sociedad del conocimiento y es también uno de los motores de la globalización.

Según la OCDE (2005), en el Manual de Oslo define Innovación como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

La innovación es considerada como uno de los principales determinantes del crecimiento económico y de la productividad, siendo éste último un canal directo para el incremento de la competitividad y para el desarrollo económico sostenible. La innovación consiste en la

transformación de ideas en nuevos productos, servicios y procesos productivos (Banco Mundial, 2013).

Las actividades innovadoras corresponden a todas las operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o tienen por objeto conducir, a la introducción de innovaciones. Algunas de estas actividades son innovadoras en sí mismas, otras no son nuevas pero son necesarias para la introducción de innovaciones. Las actividades de innovaciones incluyen también a las de I+D que no están directamente vinculadas a la introducción de una innovación particular. (OCDE, 2005).

2.2 Principales Tipos de Innovación

Schumpeter (1934) propuso una lista de cinco tipos de innovación:

- a. Introducción de nuevos productos
- b. Introducción de nuevos métodos de producción
- c. Apertura de nuevos mercados
- d. Desarrollo de nuevas fuentes de suministro de materias primas u otros insumos.
- e. Creación de nuevas estructuras de mercado en un sector de actividad

Según la OCDE (2005), se distinguen cuatro tipos: las innovaciones de producto, las innovaciones de proceso, las innovaciones de mercadotecnia y las innovaciones de organización.

- a. **Innovación de producto** corresponde a la introducción de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
- b. **Innovación de proceso** es la introducción de un nuevo. O significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o programas informáticos.
Las innovaciones de proceso pueden tener por objeto disminuir los costes unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad, o producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados.
Los métodos de producción incluyen las técnicas, equipos y programas informáticos utilizados para producir bienes o servicios.
- c. **Innovación de mercadotecnia** es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.
Las innovaciones de mercadotecnia tratan de satisfacer mejor las necesidades de los consumidores, de abrir nuevos mercados o de posicionar en el mercado de una nueva manera un producto de la empresa con el fin de aumentar las ventas.
- d. **Innovación de organización** es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.
Las innovaciones de organización pueden tener por objeto mejorar los resultados de una empresa reduciendo los costes administrativos o de transacción, mejorando el nivel de satisfacción en el trabajo (y por consiguiente aumentar la productividad), facilitando el acceso a bienes no comercializados (como el conocimiento externo no catalogado) o reduciendo los costes de los suministros.

2.3 Concepto de Nanotecnología

Según el Cuadro 1, se observa dos conceptos de Nanotecnología.

Cuadro N°1: Algunos conceptos de Nanotecnología

AUTOR	DEFINICIÓN DE NANOTECNOLOGÍA
Lynn (2005)	Es una ciencia que se encarga de la aplicación y el estudio de objetos a niveles nanométricos (1 a 100 nanómetros), que son utilizados en distintos campos siendo uno de ellos la industria textil, uno de los beneficios de esta innovadora tecnología es que transfieren propiedades excepcionales a los tejidos como repelencia a agentes patógenos, mejora de la durabilidad, autolimpieza entre otros.
Borras (2014)	Es un tipo de tecnología mediante el cual se realiza el estudio, creación, producción y aplicación de materiales, a través del control de la materia a nano escala, es decir la manipulación de partículas a una dimensión inferior a 100 nm. Al manipular de tal forma la materia se producen nuevos fenómenos en esta, creando materiales novedosos con propiedades únicas, como la conductividad térmica y eléctrica, el color, la elasticidad, las cuales se ven aumentadas y favorecidas.

Fuente: Elaboración propia

2.4 Clasificación de Nanomateriales en la Industria Textil

Según la Figura 1, se puede observar la Clasificación de Nanomateriales

Figura N°1: Clasificación de Nanomateriales en la Industria Textil

<p>Nanofibras de Carbono (NFC): Mejora las propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas de los polímeros. La gran mayoría son aislantes, permiten la creación de tejidos antibacterianos, ignífugos o capaces de generar calor con una pequeña batería, absorción de rayos ultravioleta, propiedades antibacteriales, anti-olor. (Covarrubias & et al 2013)</p>	<p>Nanopartículas metálicas Se utilizan como sensores y agentes antimicrobianos, permiten cambiar las propiedades de los tejidos, exhiben actividad fotoquímica incrementada por su elevada relación superficie y volumen (Cardoso, 2016).</p>
<p>Nanotubos de Carbono (NFC): Son las fibras más fuertes que se conocen, altamente conductores. Un solo nanotubo perfecto es de 10 a 100 veces más fuerte que el acero por peso de unidad y poseen propiedades eléctricas. Tienen la aplicación como electrodos de batería y microprocesadores. Los tejidos cubiertos con una capa de nanotubos de carbono son capaces de crear sensores electrónicos con un aspecto y un tacto similar al del algodón convencional. (Bourzac, 2009)</p>	<p>Nanocápsulas Protegen sustancias del contacto con el medio ambiente, aumenta la vida media de los principios activos, controla la liberación de las sustancias, enmascara los sabores y olores, facilita, el manejo de sustancias, protege al ambiente y al usuario. Posee una aplicación en tratamientos textiles como acabados, recubrimientos, inclusión de fibras. (Miro, 2013).</p>

Fuente: Elaboración propia

3. Nano partículas de diferentes materiales

Según el Cuadro 2, se observa un resumen de las nanopartículas usadas en textiles y sus efectos en el textil aplicado.

Cuadro N°2: Tipos de nano materiales/nano partículas usadas en textiles de acuerdo a los expertos de la industria y la academia

Nano partículas de diferentes materiales	Efectos producidos en el textil aplicado
Plata (Ag)	Efecto anti-olor, textiles antibacteriales
Dióxido de titanio (TiO ₂)	Protección UV, actividad fotocatalítica antibacterial y anti-suciedad, efecto anti-olor, funcionalización de superficie hidrofílica.
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	Funcionalización de superficie hidrofóbica, durabilidad, resistencia al desgarre, nano-encapsulación de moléculas.
Nanotubos de carbón (CNT)	Incremento de la resistencia a la tensión de fibras, fibras conductoras eléctricas, disipación electrostática, no inflamable.
Fluorocarbonos	Funcionalización de superficies hiperhidrofóbicas.
Óxido de zinc (ZnO)	Protección UV, textiles antimicrobiales, textiles repelentes al agua, textiles inteligentes para captación de energía piezoeléctrica.
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	Incremento de la elasticidad y resistencia a la rotura de las fibras
Oro (Au)	Fibras conductoras de electricidad
Negro de carbono (CB)	Pigmento negro, aditivo de relleno, fibras conductoras de electricidad
Óxido de magnesio (MgO)	Efecto antimicrobial y antimicótico, agente auxiliar, estabilidad térmica
Partículas de silicato estratificados	Protección UV, protección al calor, no inflamable, barrera de difusión de gas, portador de colorante fibras sintéticas

Fuente: Uribe (2014)

3.1. Patentes como indicadores de medición de la innovación

Según la OCDE (2015), en el Manual de Oslo se menciona que son dos las familias básicas de indicadores de actividades científicas y tecnológicas que interesan directamente a la medición de la innovación: los recursos dedicados a I+D y las estadísticas sobre patentes.

Según el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección Intelectual (INDECOPI), una patente es el título que otorga el Estado a un titular, para ejercer el derecho exclusivo de explotación de una invención a cambio de la divulgación de la misma. El titular de la patente tiene el derecho exclusivo de explotación comercial de su invento por un período de tiempo y en un territorio determinado. Para el caso del Perú, la duración de una patente de invención es de 20 años y la de la patente de modelo de utilidad es de 10 años. En ambos casos, la permanencia se cuenta desde la fecha de presentación de la solicitud.

El número de patentes concedidas a una empresa o a un país dado puede reflejar su dinamismo tecnológico; el examen del crecimiento de las categorías de patentes puede dar alguna idea en cuanto a las orientaciones del progreso tecnológico. Muchas innovaciones no se patentan, mientras que otras son protegidas por una multiplicidad de patentes. Muchas patentes tienen un valor tecnológico y económico nulo, mientras que otras tienen un enorme valor (Patent Manual; OCDE, 1994)

Las universidades no están vinculadas al desarrollo de patentes en el sector textil. En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) las solicitudes de patentes se inician recién en el 2009, habiéndose aprobado en total 34 hasta el día de hoy. De los cuales, solo uno pertenece al proceso de desarrollo textil (Cuadro 3) y cinco están vinculadas a máquinas de textiles con patentes solicitadas en el Perú (Cuadro 4).

Cuadro N°3: Patentes otorgadas a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Tema	Publicación	Autores	Facultad	Proyecto
Procedimiento para síntesis rápida de nanocobre	2016	Juan Arroyo Cuyubamba Aldo Guzmán Duxtan Henry Cárcamo Cabrera	Química e Ingeniería Química	Permite crear prendas inteligentes que eviten la propagación de bacterias u otros agentes contaminantes.

Fuente: Vicerrectorado de Investigación y posgrado de UNMSM

Cuadro N°4: Tecnologías vinculadas a máquinas de textiles con patentes solicitadas en el Perú

Tecnología	Resumen	Característica
Dispositivo y método para producir una tela hilada por adhesión a partir de filamentos	La invención se refiere a un dispositivo para la producción de una cinta hilada por adhesión a partir de filamentos, que comprende hileras, una cámara de enfriamiento en el que aire de proceso puede ser introducido con el fin de enfriar los filamentos, un dispositivo de succión de monómero dispuesto entre las hileras y la cámara de enfriamiento, una unidad de estiramiento, y un dispositivo de específico para la colocación de los filamentos a fin de formar la cinta hilada por adhesión.	No. de expediente: 001355-2015/DIN Tipo: Patente de invención Fecha de presentación: 2015-07-17 País: Alemania Estado actual: Tramite
Minitelar portátil que reproduce técnicas textiles incas	Referido a un minitelar portátil diseñado para reproducir técnicas textiles incas; el minitelar se fabrica a partir de una plancha de acrílico, pvc (policloruro de vinilo) o madera, preferiblemente a partir de una plancha de acrílico cortada con láser, con piezas completamente armables y desarmables que se fijan a presión, lo cual permite un armado sencillo y fácil de realizar. El minitelar portátil está constituido por un marco al cual se acoplan dos soportes o parantes que permiten una fácil utilización sobre un tablero o una mesa; asimismo el minitelar comprende un peine y dos ovilladores.	No. de expediente: 002017-2011/DIN Tipo: Modelo de Utilidad Fecha de presentación: 2013-03-11 País: Perú Estado actual: Otorgado Fecha de concesión: 28-09-2015 Fecha de vencimiento: 11-03-2023

Tecnología	Resumen	Característica
Máquina y procedimiento para el teñido de carretes de hilo y/o fibra textil enrollada en paquetes	Es una máquina que comprende: a) una estructura que delimita una cámara que esta parcial o completamente llena de un fluido de teñido en la cual se ha dispersado el colorante; b) medios de soporte ubicados dentro de la cámara en una posición parcialmente sumergida en el fluido de teñido, los cuales comprenden una placa de soporte con partes huecas que están equipadas con varillas de soporte de carrete huecas; y c) medios de recirculación asociados operativamente a una varilla de soporte de carrete para inducir el fluido de teñido a pasar por dicho soporte de carrete y el carrete respectivo o fibra textil enrollada en un paquete en forma intermitente.	No. de expediente: 001467-2013/DIN Tipo: Patente de invención Fecha de presentación: 2011-12-23 País: Italia Estado actual: Trámite 11-03-2023
Máquina para tejidos de punto con levas de platina facilitando la operación de alta velocidad.	Referido a un anillo de leva de platinas para una máquina para tejidos de punto circular que comprende una pluralidad de segmentos de leva de platina acomodados borde a borde para formar el anillo de leva de platinas, cada segmentos de leva de platina	No. de expediente: 001232-2011/DIN Tipo: Patente de invención Fecha de presentación: 2009-12-14

	define una porción de una pista de leva de platinas que define superficies de avance de platinas y superficies de retroceso de platinas.	País: USA Estado actual: Trámite
Aparato de enrollado de tejido para máquinas de tejido de punto circular	Un aparato de enrollado de tejido que es impulsado por una máquina de tejido de punto circular que gira y recibe un tejido de punto: el aparato de enrollado de tejido presenta una abrazadera, un conjunto de varillas de transmisión que se localizan en la abrazadera y un mecanismo giratorio de recolección de tejido, la abrazadera incluye dos cajas laterales que corresponden entre si y un mecanismo de impulsión localizado en cada caja lateral, cada caja lateral tiene un lado superior y un lado inferior, el mecanismo de impulsión impulsa el conjunto de varillas de transmisión para guiar el movimiento de tejido.	No. de expediente: 000234-2014/DIN Tipo: Patente de invención Fecha de presentación: 2014-02-21 País: Taiwán Estado actual:

Fuente: Indecopi – documentos

3.2. Encuesta realizada a docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM sobre conocimientos de las patentes

Uno de las actividades científicas y tecnológicas que miden la innovación son los recursos dedicados a la Investigación y Desarrollo (I+D) y se asume que las universidades siendo fuente de conocimiento son las indicadas para trabajar en conjunto con las empresas y lograr desarrollar ese conocimiento científico.

Sería importante que las universidades peruanas se vinculen con las empresas promoviendo el desarrollo de proyectos de investigación que respondan a problemas y/o necesidades tecnológicas del sector textil. Que las universidades difundan sus resultados y como mecanismo para proteger el derecho a la propiedad intelectual y de invención estén sean patentadas. Por lo que permitiría que la universidad pueda comercializar sus patentes a nivel empresarial como se hace en otros países.

Siendo las patentes otro de los indicadores de medición de la innovación y considerando que la universidad debería promover el registro de las patentes, si éstas se derivan de investigaciones en las que se ha desarrollado nuevos procesos o nuevos productos. Se elabora y aplica una Encuesta a docentes y alumnos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM para determinar si conocen sobre las patentes (Cuadro 5 y 6) y los resultados se detallan en el Cuadro 7, donde solo se muestra los porcentajes relacionadas a las respuestas afirmativas. Este diagnóstico permitirá iniciar acciones para difundir los mecanismos para proteger la propiedad intelectual como las investigaciones que deriven en nuevos procesos y/o productos.

En la actualidad, las universidades que cuentan con la mayor cantidad de patentes son la PUCP, UNI y UNMSM, entre ellas suman un total de 150 patentes que han sido aprobadas o se encuentran en trámite. De las 34 patentes aprobadas, 13 pertenecen a la UNMSM, las PUCP con 16 y la UNI con 5, en diferentes áreas temáticas. Principalmente el área de tecnología y medicina. (INDECOPI, 2017).

Cuadro N°5: Datos Generales de la Encuesta realizada a Docentes y Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM sobre Patentes

Indicador	Grupo A	Grupo B
Población	Docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial	Estudiantes de las tres Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Industrial
Muestra	20 Docentes	54 Estudiantes

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°6: Formato de la Encuesta Aplicada a Docentes y Estudiantes de la UNMSM sobre Patentes

ENCUESTA A DOCENTES Y ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNMSM			
TEMA:			PATENTES
Indicaciones: Marcar con una X la alternativa que Usted considera.			
N°	PREGUNTAS	SI	NO
	Relacionado al Conocimiento sobre Patentes		
1	¿Usted conoce sobre las patentes?		
2	¿Considera importante invertir en patentes?		
3	¿Considera que los docentes de las universidades nacionales tienen capacitaciones sobre el desarrollo de patentes?		
4	¿Considera que las universidades invierten el dinero necesario para desarrollar patentes?		
5	Según su criterio ¿cuál de estas universidades aprobadas tiene más patentes? Marcar una sola alternativa. a. PUCP b. UNMSM c. UNI	--	--
6	Aproximadamente ¿Cuántas patentes aprobadas tendría la universidad con más patentes? a. PUCP b. UNMSM c. UNI	--	--
7	¿Cuántas solicitudes de patente a Indecopi considera que las universidades han solicitado? Del 1 al 10 b. De 11 al 20 c. Del 21 al 30	--	--
8	En los últimos años ¿Qué universidad ha tenido mayor desarrollo en cuanto a patentes? a. PUCP b. UNMSM c. UNI d. UPCH e. UTEC f. UPC	--	--
9	En cuanto a UNMSM ¿Cuál de todas las facultades considera que tiene más patentes? a. Química b. Industrial c. Electrónica d. Sistema e. Geológica f. Otro	--	--
10	¿Conoce alguna patente que haya sido concedida en los últimos años a UNMSM?		
11	¿Usted conoce alguna patente ya sea de una universidad pública o privada?		
12	¿A qué área considera que ha tenido mayor desarrollo de patentes? a. Salud b. Tecnología c. Ambiental d. Industria	--	--
13	¿Usted cree que las universidades nacionales cuentan con la tecnología necesaria para un desarrollo sostenido en patentes?		
14	¿Usted cree que el gobierno informa bien a los estudiantes de las universidades en cuanto a la investigación y que esto conlleve a desarrollar patentes?		
15	¿Conoce alguna patente que sea de una universidad de provincia?		

Fuente: Elaboración propi

Cuadro N°7: Resultados de la Encuesta aplicada sobre Patentes

Pregunta Respondida		Grupo A: Docentes	Grupo B: Estudiantes
1	¿Usted conoce sobre las patentes?	Si: 100%	Si: 11%
2	¿Considera importante invertir en patentes?	Si: 100	Si:98
3	¿Considera que los docentes de las universidades nacionales tienen capacitaciones sobre el desarrollo de patentes?	Si: 90	Si: 23
4	¿Considera que las universidades invierten el dinero necesario para desarrollar patentes?	Si: 20	Si: 25
5	Según su criterio ¿cuál de estas universidades aprobadas tiene más patentes? Marcar una sola alternativa. b. PUCP b. UNMSM c. UNI	PUCP: 60% UNMSM: 10% UNI: 30%	PUCP: 73% UNMSM: 15% UNI: 12%
6.	Aproximadamente ¿Cuántas patentes aprobadas tendría la universidad con más patentes? b. PUCP b. UNMSM c. UNI	PUCP: 60% UNMSM: 10% UNI: 30%	PUCP: 73% UNMSM: 15% UNI: 12%
7	¿Cuántas solicitudes de patente a Indecopi considera que las universidades han solicitado? Del 1 al 10 b. De 11 al 20 c. Del 21 al 30	De 1 al 10: 20% De 11 al 20: 60% De21 al 30: 20%	De 1 al 10: 21 De 11 al 20: 56 De21 al 30: 23
8	En los últimos años ¿Qué universidad ha tenido mayor desarrollo en cuánto a patentes? b. PUCP b. UNMSM c. UNI d.UPCH e. UTEC f. UPC	UPCH: 20% UNMSM: 60% UPC: 10% UTEC:10%	PUCP: 46% UNMSM: 26% UNI: 13 UPC: 6% UTEC:4%
9	En cuanto a UNMSM ¿Cuál de todas las facultades considera que tiene más patentes? b. Química b. Industrial c. Electrónica d.Sistema e. Geológica f. Otro	Química: 33% Industrial: 22% Otro: 45%	Química: 6% Industrial: 52% Electrónica: 9% Sistemas: 6% Geológica: 6% Otro: 21%
10	¿Conoce alguna patente que haya sido concedida en los últimos años a UNMSM?	Si: 30%	Si: 19%
11	¿Usted conoce alguna patente ya sea de una universidad pública o privada?	Si:20%	Si: 44%
12	¿A qué área considera que ha tenido mayor desarrollo de patentes? b. Salud b. Tecnología c. Ambiental d. Industria	Salud: 10% Tecnología:60% Ambiental: 0% Industria: 30%	Salud: 34% Tecnología:33% Ambiental: 6% Industria: 27%
13	¿Usted cree que las universidades nacionales cuentan con la tecnología necesaria para un desarrollo sostenido en patentes?	Si: 20%	Si: 6%
14	¿Usted cree que el gobierno informa bien a los estudiantes de las universidades en cuanto a la investigación y que esto conlleve a desarrollar patentes?	Si: 10%	Sí: 2%
15	¿Conoce alguna patente que sea de una universidad de provincia?	Si: 20%	Si: 6%

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 7, se observa que el 90% de docentes y alumnos concuerdan que las autoridades de la universidad no informan de forma adecuada sobre el tema de patentes. También se observa un alto porcentaje de docentes y alumnos que considera que la universidad no invierte el dinero suficiente para desarrollar patentes.

3.3. Propuesta de Encuesta dirigida a los Trabajadores de las Empresas Textiles

Considerando que el ENIIM (2015) registro un bajo porcentaje relacionado a una de las actividades de innovación tecnológica primordial como son las capacitaciones a los trabajadores (23.7%), quienes son parte fundamental para la implementación de estas.

Se considera elaborar una Encuesta dirigida a los Trabajadores de las Empresas Textiles para determinar en primer lugar si tienen nociones sobre el concepto de innovación y para determinar si las innovaciones aplicadas en la empresa textil están orientadas al proceso o al producto, a la organización o a la comercialización. (Figura 2).

La encuesta será aplicada a los trabajadores de las empresas textiles que desarrollan procesos y/o productos innovadores. La población será los trabajadores de las áreas de producción, tanto gerentes como operarios.

Figura N°2: Encuesta dirigida a los Trabajadores de las Empresas Textiles

ENCUESTA SOBRE INNOVACIÓN TEXTIL DIRIGIDO A LOS TRABAJADORES DE LAS EMPRESAS
TEXTILES PERUANAS

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha:	
Género:	
F	
M	
Edad:	

Empresa Textil:			
Cargo que desempeña:	Administrativo	Producción	Gerencial
Formación Profesional:	Técnico ()	Universitario ()	

CUESTIONARIO

Respecto al Concepto de INNOVACIÓN		SI	NO
1.	Ud. Considera que es un proceso novedoso y creativo.		
2.	Ud. Considera que está relacionado al conocimiento		
3.	Ud. Considera que puede surgir de una necesidad, de una crisis económica.		
4.	Ud. Considera que puede ser de tipo Tecnológica		
5.	Ud. Considera que puede ser de tipo Social		

Respecto a la Innovación del Proceso y Producto:		SI	NO
1.	Ud. Considera que la empresa desarrolla nuevos productos textiles.		
2.	Ud. Considera que la empresa adquiere conocimientos de instituciones externas como derecho de patentes, conocimientos de la universidad o de otras empresas públicas y/o privadas.		
3.	Ud. Considera que la empresa adquiere nueva maquinaria, equipos y otros bienes de capital que se requieren para introducir las innovaciones de proceso y productos.		
4.	Ud. Considera que la empresa incluye actividades como el diseño, la planificación y los ensayos de los nuevos productos; así como, los procesos de producción y los métodos de distribución.		
5.	Ud. Considera que la empresa realiza actividades de introducción en el mercado de los nuevos productos (bienes o servicios).		
6.	Ud. Considera que la empresa ha desarrollado las innovaciones principalmente por sí misma.		
7.	Ud. Considera que la empresa ha desarrollado las innovaciones en cooperación con otras empresas o instituciones.		
8.	Ud. Considera que las innovaciones fueron desarrolladas, principalmente, por otras empresas o instituciones.		

Respecto a la Innovación de Comercialización y Organización:		SI	NO
1.	Ud. Considera que la empresa incluye actividades relativas a la introducción y desarrollo de nuevos métodos de comercialización.		
2.	Ud. Considera que la empresa emprende actividades de planificación y la aplicación de nuevos métodos de organización.		
3.	Ud. Considera que la empresa contrata personal destinado a actividades de innovación.		
4.	Ud. Considera que participa de actividades de innovación como profesional o técnico.		
5.	Ud. Considera que la empresa realiza actividades previas de capacitación al personal sobre los nuevos procesos y productos.		

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES:

.....

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

- La nanotecnología es un proceso innovador que le brinda propiedades funcionales a los tejidos, como las nano partículas de plata que tienen un efecto antibacteriano y podrían aplicarse en vestimentas para el sector salud.
- La UNMSM cuenta con una sola patente relacionada a un proceso con nanopartículas de cobre que proporciona un efecto antimicrobiano similar a las partículas de plata.
- La UNMSM está en trámite de solicitud de cinco patentes relacionada a maquinas textiles siendo la más reciente el “Dispositivo y método para producir una tela hilada por adhesión a partir de filamentos” solicitada en el 2015 en Alemania.
- Según la encuesta aplicada sobre Conocimiento de las Patentes a los estudiantes y docentes de la Facultad de Ingeniería Industria de la UNMSM, el 89% de estudiantes desconocen sobre las patentes; sin embargo, el 98% afirma que se debería invertir en desarrollar patentes.
- Se elabora una Encuesta sobre Innovación en el Sector Textil considerando los cuatro tipos de innovación (de proceso, de producto, de comercialización y de organización) como un diagnóstico para determinar si los trabajadores tienen conocimiento sobre innovación textil en sus respectivas empresas en las que laboran.

5. Literatura Citada

- Albornoz, Mario.** (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 5(13), 9-25. Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132009000200002&lng=es&tlng=es.
- Alvarez, J-C.** (2005). Es hora de Innovar. En revista Electro-Electrónica N° 24 – PUCP. Lima Perú. 2do. Semestre del 20015 y en Revista Virtual GestioPolis. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/>.
- Borrás, R.,** (2014). La nanotecnología aplicada al sector textil. Recuperado de <http://eltexilactual.wordpress.com> (junio, 2017).
- Bourzac, K** (2009). Los nanotubos se ponen de moda. MIT Technology Review.
- Cardoso, P** (2016). Nanopartículas de plata: obtención, utilización como antimicrobiano e impacto en el área de la salud. *Hosp. Niños (B. Aires)*. Vol.58, N°260: 19-28.
- Covarrubias, C. et al.,** (2013). Nanocompuesto a base de polímeros dispersos y nanofibras de carbono. *Iberoamericana de Polímeros y Materiales*. Vol 14, N° 3.
- Fernández Sánchez, E.** (2005). Estrategia de innovación. *Ed. Thomson Spain, Madrid*.
- Historias de las patentes** (17 de junio del 2017). Obtenido de <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/201253/8+Textil+y+confecciones.pdf>
- INDECOPI** (2017). Invenciones y nuevas tecnologías (17 de junio del 2017). Recuperado de <https://www.indecopi.gob.pe/inicio>

- Lynn, C, Nancy, G.** (2005). What is nanotechnology?. www.nnin.org/news-events/spotlights/what-nanotechnology (Junio, 2017).
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Perú. MINCETUR.** (2017). Recuperado de <https://www.mincetur.gob.pe/ministro-ferreyros-peru-ve-con-optimismo-la-iniciativa-de-la-nueva-ruta-de-la-seda-promovida-por-china/>
- Miró, M** (2013). La nanotecnología resignifica a los textiles. Universidad Tecnología Nacional. Recuperado de www.arcitec.frba.utn.edu.ar/presentaciones/nanotec.pdf (junio, 2017).
- Montoya Suarez, O.** (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia Et Technica*, X (25), 209-213.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).** (2005). Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre Innovación. Tercera Edición.
- OCDE** (1994). Usind Patente Data as Science and Technology Indicators – Patent Manual. OECD GD.
- Textile Learner.** (2012). Application of Nanotechnology in Textile Industry. textilelearner.blogspot.pe/2012/12/application-of-nanotechnology-in.html (Junio, 2017).
- UNMSM.** (2017). Patentes sanmarquinas ya son una realidad (11 de junio del 2017). Recuperado de <http://www.unmsm.edu.pe/noticias/ver/2135>
- Uribe Valenzuela, C.** (2014). Textiles antimicrobianos funcionalizados con nanopartículas, pág. (4,5). Lima.
-

Las 5 s, una metodología complementaria para mejorar la productividad



Dixon Groky Añazco Escobar

Ingeniero Industrial – Universidad de Lima.

MBA Gerencia Estratégica de Negocios por CEMTRUN
PUCP.

Doctorando en Ingeniería Industrial – Universidad Nacional
Mayor de san Marcos.

Docente en ingeniería en la Universidad Cesra Vallejo y la
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,
Consultor en mejora de procesos

Resumen: Pese haber sido creada en la década de los 40 en Japón como parte del Kaizen (mejora continua), la metodología 5 S, recién comenzó a ser difundida en occidente a partir de la década de los 90 como una herramienta parte de la calidad total. A lo largo de todo este tiempo las diversas empresas en el mundo a pasado de ser una herramienta de calidad, a convertirse en un programa corporativo con el objetivo de contribuir a mejorar la conducta de los colaboradores, sin embargo, las aplicaciones en el Perú tienen como principal objetivo mejorar el orden y limpieza de las zona de trabajo, pudiendo ser aplicada como una herramienta para incrementar la productividad.

Este documento muestra la aplicación de la metodología 5 S en el área de producción de una planta de impresiones metálicas, enfocándose en la medición de la eficiencia, eficacia y productividad, sobre la base de la aplicación de capacitación en la metodología y la realización de auditorías de cumplimiento de la misma.

Palabras claves: 5 S/ Sistemas de gestión/ Calidad/ Mejora continua/ Lean Manufacturing.

Abstract: Although it was created in the 1940s in Japan as part of Kaizen (continuous improvement), the 5S methodology recently began to be disseminated in the West since the 1990s as a part of total quality. Throughout, in this time, to companies in the world, to the past, to be a tool of quality, to be a corporate program with the aim of improving the behavior of collaborators, however, the applications in the Peru's main objective is to improve the order and cleanliness of the work area, and can be applied as a tool to increase productivity.

This document shows the application of the 5 S methodology in the area of production of a metal printing plant, the focus on the measurement of efficiency, efficiency and productivity, the basis of the application of training in methodology and the performance of compliance audits.

Keywords: 5 S/ Management systems/ Quality/ Continuous improvement/ Lean Manufacturing.

1. Introducción

La aplicación de las 5 S (Seiri=clasificar, Seiton=Ordenar, Seiso=limpiar, Seiketsu=Estandarizar, Shitzuke=disciplina) presenta los siguientes beneficios, Imai (1998), entre otros, crea ambientes de trabajo limpios, higiénicos, agradables y seguros. Mejora sustancialmente el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados. Elimina las diversas clases de muda y libera espacio. Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costos de operación. Ayuda a los empleados a adquirir autodisciplina y a asumir un interés real en Kaizen. Hace visibles los problemas de calidad. Se puede deducir que dichos beneficios modifican la conducta del trabajador de quien se espera un mejor desempeño a través del cual se puede incrementar la eficiencia, eficacia y productividad.

Hirano (1997) menciona que las 5 S representan un elemento principal de la fábrica visual, cuya implementación no representa un shock traumático al proceso productivo de la organización.

De manera general se puede mencionar que la productividad es el cociente entre lo producido (outputs) y los recursos utilizados (inputs), algunas otras definiciones de productividad son: Según Gutiérrez (2010), La productividad es el producto de la eficiencia y la eficacia, considerando a la eficiencia como la optimización de los recursos y la eficacia es el uso de los recursos para alcanzar los objetivos propuestos, (p.41).

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

$$\frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Tiempo Total}} = \frac{\text{Tiempo Útil}}{\text{Tiempo Total}} \times \frac{\text{Cantidades Producidas}}{\text{Tiempo Útil}}$$

Sin embargo, demás autores a la productividad lo relacionan con las salidas y entradas de un proceso productivo, entre ellos tenemos a Carro y Gonzáles (2012), quienes describen a la productividad como el índice de mejora del proceso productivo, que relaciona lo elaborado por un sistema, las salidas o producto, y los elementos como son los insumos o la materia prima, que intervienen para desarrollarlo (p.3).

Zandín (2005), menciona que encontrar una definición para la productividad en la actualidad se torna complejo puesto que producir con efectividad no significa necesariamente se más productivo puesto que se tiene que tener en cuenta la calidad y el mercado, debido a esto las empresas deben tener cuidado al elegir los indicadores que permitan cuantificar la gestión de la productividad. (p.24) A esto se puede agregar que mejorar la productividad conlleva a mejorar la calidad del producto, la calidad de vida de los trabajadores e incrementar la satisfacción del cliente.

Prokopenko (1989), indica que la productividad actualmente se enfoca en la calidad de los productos, insumos y del proceso, así mismo que existen factores externos e internos que influyen en la productividad, diferenciando dentro de los factores internos dos tipos a decir los factores blandos y los duros.

2. Material y métodos.

El diseño de experimento es cuasi-experimental, según Segura (2003), una investigación es cuasi-experimental ya que la asignación de las variables no es aleatoria, debido a que el factor de exposición es manipulado por el investigador. Las variables al carecer de un control experimental absoluto por falta de aleatorización ya sea por la selección aleatoria de los sujetos o en la asignación del mismo grupo experimental y control, que incluye un pre prueba para comparar la equivalencia entre los grupos, que necesariamente no poseen dos grupos (el experimental y el control), son conocidos con el nombre de cuasi experimentos (p. 61).

Por su nivel o profundidad, la investigación es de tipo explicativa, porque establece una relación de causa y efecto, para ello analiza los eventos, fenómenos y sucesos que ocurren en los efectos de problema, así lo define Salinas, (s.f, p. 19)

Por su enfoque, el estudio de investigación es del tipo cuantitativa ya que se utiliza la recolección y análisis de datos para responder a las preguntas de investigación y comprobar las hipótesis establecidas, usando la medición numérica y la estadística para definir patrones de comportamiento de la población sujeta a estudio, según lo define Gómez (2006, p.60).

A efectos de identificar las causas de la baja productividad se aplicaron las técnicas de diagrama de Ishikawa, Pareto y matriz de correlación a toda el área de producción (20 personas) identificándose las causas con sus respectivas valoraciones en las áreas de proceso gestión y calidad. A partir de la misma se establecieron metas a cumplir relacionadas con las 5 S y se estableció una medición previa a la capacitación de la variable independiente y también se realizaron mediciones previas de eficiencia, eficacia y productividad para luego de la capacitación e implementación de la metodología de 5 S volver a realizar las mediciones posteriores y comparar los resultados del estudio.

Cuadro N° 01

ÁREA	Causa	Detalle	Frecuencia	Total
Procesos	3	Herramientas de trabajo mal ubicadas	17	91
	1	Uso ineficiente de los materiales de trabajo	15	
	4	Incorrecta ubicación de los insumos	12	
	18	Area de trabajo con espacio reducido	12	
	5	Falta de calibración de maquinarias	10	
	7	Maquinaria antigua	9	
	6	Incorrecta distribución de las maquinarias	6	
	11	No se realiza seguimiento de control del proceso productivo	6	
Gestión	17	Falta de conocimiento de operaciones y funciones optimas de trabajo	4	52
	2	Almacenamiento de material defectuoso	10	
	10	Supervision deficiente	8	
	12	Falta metodos de trabajo	8	
	16	Falta de ejecución del plan de trabajo	8	
	8	Falta de compromiso de los operarios	7	
	15	Falta de comunicación del personal en el area de trabajo	7	
Calidad	9	Falta de capacitación de los operarios	4	16
	14	Falta de auditorias	8	
	13	No se realiza seguimiento de control de las actividades de trabajo	8	

Fuente: Elaboración propia

3. Resultados

Causas de baja productividad agrupadas por área. El objeto de estudio se encuentra en los procesos.

Cuadro N° 02

N° DE DIAS	% CUMPLIMIENTO ANTES	% CUMPLIMIENTO DESPUES
30	49%	73%

Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento de las metas relacionadas a la ficha de auditorías de las 5 S pasó de 49% a 73%

Con respecto a las pruebas de contrastación de hipótesis, las mismas se hicieron con el SPSS versión 23, tanto de la validación del comportamiento paramétrico (prueba de Shapiro Wilks) de la data; como de la variación de la productividad obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro N° 03

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	.947	30	.141
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	.961	30	.327
a. Corrección de la significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $\rho_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Análisis de Normalidad, se acepta que los datos tienen un comportamiento paramétrico.

Con respecto a la hipótesis de estudio se tiene;

H_0 : La aplicación de las 5S no mejora la productividad en el área de producción.

H_a : La aplicación de las 5S mejora la productividad en el área de producción.

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Cuadro N° 04

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PRODUCTIVIDAD ANTES - PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	-.17318	.07701	.01406	-.20194	-.14443	-12.318	29	.000

Fuente: Elaboración propia

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Cuadro N° 05

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	PRODUCTIVIDAD ANTES	.5386	30	.08145	.01487
	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	.7118	30	.07276	.01328

Fuente: Elaboración propia

Estadísticos de prueba – T-Student

A partir de los resultados se desecha la hipótesis nula y se acepta la alterna.

4. Discusión

La productividad antes de la aplicación de la propuesta dio como resultado 0.54, bastante menor que el Índice de productividad después de aplicar la metodología 5 S, el cual resultó en 0.71, evidenciando una mejora como consecuencia de la aplicación de las 5S.

BERMEO, M y ANDA, J. (2016). En su tesis, Planear una metodología con la cultura 5s´S para mejorar la productividad de una industria metalmeccánica. Indican que se aumentó la productividad en un 12% de una empresa metalmeccánica aplicando herramientas de las 5S el cual nos indica que debemos enfocarnos en la organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Este resultado coincide con el libro de Doberssan, Jose, las 5S, Herramientas de Cambio (2013), la Aplicación de las 5s, ayuda mejorar los índices de productividad.

También se puede afirmar que los resultados confirman lo mencionado por Imai (1998) en lo que respecta a los beneficios de la implantación de los 5 S

5. Conclusiones

- La implementación de la metodología de las 5 S, sí contribuye a la mejora de la productividad en el área de producción de impresiones metálicas.
- Se confirma la importancia de la participación e involucramiento de la alta gerencia en la implementación de la alta gerencia y de cada uno de los miembros del equipo.
- Es importante elaborar los manuales de implementación y documentar todo el proceso de 5S para mantener la continuidad en el tiempo.
- La implementación de este método contribuye a mejorar el estado de ánimo de los colaboradores a través del logro de metas y de mantener un ambiente de trabajo más agradable.

5. Literatura Citada

- Cabrera C. Luis A.** (2017) Tesis para obtener el título profesional de ingeniero Industrial, UCV.
- Gómez, Marcelo.** (2006) Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. [En línea]. Argentina: Editorial Brujas. Disponible en: <https://goo.gl/UZXC3b>.
- Gutiérrez, Humberto.** (2010) Calidad Total y Productividad [en línea]. México: Eds. Mc Graw Hill. Disponible en: <https://goo.gl/f7aUFw>.
- Hirano, Hiroyuki.** (1997) Las 5 S, pilares de la fabrica visual, Portland USA, Productivty Press, PP 17.
- Maasaki, Imai.**(1998) Como Implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (gemba).
- Maasaki, Imai.** (1989) Kaizen la clave de ventaja competitiva japonesa, ISBN 0-394-55186-9.
- Niebel Benjamín & Freivalds Andris.** (2009) Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12° ed. México D.F.: Mc Graw Hill. 614pp. ISBN: 9789701069622
- Prokopenko, Joseph.** (1989) La gestión de la productividad. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. 333pp.ISBN: 9223059011
- Zandin, Kjell.** (2005) Maynard Manual del Ingeniero Industrial. 5° ed. México D.F.: McGraw Hill. 786pp. ISBN: 9701047958
-

LEAN un desgregado en el tiempo y su aporte actual



Liliana Rosalinda Agustini Paredes

Ingeniera Industrial – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Magíster en Ingeniería Industrial con Mención en Ingeniería Industrial- UNMSM.
Doctorando en Ingeniería Industrial – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Especialista en Logística, Cadena de Suministros, Supply Chain Management, Contrataciones con el Estado, y Seguridad Industrial.
Experiencia laboral en el sector público y privado.
Correo electrónico: liliagustini@gmail.com

Resumen: En el presente artículo, se trata sobre la Metodología LEAN, y se realiza un estudio sobre su principal herramienta que es el Justo a Tiempo (JIT).

Taiichi Ohno, visualizó la problemática de las líneas de producción, así como las paradas de los procesos, llamando a éstos los 7 despilfarros, en la empresa TOYOTA.

El propósito, es mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa a través del análisis del ¿Cómo? y del ¿Porque?, como trabajo inicial; para luego seguir planteando las repreguntas de la misma forma, con el único objetivo de llegar a la raíz del problema para poder eliminar el despilfarro o en el peor de los casos controlarlo, con las demás herramientas Lean.

Se presenta una metodología de trabajo que se basa en el conocimiento del Lean Manufacturing, y del JIT, el cual se basa en la Reducción del tiempo y la Reducción del estancamiento. Así mismo, se visualiza la automatización aplicada por Taiichi Ohno, Hiroshi Okuda y Kiichiro Toyoda, y se pasa a ver la importancia del procedimiento de búsqueda de la causa del problema, adicionando una propuesta por parte de la autora, en relación al método.

Así mismo se presenta, los avances del Lean y JIT, en la actualidad, donde se toca los 14 principios de J. Liker, pasando por una propuesta de indicadores para gestionar el JIT. Por consiguiente, se expone como es una obtención de la Calidad de clase mundial, y sus beneficios, en un marco de implementación de la herramienta del JIT, y como ha revolucionado el pensamiento Lean, tocando aspectos como: mantenimiento y seguridad, aseguramiento, que son vitales para la perfecta implementación de la herramienta en el sistema.

Finalmente, se concluye, que para obtener una adecuada implementación de la herramienta del JIT, se requiere de un análisis adecuado de la misma, así como que el principal colaborador tanto para la búsqueda del problema, la solución del mismo, e implementación, es muy importante el aporte compromiso de todos los colaboradores.

Palabras claves: Lean Manufacturing/ JIT/ Slender/ Tiichi Ohno/ Automatización/ Procesos.

Abstract: In the present article, it is about the LEAN Methodology, and a study is made about its main tool that is Just in Time (JIT).

Taiichi Ohno, visualized the problematic of the production lines, as well as the stops of the processes, calling these the 7 waste, in the company TOYOTA.

The purpose is to improve the productivity and profitability of the company through the analysis of *Como?* and *Why ?*, as an initial job; to then continue raising the questions in the same way, with the sole purpose of getting to the root of the problem in order to eliminate waste or in the worst case control it, with the other Lean tools.

A work methodology is presented that is based on the knowledge of Lean Manufacturing, and JIT, which is based on the reduction of time and the reduction of stagnation. Likewise, the automation applied by Taiichi Ohno, Hiroshi Okuda and Kiichiro Toyoda is visualized, and the importance of the search procedure of the cause of the problem is seen, adding a proposal on the part of the author, in relation to the method.

It also presents the advances of Lean and JIT, currently, where the 14 principles of J. Liker are touched, passing through a proposal of indicators to manage the JIT. Therefore, it is exposed as it is a obtaining of the world-class Quality, and its benefits, in a framework of implementation of the JIT tool, and how it has revolutionized the Lean thinking, touching aspects such as: maintenance and security, Assurance, that they are vital for the perfect implementation of the tool in the system.

Finally, it is concluded that in order to obtain an adequate implementation of the JIT tool, an adequate analysis of it is required, as well as the fact that the main collaborator for the search of the problem, the solution of the same, and implementation, is very important the commitment contribution of all collaborators.

Keywords: Lean Manufacturing / JIT/ Esbelta / Tiichi Ohno / Automatización/ Processes.

1. Introducción

En las empresas es importante contar con sistemas y sub sistemas que sean continuamente mejorables a través de los procesos, en lo cual es fundamental el uso de herramientas que nos garantice una fluidez en los procesos, al menos costo posible; optimizando los recursos, y como objetivo principal, tener a un cliente cautivo, que cubra las expectativas del mismo en el marco de la innovación y desarrollo.

Así mismo, como consecuencia lógica obtener una empresa más competitiva, que eleve su productividad y sea altamente rentable, en el quehacer diario, de la búsqueda de soluciones.

Por lo cual, podemos utilizar filosofías como el Lean Manufacturing, que se basa en la aplicación de las herramientas como el Justo a Tiempo (JIT), Poka Yoke, 5S, o desarrollo de la Automatización, entre otros.

El principal objetivo del sistema esbelta, es desarrollar en la empresa una metodología de trabajo ágil, que aplicada en forma cotidiana, se desarrolle un compromiso permanente por parte del trabajador; donde el recurso humano, es el principal protagonista, ya que el éxito de la implementación de la filosofía, depende de su compromiso y proactividad con la búsqueda de la eliminación del despilfarro o incidentes en el proceso o sistema.

Una de las herramientas principales de la filosofía Lean es desarrollar la aplicación del Justo a Tiempo (JIT), en el cual no solo Taiichi Ohno vio un tema de tener todo los materiales en el momento oportuno y las personas adecuadas para el trabajo, como se puede entender ligeramente, sino ver y tratar, cuáles eran los otros despilfarros o problemas o circunstancias que se presentaban en el sistema, y los que hacía que el proceso o las líneas de producción en la TOYOTA, no fluyeran normalmente, ocasionando paradas, y pérdidas de tiempo por H-h y H-m, disminuyendo así la productividad de la empresa.

Por lo tanto, conocer y estudiar en que consiste la metodología Lean, y la herramienta del JIT, y aplicarla; nos lleva a comprender que la base estructural del éxito de la implementación está dada por la persona, que es el eje operativo de la empresa, lo cual nos hace concluir, conceptualizar y asumir, que se tiene que desarrollar con éxito “La gestión del conocimiento” y “La gestión del talento humano”.

2. Material y métodos: El Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing, se marca como una idea de filosofía que parte de una concepción de la realización de las operaciones en forma esbelta, donde se utiliza metodologías como JIT (Just in Time), Poka Yoke, entre otras.

El fin, es acercar el producto lo más rápido posible al cliente, reduciendo el tiempo de entrega, y dando la oportunidad a la empresa de contar con la recuperación del capital invertido en su elaboración en el menos tiempo posible, lo que se refleja en una entrada más rápida del dinero, con el cual puede disponer del mismo, para garantizar el crecimiento de la empresa y la permanencia de la misma en el mercado.

Así mismo, esta filosofía otorga un valor agregado al producto y al sistema, por el uso de la metodología, lo cual a su vez contribuye en el bienestar de los trabajadores.

Incluso, en el presente, se habla de temas como Seguridad y Salud Ocupacional, o la búsqueda de sistemas o controles de Ingeniería o diseño de procedimientos que nos lleven a optimizar los procesos y que a su vez como consecuencia lógica otorgue al sistema un adecuado control de Peligros y Riesgos, y que a su vez contribuya a disminuir los accidentes a la persona o los incidentes en el proceso.

El JIT, fue creado por Taiichi Ohno, un visionario, el cual decía: *“Mi mejor contribución fue construir un sistema de producción que pudiera responder sin despilfarros a los cambios del mercado y adicionalmente por su propia naturaleza redujera los costos”*. Nació en Dairen,

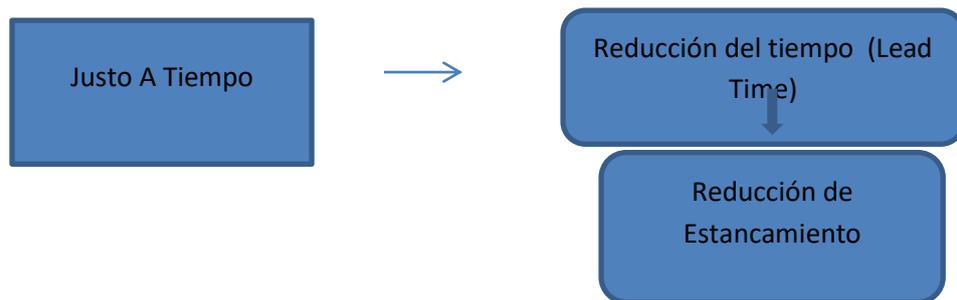
Manchuria en China en Febrero de 1912. En 1932 se graduó como ingeniero mecánico en la Escuela Técnica de Nagoya, en 1943 después de la Segunda Guerra Mundial, fue transferido a la Toyota Motor Company para reiniciar las actividades de fabricación de camiones y automóviles. En 1954 fue nombrado Director de Toyota y progresivamente fue ocupando puestos de mayor responsabilidad hasta que en 1975 ocupó el puesto de vicepresidente. Se retiró en 1978 y continuó ocupando el puesto en el Consejo de Administración de la compañía hasta su fenecimiento en 1990.

2.1. Base de la Teoría según el Instituto Tecnológico de Massachusett

El Instituto Tecnológico de Massachusetts (ITM), realiza la investigación sobre el caso presentado y enfoca como teoría un método solución de problemas en Toyota. En el cual inclusive se trata sobre el TPS (Toyota Production System), TQM (Total Quality Management), formación de los recursos humanos, y kaizen. Esta nueva teoría se le llamó, Sistema Lean Manufaturing.

El TPS, tiene un concepto básico el de eliminar los desperdicios del proceso y del sistema. Basado en la formación del talento humano y del kaizen. Todo se conjuga hacia llegar a la meta del incremento de la productividad en base a la aplicación del JIT (Just In Time), con la búsqueda de una automatización continua. El JIT, se diagrama conceptualmente, de la siguiente forma:

Figura N° 1: Esquema conceptual Inicial del JIT.



Fuente: Elaboración propia.

Se basa en cuatro puntos:

1. Sistema Pull.
2. Streamlining (Adecuar el flujo).
3. Tact time.
4. Producción en lote pequeño.

Los cuales se soportan en:

Sistema Pull: En el Orden de Producción a través del Kanban.

Adecuación del Flujo:

1. Simplificación del flujo.
2. Ubicación de facilidades, según las secuencias del proceso.

Tact time: Trabajo estandarizado. (Se tiene en cuenta el tiempo que se tarda).

Producción de lote pequeño: 1 lote = 1 producto.

En la figura N°2, se visualiza el TPS, donde se tiene que la columna de soporte no solo es el JIT, sino la búsqueda de la automatización. Por tal motivo es importante comprender la automatización visto desde el punto de vista de Taiichi Ohno.

Figura N° 2: Casita Sistema de Producción Toyota.



Fuente: Libro Taiichi Ohno.

La automatización visualizada y aplicada por Taichii Ohno, Hiroshi Okuda y Kiichiro Toyoda, consiste en lo siguiente según el TPS:

Cuadro N°1: Objetivos de la Automatización según el TPS.

Designación	Basal 1	Basal 2	Objetivo basal 2:
Automatización	El operario tiene derecho a detener el proceso al encontrar la anomalía	<ol style="list-style-type: none"> 1. Separar el trabajo de operarios del trabajo de la máquina. 2. No pasar productos defectuosos al proceso posterior. 	<p>Objetivo: Ahorrar el trabajo y optimizar el recurso humano.</p> <p>Objetivo: Asegurar la calidad en cada proceso.</p>

Fuente: Elaboración propia.

La automatización se basa principalmente en el trabajo sobre el empoderamiento y capacitación del trabajador, para que pueda tomar el control de su puesto de trabajo dando soluciones o poniendo en alerta de lo que ocurra en el momento, de tal forma que se busque una solución pronta y eliminar el problema presentado y de esa forma reducir el costo por el despilfarro u el problema oculto, que luego impactaba en los costos del producto y en la compañía. En el Basal 2, podemos observar que introdujo la utilización de la alta ingeniería a través de la aplicación del estudio de trabajo y el método de trabajo; separando el trabajo del operario, de la máquina. El objetivo principal es asegurar la calidad del proceso y del producto, así como la optimización de la utilización del recurso humano y del proceso. Para analizar lo que sucedía utilizó una metodología que llamaremos el cómo y el por qué.

2.2. El Cómo y el por Qué

Taiichi Ohno, planteaba primero ver el contexto de lo sucedido y luego ir a un tema de agotar hasta el final el por qué sucedió lo que se presentó o si la solución encontrada es la correcta. Por lo cual, utilizaba una metodología de las preguntas del Cómo y Porque en la búsqueda de la verdad. El cuadro N° 2, que se muestra a continuación, muestra las preguntas a realizar, por cada problema presentado:

Cuadro N°2: Preguntas Importantes- Búsqueda del Motivo y Solución.

Preguntas (Primera Fase)	Preguntas (Segunda Fase)
Porque?	Porque?
Que?	Porque?
Quien?	Porque?
Cuando?	Porque?
Donde?	Porque?
Como?	Porque?
Cuanto cuesta?	Como?

Fuente: Instituto de Massachusets. PPT: Taiichi Ohno.

En el cual, a juicio de la autora, se debe añadir:

¿Cuánto me costó la presencia del desperfecto, o problema de línea, o el despilfarro, etc.?

¿Qué impacto tiene la presencia de lo ocurrido para el cumplimiento de objetivos de la empresa?

¿Qué impacto tiene la presencia de lo ocurrido, para la empresa y sus costos?

¿Cuánto cuesta implementar la solución?

¿En cuánto tiempo recupero lo invertido?

Las preguntas señaladas no se tornan en un tema de ver si se hace el cambio o no, sino en llevar un control de las aplicaciones de las mejoras continuas y si las soluciones a través del tiempo fueron efectivas o no. Lo que también a través del tiempo puede llevar a mejorar las decisiones o visualización de las soluciones hacia una mayor efectividad, creando el conocimiento, y administrándolo al mismo tiempo.

Las ideas básicas según Taiichi Ohno, es:

Como fabricar la misma cantidad de productos con menos personal.

La productividad debe incrementar en las siguientes etapas: Cada operario, cada líneas y en toda la compañía.

El Kaizen para Taiichi Ohno y la TOYOTA, se basaba en una mejora continua en todo momento, cuestionando siempre la TOYOTA, si lo encontrado a nivel de solución era lo más óptimo, por lo cual baso el análisis en los siete tipos de desperdicios de TOYOTA, los cuales se visualizan en el Cuadro N° 3:

Cuadro N° 3: Los 7 desperdicios de TOYOTA y su impacto.

Desperdicio	Entender	Ocasiona : Ejm.	Impacta: Ejm.
Sobre producción	Realizar lo que se necesita- Demanda cliente.	Necesidad de almacenaje. Utilización del capital más de lo necesario.	Costos. Finanzas de la empresa.
Tiempo de espera	Guardar ritmo con la producción	Cuellos de botella	Sobre costos por Mano de obra y gasto de energía entre otros.
Transporte de materiales	“Buscar” y “Transportar” no se consideran trabajos.	Utilización de tiempos, que se pueden utilizar para otras actividades, ó si no se tiene bien ubicado los procesos podría ocasionar perdidas en el proceso.	1. Costos. 2. Incidentes en el Proceso. 3. Accidentes.
Procesos	El kaizen no tiene final	No poder cumplir con los productos de acuerdo a un plan.	1. Costos. 2. Pérdida de clientes.
Inventarios	Es malo entregarlo tarde pero también es malo entregarlo antes.	1.Falta de espacio.	1. Costos. 2. Programación.
Movimientos innecesarios	El sudor no es trabajo	1.Problemas con el trabajador a nivel de salud, ó de desarrollo de dolencias en el futuro. 2.Cansancio, estrés.	1. Costos. 2. Control de calidad. 3. Desarrollo de las habilidades y participación.
Defectos	Bajar los costos y subir la calidad.	1.Problemas en la empresa. 2.Pérdida de clientes. 3.Perdida de dinero.	1. Costos. 2. Mercado. 3. Permanencia en el mercado. 4. Competitividad.

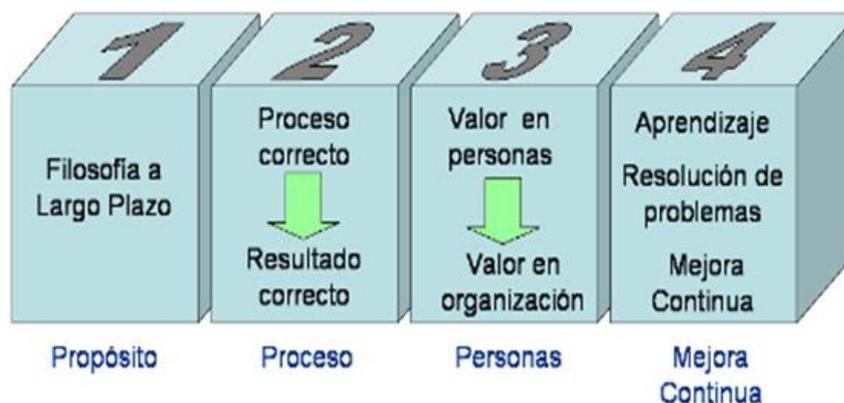
Fuente: Elaboración propia. (Basado en los 7 desperdicios según TOYOTA).

De acuerdo al Cuadro N° 3, podemos visualizar lo más importante que es el cómo impacta la presencia de los desperdicios en la empresa tanto interna como externamente.

2.3. En la actualidad

J. Liker en su libro “Las claves de éxito de Toyota”, titulado “The TOYOTA Way” en inglés, explica los 14 principios en cuatro secciones, las cuales son:

Figura N° 3: Las cuatro secciones de Toyota Way



Fuente: J.Liker. Las claves del éxito de Toyota.

Según Liker, funciona la filosofía porque ésta se base en la persona, “es decir funciona porque la gente lo hace funcionar”. El sistema se basa no solo en una búsqueda de solución con proactividad activa, sino se basa en el empoderamiento del recurso humano hacia la búsqueda de las soluciones y una posición más activa en la búsqueda de la mejora continua con trascendencia.

De acuerdo a J. Liker, los catorce principios consisten en:

Sección 1. Principio 1:

“Basa tus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, incluso a costa de resultados financieros a corto plazo”.

Sección 2. Principio 2:

“Crea procesos de flujo continuo para hacer que los problemas se hagan evidentes”

Identifica y elimina los despilfarros del proceso.

- 1- Sobreproducción (sobrepasar la demanda del cliente, ya sea en forma de volumen de producción o ritmo de fabricación).
- 2- Defectos (averías, chatarras, reprocesos).
- 3- Transportes (transporte de productos, cargas, descargas).
- 4- Esperas (de material, de documentación, de personal).
- 5- Operaciones innecesarias (por útiles o instrucciones inapropiadas, por exceder lo requerido o simplemente para cubrir los tiempos de espera).
- 6- Movimientos innecesarios (búsquedas, distancias, falta de ergonomía).
- 7- Existencias (el stock, en cualquiera de sus formas, es desperdicio).
- 8- Creatividad desaprovechada (potencial de las personas que no se llega a aprovechar: conocimientos, ideas, experiencia).

Sección 2. Principio 3.

“Aplica PULL (tracción) para evitar la sobreproducción”.

Sección 2. Principio 4.

“Nivela la carga de trabajo (Heijunka). Trabaja como la tortuga, no como la liebre.”

Sección 2. Principio 5.

“Forja una cultura de parar para resolver problemas, para conseguir resultados de calidad a la primera”.

El principio de Cero Defectos corresponde en el TPS (Toyota Production System) al pilar “JIDOKA”.

JIT y JIDOKA son los dos pilares del TPS.

Sección 2. Principio 6.

“El trabajo estandarizado es la base para la mejora continua y la implicación del personal”.

Sección 2. Principio 7.

“Utiliza controles visuales de modo que los problemas sean evidentes”.

Sección 2. Principio 8.

“Utiliza tecnología fiable y contrastada que dé servicio a las personas y procesos”.

Sección 3.

“Añade valor a la organización, mediante el desarrollo de personas”.

Sección 3. Principio 9.

“Desarrolla a líderes que comprendan a fondo el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás”.

Sección 3. Principio 10.

“Desarrolla a personas excepcionales y equipos que sigan la filosofía de la empresa”.

Sección 3. Principio 11.

“Respeto a tus socios y proveedores, rétalos a mejorar y ayúdalos”.

Para Toyota sus proveedores son una extensión de su negocio. Son fundamentales **para sostener su modelo de gestión.**

Sección 4.

Aprendizaje, solución de Problemas, y la Mejora continua.

Sección 4. Principio 12.

“Ve y observa por ti mismo para entender profundamente la situación”.

Sección 4. Principio 13.

“Toma decisiones despacio y por consenso, considerando con cuidado todas las opciones; después, implementa la decisión con rapidez”

Sección 4. Principio 14.

“Conviértete en una organización de aprendizaje mediante la reflexión (hansei) y la mejora continua (kaizen)”.

La propuesta del TPS, basado en la metodología y filosofía de Taiichi Ohno, y la propulsión y empuje que le dio TOYODA, es un pilar que en la actualidad es la base de la filosofía y la base estructural en las organizaciones de éxito, que aplican ésta filosofía.

Pero, se propone adherir lo fundamental, que es el uso de indicadores como apoyo a la construcción de las datas de evaluación en las diferentes etapas del proceso y de la metodología.

Indicadores:

La propuesta es que para cada empresa se deben establecer indicadores de acuerdo a su contexto, y madurez y que éste debe ir cambiando en el tiempo ajustándose al crecimiento de la misma-

Principales

- **Medidas de Tiempo por línea. (Improductivos)**

$$NPH = \frac{\text{Tiempos de Paros por personas (min) * operarios parados}}{\text{Tiempo de funcionamiento informado}}$$

(X minuto / turno).

Utilizado durante el turno.

- Tiempo por pieza.
 - OEE (Eficiencia global de equipos). El cual se calcula con el índice de disponibilidad, índice de eficiencia e índice de calidad.
- OEE = Tiempo efectivo real / Tiempo disponible.
- Reducción de Metros cuadrados utilizados.
 - Tiempo de cambio del producto.

Otros Indicadores:

- Rotación de inventario.
- Piezas por turno
- Productividad por trabajador.
- Distancia recorrida.

Para Womack Jones y Roos, 1990. En su libro: “**La Máquina que Cambió al Mundo**”, indican sobre los logros que obtiene la empresa al aplicar el Lean Manufacturing y éstos son, entre otros:

- Reducción de la mitad de horas de esfuerzo humano en la planta.
- La mitad de defectos en el producto terminado.
- Un tercio de horas de esfuerzo de ingeniería.
- Mitad de espacio de la planta para el mismo resultado.

2.4. El reto de la competitividad de una empresa,

- Capacidad de adaptación a situaciones y a tendencias nuevas.
- Ubicarse en entornos que se cumplan las exigencias.
- Mejorar los métodos de Producción actuales.
- Adquirir la facultad de reconfigurar dinámicamente equipos, programas, y organización.

Para implementar una calidad de clase mundial en una empresa tiene que utilizar las siguientes herramientas, las cuales se muestran en la Figura N. 4.

Figura N°4: Herramientas de clase mundial.

Calidad de clase mundial				
Flujo Unitario			Kanbán	
Balance de Trabajo			Células	
TPM			SMED	
Herramientas de a calidad		Poka Yoke		7 desperdicios
5s	5 porqués?		Grupos	Fábrica visual

Fuente: Elaboración propia.

La tendencia mundial es trabajar en una manufactura esbelta y justo a tiempo (JIT), la cual, genera la mejora continua como cultura base de la organización.

Los beneficios son:

1. Aumento de la productividad.
2. Reducción de los tiempos de entrega.
3. Reducción de costos.
4. Aumento de la calidad.
5. Aumento de la satisfacción del cliente.

2.5. De las herramientas basales para la obtención de la Calidad de clase mundial

A continuación el Cuadro N. 4, nos muestra las herramientas:

Cuadro N° 4: Las Herramientas de la Calidad de clase mundial.

Herramienta	Característica
5s	Seiri, Seitón, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.
5 porqués	Cuando se ubica un problema aplicar las preguntas de los 5 porqués.
Grupos	Se entrega los equipos para la mejora de los procesos.
Fábrica visual.	La información se hace disponible y comprensible a simple vista, para que cada operario y la use hacia la mejora continua.
Herramientas de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Flujos. - Histogramas de frecuencia. - Diagramas de Pareto. - Diagramas de causa y efecto. - Gráficos de control.
Poka Yoke	Dispositivos simples y de bajo costo, que impiden que se fabriquen o se envíen al siguiente paso del proceso las piezas defectuosas. Elimina los defectos al eliminar los errores.
7 Desperdicios	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricar más productos de los necesarios. - Almacenas más partes de las necesarias, para la producción. - Tiempos ociosos de las máquinas u operarios. - Transportes innecesarios de materiales. - Fabricación de piezas defectuosas. - Procesos que no agregan valor al producto.
TPM	Programa de mantenimiento al equipo a través de toda la empresa, que abarca el ciclo de vida completo del equipo y requiere la participación total del personal.
SMED (Single Minute Exchange of Die o cambio rápido de preparaciones).	Sistema que permite al proceso cambiar de un producto a otro sin incurrir en altos costos o invertir grandes tiempos de preparación.
Balance de Trabajo.	Se busca elevar la eficiencia de los operarios al equilibrar el contenido de trabajo con el tiempo de Takt. El tiempo de Takt es la tasa de requerimiento del producto por el cliente y está dada por: Tiempo Takt = tiempo de trabajo diario disponible / demanda diaria de producto
Células.	Los beneficios de la correcta distribución de las células (ubicación apropiada de las máquinas) inciden en la reducción del inventario, el balance de trabajo, los tiempos de traslados reducidos y el aprovechamiento del área de trabajo
Flujo Unitario.	Para disminuir el trabajo en proceso (WIP) los operarios atienden el paso de una pieza dentro del proceso antes de iniciar con la pieza siguiente
Kanban.	Un sistema de kanban controla la información que "jala" las piezas necesarias, en las cantidades necesarias y en los momentos necesarios.

Fuente: Elaboración Propia

3. El fundamento del JIT se dio sobre:

1. La convicción de eliminar los desperdicios.
2. La práctica de un gran respeto a las personas.

A continuación la identidad del JIT:

Figura N° 5: Producción e Identidad del Justo a Tiempo.

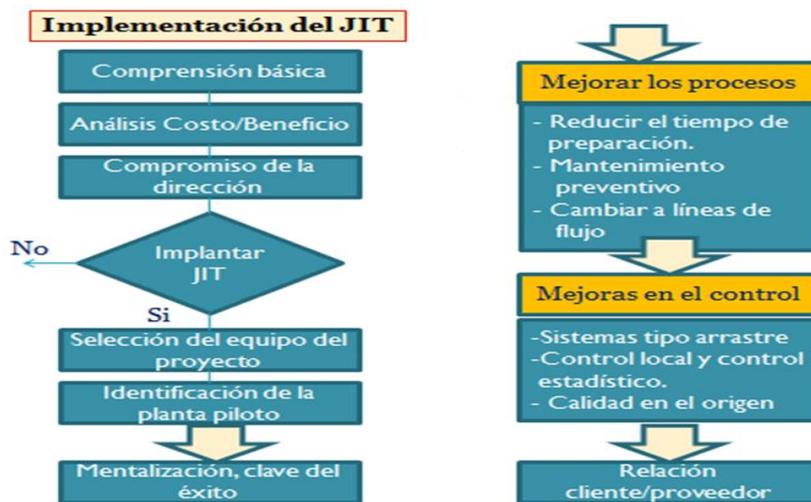


Fuente: Schonberger. “Técnicas japonesas de fabricación”.

Se basa en el conocimiento de nuestra demanda para producir en la empresa, lo que realmente se tiene que hacer lo que el cliente necesita por un lado y la cantidad óptima del pedido requerido por la demanda. El desarrollar una filosofía en toda la empresa y aplicarla en la administración de trabajo en relación a la forma de trabajo y a los objetivos trazado en nuestro caso del JIT y los resultados de la empresa, es de importancia para el éxito de la implementación, donde el trabajador se convierte es un aliado estratégico de la empresa.

La implementación del JIT, se visualiza de la forma como se expone en la figura N.6.

Figura N° 6: Implementación del Jit. Forma General de visualización



Fuente: Schonberger. “Técnicas japonesas de fabricación”.

3.1 Pasos para lograr una adecuada implementación del JIT.

<p>1. Diseñar flujo del Proceso:</p> <ul style="list-style-type: none">- Escanear operaciones.- Balancear carga de estaciones.- Redistribuir para fluir.- Enfatizar mantenimiento preventivo.- Reducir tamaños de lotes.- Reducir tiempo de preparación.
<p>2. Controlar la Calidad Total:</p> <ul style="list-style-type: none">- Responsabilizar a los trabajadores.- Medir: Control estadístico.- Vigilar las desviaciones.- Métodos a prueba de errores.- Inspección automática.
<p>3. Estabilizar Programas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Balancear programas de fabricación.- Subutilizar la capacidad.- Establecer ventanas inalterables.
<p>4. Jalar con Kanban:</p> <ul style="list-style-type: none">- Jalar con la demanda.- Retroalimentar el flujo.- Reducir tamaños de lotes.
<p>5. Trabajar con Proveedores:</p> <ul style="list-style-type: none">- Reducir tiempos de entrega.- Aumentar frecuencia de entregas.- Programar los requerimientos.- Expectativas de calidad.
<p>6. Reducir Inventarios; Todavía más:</p> <p>Investigar en las demás áreas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Almacenes.- En tránsito.- Vehículos.- Transportadores.
<p>7. Mejorar Diseño del Producto:</p> <ul style="list-style-type: none">- Configuraciones normalizadas.- Normalizar y reducir números de partes.- Diseño del proceso con diseño del producto.- Expectativas de calidad.

Llevando el análisis hacia:

<p>1. Resolver Concurrentemente el Problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Causa original. - Resolver permanentemente. - Enfoque de equipo. - Capacitación continua.
<p>2. Medir el Desempeño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insistir en la Mejora Continua. - Vigilar las tendencias.

Podemos entender finalmente, **que el JIT** revoluciona en forma permanente, en la utilización de toda herramienta que ayude a eliminar los despilfarros y a optimizar el recurso humano y la utilización de la máquina, u optimización de los espacios entre otros. En la Figura N. 7, visualizamos actualmente las herramientas y el quehacer de trabajo del JIT.

Figura N° 7: El JIT – Revolución del Pensamiento.



Fuente: Elaboración Propia.

4. Conclusión

Examinar una empresa para acondicionar la metodología Lean, requiere un análisis de la misma, desde el punto de vista de sus operaciones e incidencias del proceso, y del conocimiento del factor humano como parte importante para la aplicación, desarrollo y efectividad del sistema.

Taiichi Ohno, fue un visionario de su época, y trascendió su técnica, siendo base para el sistema Lean Manufacturing, un pilar fundamental el JIT, para la obtención adecuada de la manufactura esbelta. Asimismo, llevó su análisis a no quedar contento con los resultados y cuestionarse o cuestionar a sus colaboradores, y llevarlos a pensar que si lo que ven en primera o tercera o quinta instancia es la razón de la verdad del problema. El fin dar una solución adecuada y trascendental, pero que también puede estar sujetas a la mejora continua-kaizen.

El JIT, se traduce en producir lo que se tiene que hacer en el momento preciso para entregarlo en el momento oportuno.

El Kaizen, es la mejora continua, y ésta debe ser gestionada desde el punto de gestión del cambio aplicado desde una base de conocimiento del entorno humano, gestión del talento, del conocimiento y la administración de sus habilidades, aportes y destrezas por parte del talento humano, los colaboradores.

Visto desde la Seguridad y Salud Ocupacional, el desarrollar y aplicar ésta metodología en las organizaciones, nos lleva a la reducción de los incidentes en el sistema, lo que impactaría en la reducción de costos de la empresa y la presencia de accidentes en la operatividad de la misma, hablando de toda su Cadena de Suministros; donde la Ingeniería cumple un factor de innovación, desarrollo, evaluación y aplicación de la mejora continua muy importante.

5. Literatura Citada

- Arrieta, J.** (2011) Aplicacion de Lean Manufacturing en la Industria Colombiana revisión de literatura en tesis y proyectos de grado, Universidad nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Coriat, B.** (1995). Pensar al Revés: Trabajo y Organización en la Empresa Japonesa, México. Siglo Veintiuno Ediciones.
- Chase, R., Aquilano N. y Jacobs R.** (1998). Production and Operations Management: Manufacturing and Services, Boston, EEUU, McGraw-Hill.
- Domínguez, J. et al.** (1995). Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos en la Producción y los Servicios, Madrid, España, McGraw-Hill.
- Fernández, M.** (2014) Lean Manufacturing: Como eliminar desperdicios e incrementar ganancias, Córdoba, Argentina, Editorial Imagen.
- Garay, D.** (2009) Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing, Volumen 7, pp. 109-144.
- Gutiérrez, G.** (2000). Justo a Tiempo y Calidad Total, Castillo, Monterrey.
- Hay, E.** (1989). Justo a Tiempo: La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva, Bogotá, Grupo Editorial Norma.
- Imai, M.** (1998). Cómo Implementar el Kaizen en el Sitio de Trabajo (Gemba), Santafé de Bogotá, McGraw-Hill.
- Madariaga F.** (2013) Lean Manufacturing, España, Bubok Publishing.

Padilla, L. (2010) Lean Manufacturing, Volumen 15, pp. 64-69.

Rajadell, M. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, España, Editorial Díaz de Santos.

Schonberger, R. (1996). Técnicas Japonesas de Fabricación, México: Editorial Limusa.

Vasquez, J. (2013). Indicadores de evaluación de la implementación del Lean Manufacturing en la Industria, Universidad de Valladolid, España.

**QFD Quality Function
Deployment
herramienta preliminar
para el proceso cliente
en empresas de
servicio**



Ing. Edgar Armando Chuquillanqui Chui

Gerente de Chuquillanqui Industrial
e Ingeniería E.I.R.L.

Correo electrónico: chuqui66@hotmail.com

Resumen: El objetivo es aplicar algunas metodologías en la gestión de calidad Japón, de tal manera que podamos observar su comportamiento en una empresa de servicio y según la realidad del Perú.

La herramienta a operacionalizarse es QFD (quality function deployment) del señor Yoji Akao, método KANO. Estas herramientas de calidad están enfocadas en identificar los requisitos del cliente, de tal manera que nos permita acercarnos a parámetros de calidad más claros. La identificación de los requisitos de calidad en empresas de servicios es muy compleja, justamente por la naturaleza de los servicios, que muchas veces son de índole subjetivas. También el objetivo es poder investigar acerca de una implementación más real, basado en la realidad de una empresa, en las fuentes usadas generalmente se observa la operacionalización de la herramienta, pero se necesitaría el desempeño de la implementación. Definitivamente la realidad de las organizaciones en el Perú las empresas en el Perú tienen sus propias realidades (construcción sociocultural propia). No se observa muchos textos relacionados a ver el comportamiento del proceso del cliente, además de no contar con muchas herramientas para identificar eficientemente los requisitos del cliente, el ánimo que persigue este aporte es poder involucrarme más en el proceso de cliente, siento que los sistemas de calidad, no lo han abordado completamente, justamente por profundizar herramientas. Esta deficiencia de involucrarse más en el proceso de cliente probablemente a causado la ineficiencia de herramientas de calidad como las encuestas no sean desarrolladas eficientemente, muchas de las cuales están desarrolladas para cumplir requisitos. El ánimo de esta investigación es el aporte de Frederick Herzberg en el establecimiento de una teoría acerca de la satisfacción, y su aporte al modelo de Yoji Akao además el aporte del profesor Noriaki Kano (método Kano). También es importante involucrarse con una teoría o teoría de la satisfacción, de tal manera que al profundizar más acerca de la satisfacción, podamos parametrizar eficientemente los parámetros de calidad en el rubro de servicios.

Palabras claves: Cliente/ Satisfacción/ Requisitos

Abstract: The objective development the application of the instrument of quality to determination the parameters of the costumer and transformations en parameter quantification as show us to the enterprises of service in the Peru. Apply some methodologies in Japan quality management, in such a way that we can observe their behavior in a service company and according to the reality of Peru. The tool to be operationalized is QFD (quality function deployment) of Mr. Yoji Akao, KANO method. These quality tools are focused on identifying the client's requirements, in a way that allows us to get closer to clearer quality parameters. The identification of quality requirements in service companies is very complex, precisely because of the nature of the services, which are often of a subjective nature. Also the objective is to be able to investigate about a more real implementation, based on the reality of a company, in the used sources the operationalization of the tool is generally observed, but the performance of the implementation would be needed. Definitively the reality of the organizations in Peru the companies in Peru have their own realities (own sociocultural construction). There are not many texts related to the behavior of the client's process, in addition to not having many tools to efficiently identify the client's requirements, the spirit of this contribution is to be able to get more involved in the client process, I feel that the systems of quality, they have not addressed it completely, just by deepening tools. This deficiency of getting more involved in the client process probably caused the inefficiency of quality tools such as surveys that are not efficiently developed, many of which are developed to meet requirements. The spirit of this research is the contribution of Frederick Herzberg in the establishment of a theory about satisfaction, and his contribution to the model of Yoji Akao plus the contribution of Professor Noriaki Kano (Kano method). It is also important to get involved with a theory or theory of satisfaction, so that by delving more deeply into satisfaction, we can efficiently parameterize the quality parameters in the services sector.

Keywords: Customer/ Satisfaction/ Requierement.

1. Introducción

Los requisitos del cliente son expresados de manera subjetiva, una parte importante de los requisitos generados por el cliente, son obviados por las organizaciones porque se quedan estancados en los procesos que tienen relación directa, y no llegan a desplegarse en todos los procesos (probablemente no hay métodos que permitan gestionar los requisitos eficazmente).

Las empresas de servicios generalmente desarrollan actividades con relación directa al cliente Principalmente hacia los procesos de producción de bienes y servicios, los requisitos de calidad están relacionados a dimensiones que son muy difíciles de cuantificar, es más pareciese adimensionales (comportamiento, conducta, cumplimiento de normas)

Yoji Akao define el QFD de la siguiente manera “metodología mediante la cual, las necesidades o requisitos de los cliente son convertidas en “características de calidad” y a partir de ellas se establece un diseño de calidad”.

Hacia finales de los años 60 Yoji Akao comienza implementar QFD en algunas empresas japonesas, principalmente del sector industrial, muchos de los textos determinan que gracias a esta herramienta se repotencian estas empresas, esta serie de metodologías comienzan luego a extenderse primero a Europa para luego llegar a los EEUU. Generalmente estas implementaciones se realizaron en empresas de gran envergadura (multinacionales).

Las empresas de servicios por la naturaleza de los requisitos que el cliente requiere, son un poco complejas de determinar los requisitos, los parámetros de calidad de un servicio generalmente son adimensionales. (Comportamiento, conducta, cumplimiento de la norma) específicamente para el caso de empresas de limpieza.

Por ejemplo un cliente que requiere los servicios de una empresa de servicios de limpieza, desea que los operadores de limpieza del proveedor cumplan las normas del cliente (calidad, seguridad, medioambiental etc.).

Una de las medidas para determinar la percepción de calidad de un servicio para el cliente, es la satisfacción, la satisfacción es un parámetro de calidad (grado de confort del cliente por el servicio).

Diseño de un servicio Diseñar un servicio es complejo, muchos de los parámetros de calidad que requiere el cliente, son de naturaleza afectiva, emocional, por ejemplo los servicios de limpieza, no solo es el parámetro de un lugar limpio y ordenado, el cliente necesita del operador de limpieza, ciertos comportamientos y conductas acorde con la norma en la que se desenvuelve el operador de limpieza

Cuestionario kano uno de los principales aportes del señor Noriaki Kano es un cuestionario orientado hacia el cliente, es un cuestionario diseñado en base a preguntas funcionales y disfuncionales , inicialmente elaboramos una serie de preguntas que están estructuradas en base a 5 criterios podemos establecer las principales necesidades (unidimensional, atractiva y básicas).

2. Material y métodos

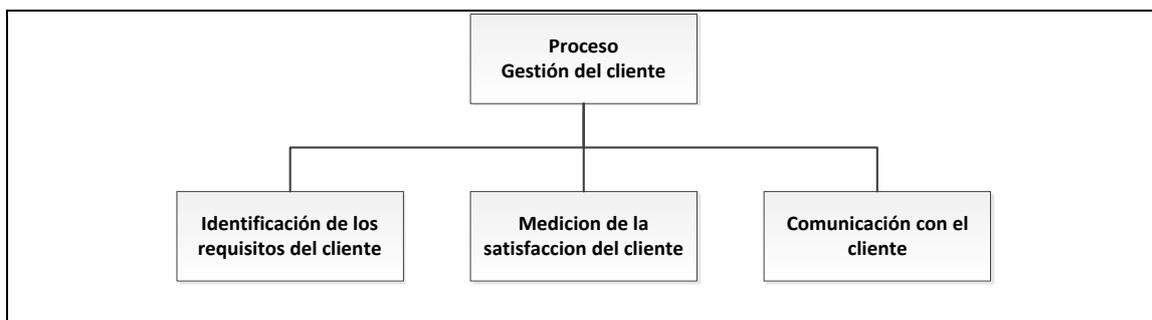
Modelo de gestión del cliente (empresa de servicios de limpieza)

Se revisó los procesos enfocados a la gestión del cliente, la empresa presentaba ciertos problemas para enfocar un modelo orientado a la gestión del cliente, una primera propuesta fue determinar un modelo de gestión de cliente, necesario para cumplir los requisitos de las normas de calidad, el diseño preliminar se basó en una estructura de 3 columnas

Problemas encontrados

- Sobreproducción documentaria del proceso (sobreproducción reprocesos).
- El proceso no está debidamente diseñado.
- La estructura de la documentación referida al cliente no permitía en el futuro hacer mejoras, y si más bien no permitía se hacía dificultoso.
- Se encontró medición de la satisfacción del cliente (encuesta) no es eficiente.
- No hay un responsable claro para el proceso.
- La medición de la satisfacción del cliente parecía enfocada en el usuario, mas no la cliente industrial que la referencia más exacta.
- El proceso deficiencia en diseño de objetivos y medición de desempeño.

FiguraN°1: Estructura de proceso enfocado en el cliente (servicio de limpieza)



Fuente: Elaboración propia.

La voz del cliente la voz del cliente es la denominación de una metodología para identificar los requisitos del cliente de una forma eficiente, este proceso nos permitirá percibir las necesidades reales del cliente, poder jerarquizarlos (prioridad).

Determinaremos la “voz del cliente” (analizando la encuesta de satisfacción del cliente, no conformidades del cliente, reclamos del cliente, entrevista a gerencias y jefaturas) es a través de los diálogos con los actores responsables y la observación que se puede tener un proceso de aprendizaje de la organización.

A través de la metodología de “casita de la calidad” estableceremos los requisitos del cliente. Estableceremos la propuesta técnica del productor del servicio, la casita de la calidad es un elemento de QFD, está compuesto por matrices (diagrama de relaciones, diagrama de correlaciones).

Es importante y Vamos a jerarquizar y priorizar los requisitos del cliente para establecer cuáles son los requisitos que debemos priorizar en nuestro esfuerzo (recursos financieros, humanos, operativos etc.).

Vamos a correlacionar los requisitos técnicos del productor de servicio, de la empresa de servicios de limpieza hay preliminarmente dos parámetros de calidad que necesita el cliente.

El comportamiento del operador de limpieza y el desarrollo operativo de la limpieza (programación, operaciones de limpieza).

Noriaki Kano fue un profesor de la universidad de Tokio que desarrollo un modelo para ver el comportamiento de los clientes en base a un estudio de la satisfacción, parte de sus estudios se basaron en las investigaciones de Frederick Herzberg.

Estamos implementando el “**cuestionario Kano**” para determinar las prioridades de los requisitos del cliente, el cuestionario de kano elaborado para la empresa de limpieza se basa en las dimensiones de calidad para el cliente, comportamiento del operador de limpieza y las operaciones de limpieza.

Con respecto a la empresa de servicios, se revisaron los registros de “no conformidad” generados por el cliente, un aspecto importante fue el cumplimiento de la norma de la empresa, la norma de la empresa sugiere una serie de normas de carácter social y legal de la organización donde e efectúa las operaciones de limpieza, el 60 % de las no conformidades no tenían nada que ver con los aspectos de limpieza.

Cuestionario kano (empresa de servicios y limpieza)

El cuestionario kano que se aplicó a la empresa de servicios de limpieza se elabora en base a preguntas, estructuradas en base a 5 respuestas pre-determinadas , como lo había establecido el profesor kano (me gusta, es algo básico, me da igual, no me gusta pero lo tolero, no me gusta y no lo tolero)

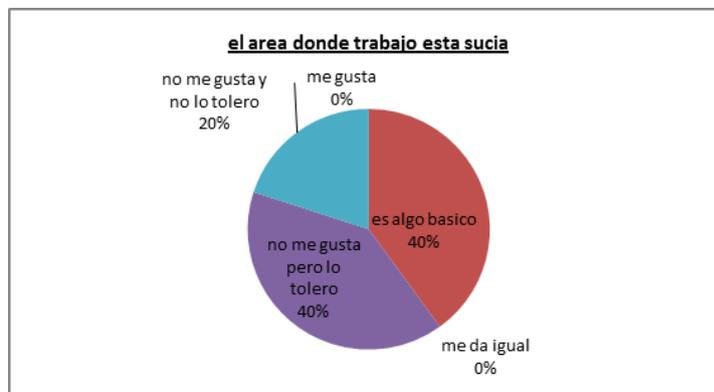
Quiero precisar que el público objetivo no fueron clientes industriales sino que usuario de servicio de limpieza simple, para observar el desempeño de la metodología de kano (cuestionario)

FiguraN°2: Pregunta ¿el área de trabajo debe estar limpia y ordenada?



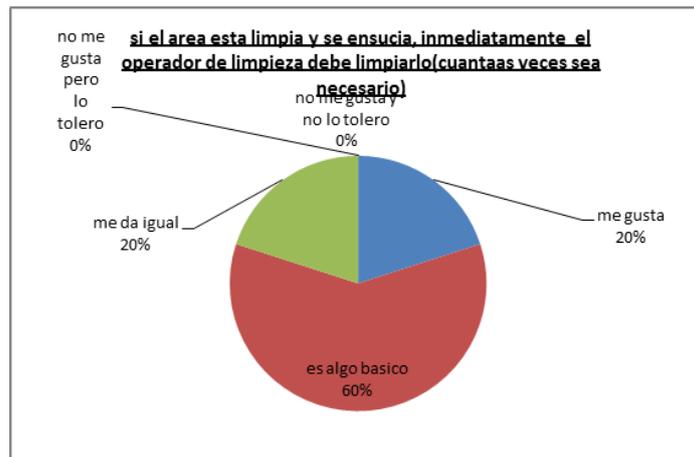
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 3: Pregunta ¿el área de trabajo está sucia?



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°4: Pregunta ¿si el área está limpia y se ensucia, inmediatamente el operador de limpieza debe limpiarlo cuantas veces sea necesario?



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5: El operador de limpieza no corrige una tarea mal realizada



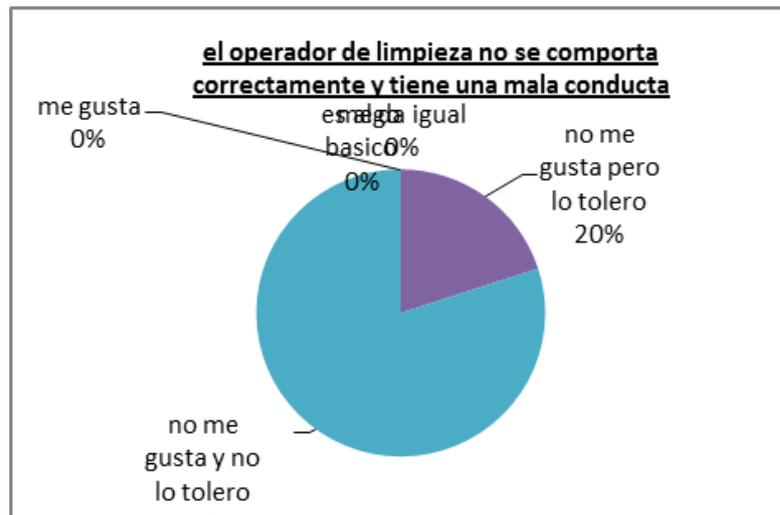
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°6: El operador de limpieza termina muy rápido la limpieza



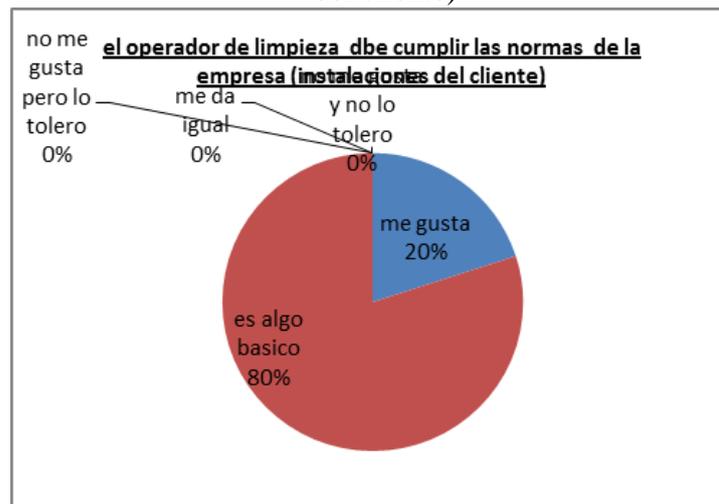
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°7: El operador de limpieza no se comporta correctamente y tiene una mala conducta



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°8: El operador de limpieza debe cumplir las normas de la empresa (instalaciones del cliente)



Fuente: Elaboración propia.

Metodología de QFD de la empresa de servicios de limpieza

Paso 1 Se establecieron primero los requisitos más importantes de acuerdo a una revisión de las no conformidades, diálogos y conversaciones con jefaturas de la empresa.

En la matriz de requisitos del cliente se colocaron los requisitos, la idea es identificar los requisitos con su identificación.

Paso 2 igualmente en la matriz de requisitos técnicos que corresponde a las propuestas técnicas de parte de la empresa proveedora del servicio.

Paso 3 en la matriz de relaciones se identificó a través de las proyecciones la relación directa que existe entre los requisitos del cliente y los requisitos técnicos

Paso 4 en la matriz de correlación (tejado de la casa) se establecieron las relaciones entre los requisitos técnicos propuestos por el proveedor del servicio.

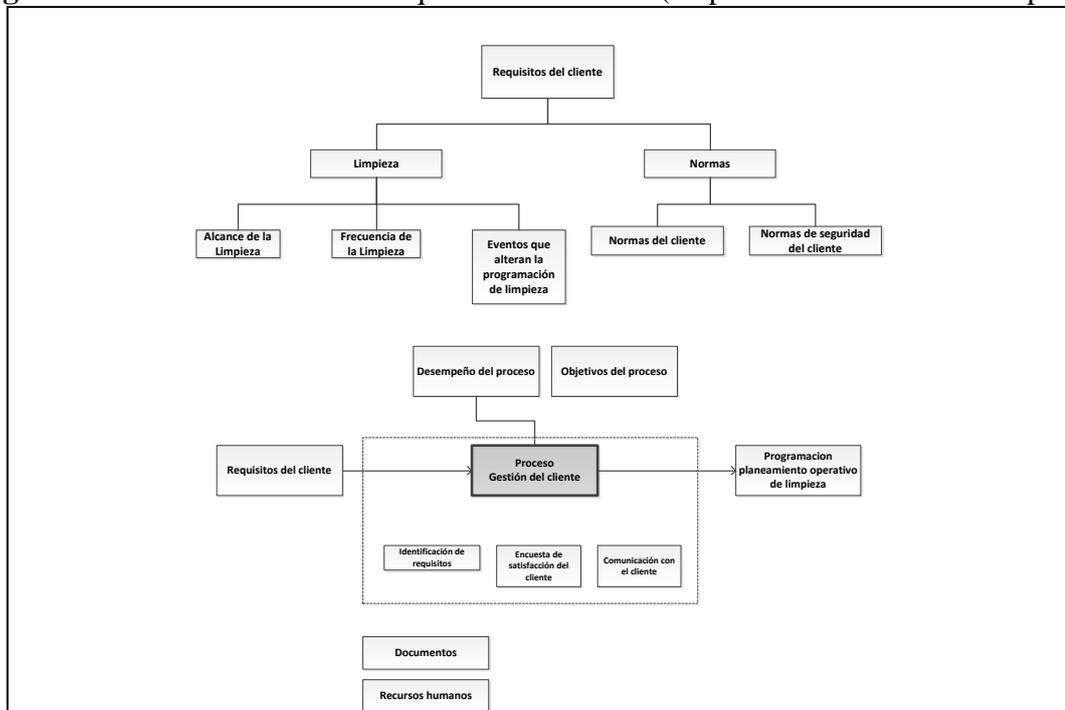
Figura N°9: Casita de la calidad – empresa de servicios de limpieza



Fuente: Elaboración propia.

En el sector de limpieza (empresas de servicios) la estructura de requisitos del cliente se basa en los requisitos de limpieza y la norma del cliente (donde se realiza los servicios de limpieza)

Figura N°10: Estructura de los requisitos del cliente (empresa de servicios de limpieza)



Fuente: Elaboración propia.

3. Literatura Citada

Herzberg Frederick. (1954). La teoría de la motivación – higiene *work of the nature of man*, Cleveland: the world of publishing company

Lorenzo, Susana & Mira, Jose & Olarte, Mayerli & Guerrero, Jhoana (.....) *Análisis matricial de la voz del cliente : qfd aplicado a la gestión sanitaria*. Madrid España Fundación Hospital Alarcón. Universidad Hernández. universidad Carlos III de Madrid.

Martin Fernando & Yacuzzi Enrique (). *Aplicación del método Kano en el diseño de un producto farmacéutico (aventis pharma universidad de CEMA)*.

Tecnologías disponibles para la producción del ácido fosfórico en el Perú



Ing. Juan Cancio Suarez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Correo electrónico: juan.suarez7@unmsm.edu.pe

Resumen: El Perú viene exportando anualmente 3.9 millones de toneladas de concentrado de roca fosfórica de los yacimientos sedimentarios de Bayóvar, el concentrado de roca fosfórica es materia prima para la producción del ácido fosfórico y otros fertilizantes fosfatados. El presente artículo brinda una revisión conceptual de las distintas tecnologías empleadas en el mundo para la fabricación del ácido fosfórico (H_3PO_4).

Palabras claves: Ácido fosfórico/ Roca fosfórica.

Abstract: Peru annually exports 3.9 million tons of phosphate rock concentrate from sedimentary deposits of Bayovar, this phosphate rock concentrate is raw material for the production of phosphoric acid and other phosphate fertilizers. This article offers a conceptual review of the different technologies used in the world for the manufacture of phosphoric acid (H_3PO_4).

Keywords: Phosphoric acid/ Phosphoric rock.

1. Introducción

En el año de 1777 Karl Wihelm Scheele y Johan Gottlieb Gahn descubrieron el ácido fosfórico aplicando ácido nítrico sobre cenizas de hueso, pero este no tuvo aplicación industrial. En el año de 1,840 el alemán Justos Von Liebig en su libro "Química Orgánica y su aplicación en la agricultura y filosofía" indica el interés de utilizar el ácido fosfórico como fertilizante.

De acuerdo a Chaabouni, et al (2014) El ácido fosfórico es un importante producto químico intermedio que se utiliza principalmente para la fabricación de fertilizantes.

Las características principales del ácido fosfórico es que en su forma cristalina es un sólido puro, inodoro, de color blanco y en su forma líquida el ácido fosfórico es transparente, incoloro y viscoso dependiendo de la temperatura y de la concentración del P_2O_5 .

2. Material y métodos: Planeamiento del estudio

La mayor cantidad de ácido fosfórico consumido en el Perú es importado, el Perú tiene los recursos necesarios para producir este compuesto químico que es utilizado básicamente en la industria de fertilizantes y productos de limpieza.

El Problema de investigación surge como interrogante en realizar una revisión literaria de las tecnologías existentes en la producción de ácido fosfórico.

3. Bases teóricas en la producción del ácido fosfórico

En el mundo, los yacimientos ricos en fosfatos están siendo reemplazados gradualmente con yacimientos de minerales que contienen todo tipo de impurezas tales como dolomita, materia orgánica, carbonatos, silicatos, cloruros y otras sustancias representando un reto para la transformación de las tecnologías tradicionales (Prud'homme, 2010).

Todos los nuevos procesos tecnológicos son impulsados por las altas impurezas de los yacimientos (stock), presentando una serie de desafíos a las técnicas de procesamiento tradicionales. Cuerpos de mineral de menor ley y recursos secundarios, aunque exhibiendo muy diferentes características físicas y químicas son abordados con novedosas soluciones de proceso que comparten ciertas características: minimiza la concentración de contaminantes y la alta eficiencia de los materiales (Hermann et al. 2014)

Finalmente, los esfuerzos generalizados para recuperación de recursos secundarios de los fosfatos, implican nuevos procesos y productos que gradualmente, pueden influir en el mercado de fertilizantes (Hermann et al. 2014).

En la tabla 1 se presentan un resumen de los procesos existentes y nuevos en la fabricación del ácido fosfórico:

Tabla N°1: Procesos en la fabricación del ácido fosfórico

	Ácido fosfórico por vía húmeda	Ácido fosfórico por vía térmica
Procesos actuales	Utilizando Ácido Sulfúrico	Horno eléctrico
		Alto horno
Procesos innovadores	Utilizando Ácido Clorhídrico	Horno Rotatorio

Fuente: Elaboración propia, Hermann, L. (2014, November). A review of innovations in mineral fertilizer production. In World Fertilizer Congress (Vol. 16, p. 105).

3.1 Procesos actuales

A. Proceso por vía húmeda utilizando ácido sulfúrico

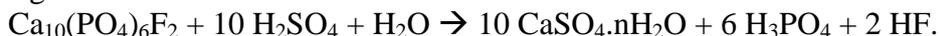
De acuerdo a Hermann (2014), en el mundo aproximadamente el 96% de las rocas fosfatadas son procesadas. Más del 90% son acidulados por la ruta química húmeda: convertida con ácido sulfúrico a ácido fosfórico (72-78%), tratado con ácido sulfúrico a superfosfato simple y parcialmente acidulado (10-14%) o convertido con nitrógeno a nitrofosfatos (2-4%).

De acuerdo a Chaabouni et. al (2014) La tecnología de ácido fosfórico (H_3PO_4) del proceso húmedo comprende esencialmente el ataque de ácido sulfúrico (H_2SO_4) de la roca fosfórica ($Ca_{10}(PO_4)_6F_2$) y la separación del ácido fosfórico de los cristales del sulfato de calcio resultante de la reacción.

De acuerdo a Becker (1983) tanto el ataque como la separación, que se efectúa por filtración, se ven considerablemente afectados por la naturaleza del mineral y sus impurezas. Además

del fosfato de calcio, los minerales de fosfato contienen 10-15 impurezas principales y otros 16 oligoelementos.

La reacción importante que ocurre en la producción del ácido fosfórico por vía húmeda es la siguiente:



Para Pereira (2003) Las condiciones operativas en el valor de los diversos parámetros (temperatura, concentración de ácido) en la producción del yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) definen el proceso:

- $n = 0$ formación de anhidrita CaSO_4 (50 - 55% P_2O_5 a 120 - 130 °C)
- $n = 0.5$ formación de hemidrita $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ (40 - 45% P_2O_5 a 20 -100 °C)
- $n = 2$ formación de dihidrita $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (30 - 32% P_2O_5 a 67 - 78 °C)

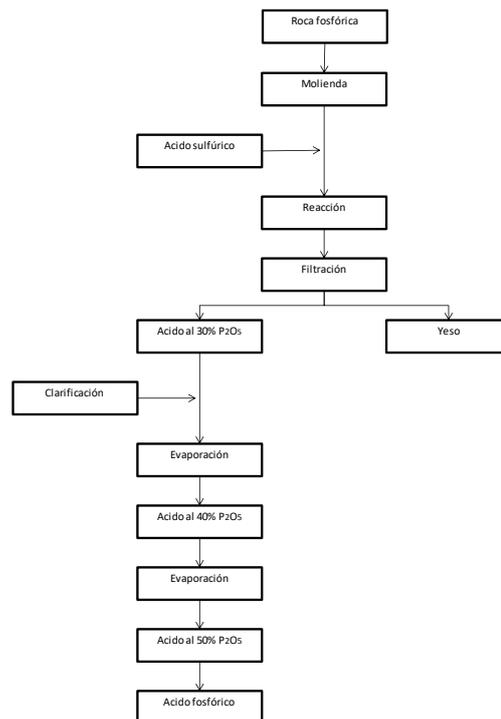
De acuerdo Sluis (1987) Las tecnologías existentes en la fabricación del ácido por vía húmeda utilizando el ácido sulfúrico son anhidrita (CaSO_4) "AH", hemidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) "HH" y dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) "DH", los cuales son descritos en la tabla 2

Tabla N°2: Procesos húmedos utilizando el ácido sulfúrico

Proceso	Temperatura (°C)	Concentración % P_2O_5	Compañía / Nombre
Dihidrato (DH)	70 – 85	28 – 32	Prayon, Jacobs Dorco, SIAPE Kellog -Lopker, Norsk Hydro, IITPIC, Rhone Poulenc
Hemidrato (HD)	90 – 100	35 – 50	Norsk Hydro, Jacobs Dorco, Occidental
DH / HH Doble filtración	Etapa 1: 65 – 70 Etapa 2: 95 – 100	35 – 38	Prayon
HH / DH Simple filtración	Etapa 1: 90 – 100 Etapa 2: 55 – 65	30 – 32	Nippon Kokan, Nissan Mitsubishi
HH / DH Doble filtración	90 – 100	30 – 50	Singmaster & Breyer, Norsk Hydro, Nissan, Nippon Kokan
Anhidrita (AH)	100 – 240	40 – 50	Nordengren

Fuente: Sier van der Sluis Clean Technology Phosphoric acid process (1987).

En la figura N° 1 se muestra el diagrama de flujo de la tecnología dihidrato para la producción del ácido fosfórico (H_3PO_4) utilizando como materia prima la roca fosfórica ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) y al ácido sulfúrico (H_2SO_4) como reactivo.

Figura N°1: Esquema principal del proceso dihidrato.

Fuente: Becker P. (1989) Phosphates and Phosphoric acid. Raw Materials, technology and economic of the wet process, Marcel Dekker, Inc, Second Edition.

B. Proceso por vía térmica

Menos del 5 % se transforma mediante un proceso térmico, que se produce a partir de cloruros, óxidos y sulfuros actuando como punto de entrada para producir ácido fosfórico de alto grado (Hermann et al, 2014).

a) Proceso de Horno eléctrico.

El proceso de arco eléctrico tradicional, que se usa en los Estados Unidos, China, Vietnam y Kazajstán, consta de dos pasos: El primer paso es una aglomeración de la roca a 1.500°C produciendo fragmentos de hasta 10 cm de tamaño o una granulación húmeda con una carpeta de arcilla, seguida por una fase de calentamiento a 800° que produce pellets de 1-2 cm de diámetro. Este paso también sirve para eliminar los carbonatos y sulfatos que son perjudiciales para el uso de energía en el subsiguiente proceso de horno de arco eléctrico (Hermann et al, 2014).

Los pellets de roca fosfórica mezclado con coque como agente reductor y roca de sílice (SiO_2) para la formación de escoria. La mezcla se alimenta a un horno calentado a 1,500°C por medio de resistencia eléctrica. Bajo estas condiciones, el fosfato se reduce a fósforo gaseoso (P_4) que sale del horno junto con el subproducto monóxido de carbono (CO) y algo de polvo. El polvo se retira en un precipitador electrostático y tras la calcinación el fósforo gaseoso (P_4) se condensa en líquido formado el ácido fosfórico.

El óxido de calcio que se deja en el horno después de que los fosfatos han reaccionado, se combina con la roca de sílice (SiO_2) para formar una escoria líquida, que es directamente enfriado con agua. Este material puede ser utilizado como material de construcción de carretera.

El hierro, presente como impureza en la roca, se reduce también en el horno, formando una escoria ferrofosforica que contiene aproximadamente el 75 % de

fierro y 25 % de fósforo con pequeñas cantidades de otros metales. Este es usado como un aditivo de acero (Hermann et al, 2014).

b) Proceso de Alto horno.

Esta tecnología nacida en Estados Unidos fue utilizada comercialmente por Victor Chemical Works entre 1929 y 1938. El proceso de fabricación del ácido fosfórico por el proceso de alto horno se realizaba utilizando sílice (SiO_2) y coque (carbón) con una relación molar apropiada. En estos equipos se liberará el fósforo (P_2) para luego continuar con la oxidación a P_2O_5 y finalmente con la hidratación a H_3PO_4 .

3.2 Procesos innovadores

Aunque la invención y desarrollo inicial de la mayoría de los procesos se presentan a continuación se remonta a las últimas décadas del siglo pasado, sólo recientemente han atraído inversiones correspondientes en piloto y pequeñas plantas industriales. Esto puede deberse en gran parte a los recientes cambios en la geología, marco ambiental y económica de la minería y el procesamiento de fosfato (Hermann et al, 2014).

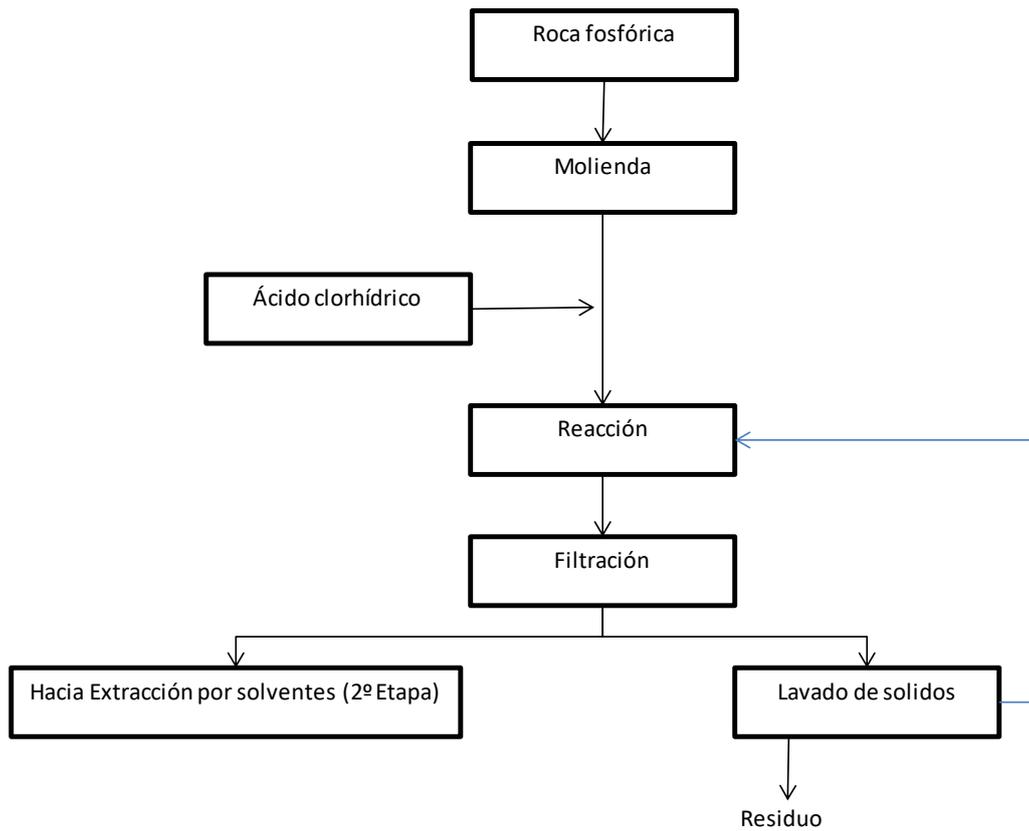
a) Proceso Húmedo utilizando Ácido Clorhídrico

La representación de la acidulación de la roca fosfórica ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) utilizando ácido clorhídrico (HCl) para la formación del ácido fosfórico (H_3PO_4) puede ser representado en la siguiente reacción



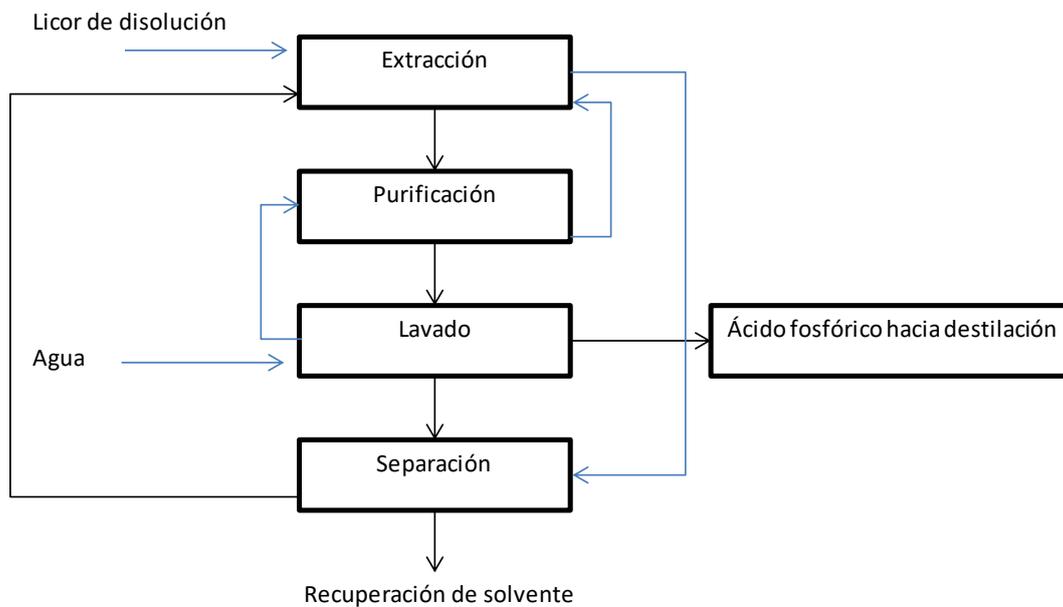
El proceso ocurre en dos etapas: En la primera etapa es la digestión directa de la roca fosfórica con el ácido clorhídrico (figura 2). En la segunda etapa el ácido fosfórico puede ser separado del cloruro de calcio mediante extracción por solventes con alcoholes que contienen un mix de C_4 y C_5 (figura 3).

Figura N°2: Diagrama de flujo de la Primera etapa de digestión de roca fosfórica



Fuente: Sier van der Sluis Clean Technology Phosphoric acid process (1987).

Figura N°3: Diagrama de flujo de la Segunda Etapa de Extracción por solvente



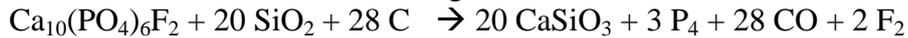
Fuente: Sier van der Sluis Clean Technology Phosphoric acid process (1987).

Una de las ventajas importantes de este proceso es que reduce el nivel de impurezas obteniendo concentrados de ácido fosfórico mayor a 50% P_2O_5 y como desventaja es la alta corrosión de los equipos de planta.

b) Proceso Térmico utilizando el horno rotatorio

Los materiales como la roca fosfórica ($Ca_{10}(PO_4)_6F_2$) la roca de sílice (SiO_2) y el coque (C) son finamente molidos como preparación mecánica luego se producen pellets y estos son alimentados al horno rotatorio que se encuentra entre 1200 a 1400 °C,

La reacción más importante que ocurre en la producción del ácido fosfórico al interior del horno rotatorio es la siguiente:



Después de que ocurra la reacción en el interior del, las moléculas de fósforo se oxidan con cinco moléculas de oxígeno forman dos moléculas de pentóxido de fósforo, tal como se muestra en la siguiente reacción.

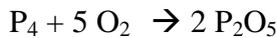
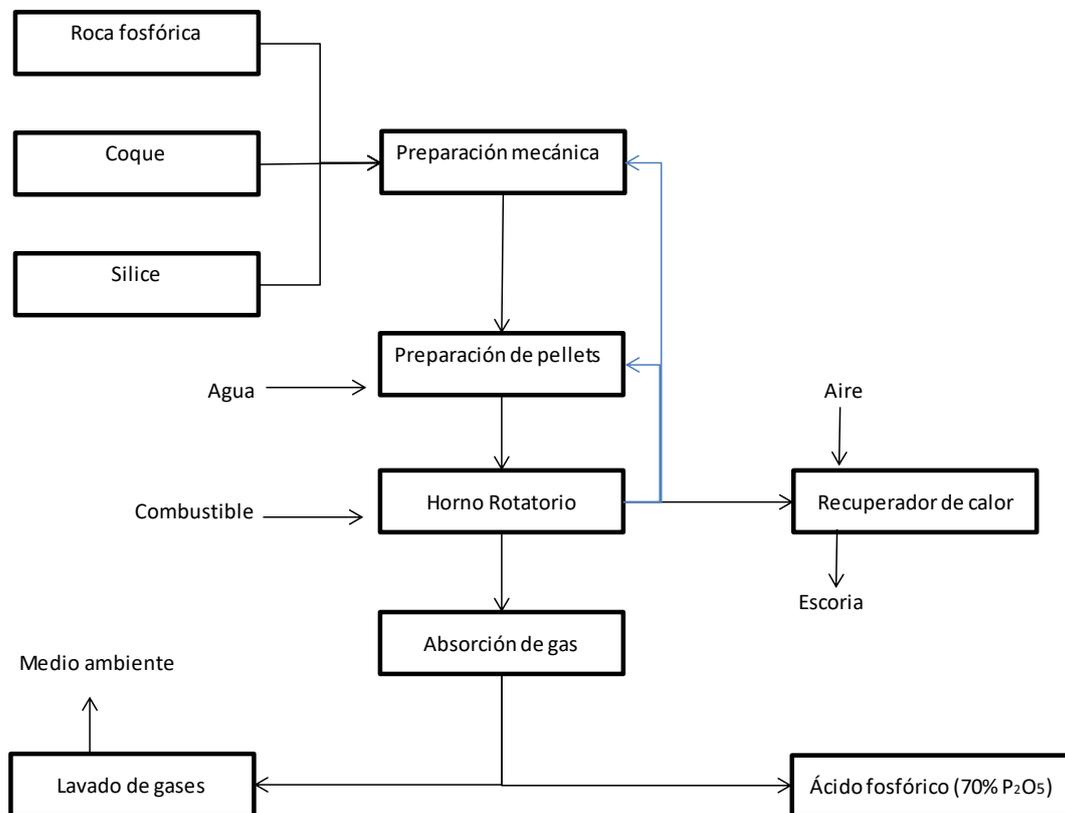


Figura N°4: Diagrama de flujo de la producción de ácido fosfórico utilizando horno rotatorio.



Fuente: Sier van der Sluis Clean Technology Phosphoric acid process (1987).

Finalmente la hidratación en la que una molécula de pentóxido de fósforo (P_2O_5) reacciona con tres de agua para formar finalmente dos moléculas de ácido fosfórico.



El Dr. Joseph Allen Megy (2015) fundador de JDC Phosphates (JDCP), Bartow, Florida, empresa donde se viene desarrollando esta tecnología que es adecuado para el uso en abonos sólidos y líquidos y para su uso en aplicaciones industriales. JDCP espera que este proceso una vez validado a escala industrial, aumentar significativamente la vida útil de las reservas de mineral de fosfato de todo el mundo; reducir los costos operativos asociados con el procesamiento de mineral de fosfato en ácido fosfórico de alta calidad; y tener un menor impacto ambiental de los procesos existentes.

4. Conclusiones

Todos los procesos desarrollados en la industrial del ácido fosfórico, son impulsados por las características de los distintos yacimientos existentes en el mundo, los cuales varían por su mineralogía y su composición, así también otro factor importante para la selección de la tecnología son la facilidad que exista en la obtención de insumos para su fabricación como son agua, ácido y/o azufre, coque, rocas de sílice, energía eléctrica y otros recursos que permitan obtener el producto final.

Las nuevas tecnologías están enfocados en dar uso a la roca fosfórica de menor contenido de fósforo (P) ley o minerales de baja ley con bajo níquel que este requiere los que se encuentran con impurezas y distintos tipos de mineralogía

En el caso de nuestro país se tiene rocas fosfóricas tanto en la región de Piura como en Junín, así también la facilidad de los diferentes insumos y recursos como la energía eléctrica, para el desarrollo tecnológico en la producción del ácido fosfórico.

5. Literatura Citada

- Alegre, J. C., & Chumbimune, R.** (1992). Alegre, J. C. Investigaciones y usos de la roca fosfórica en el Perú. Memorias de la II Reunión de la Red Latinoamericana de Roca Fosfórica, San Cristóbal, Edo. de Táchira, Venezuela.
- Becker, P.** (1983). Phosphate and phosphoric acid. Fertilizer Science and Technology Series, 3.
- Campodónico, H.** (13 de julio de 2015). Bayóvar, roca fosfórica y diversificación productiva. *La República, Lima*.
- Chaabouni, A., Chtara, C., Nzihou, A., & El Feki, H.** (2015). Chaabouni, A., Textural And Mineralogical Studies Of Two Tunisian Sedimentary Phosphates Or Carbonated Fluorapatite Used In The Process Of Production Of Phosphoric Acid. International Journal of Scientific & T.
- Chaabouni, A., Chtara, C., Nzihou, A., & El Feki, H.** (2013). Kinetic study of the dissolution of Tunisian natural phosphate or francolite in industrial phosphoric acid. Journal.
- Chaabouni, A., Chtara, C., Nzihou, A., & El Feki, H.** (2014). Study the Nature and the Effects of the Impurities of Phosphate Rock in the Plants of Production of Phosphoric Acid. Journal: Journal of Advances in Chemistry, 7(2).

- Chaabouni, A., Chtara, C., Nzihou, A., & El Feki, H.** (2015). Textural And Mineralogical Studies Of Two Tunisian Sedimentary Phosphates Or Carbonated Fluorapatite Used In The Process Of Production Of Phosphoric Acid. *International Journal of Scientific & T.*
- Cheney, T. M., McClellan, G. H., & Montgomery, E. S.** (1979). Sechura phosphate deposits, their stratigraphy, origin, and composition. *Economic Geology*, 74(2), 232-259.
- Cheney, T. M., McClellan, G. H., & Montgomery, E. S.** (1979). Sechura phosphate deposits, their stratigraphy, origin, and composition. *Economic Geology*, 74(2), 232-259.
- Focus Ventures LTD. Bayovar.** (s.f.). Obtenido de <http://www.focusventuresltd.com/s/Bayovar12.asp>
- Hermann, L.** (2014, November). A review of innovations in mineral fertilizer production. In *World Fertilizer Congress* (Vol. 16, p. 105).
- INEI & Ministerio de Agricultura y Riego.** (2012). Resultados Definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012.
- Janikowski, S. M., Robinson, N., & Sheldrick, W. F.** (1964). Janik Insoluble Phosphate Losses in Phosphoric Acid Manufacture by the Wet Process: Theory and Experimental .
- Lehr, J. R. M., & Guerry, H.** (1973). Phosphate rocks: important factors in their economic and technical evaluation (No. Folleto 4342).
- León, L.** (1991). La experiencia del Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes en el uso de rocas fosfóricas en América Latina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 17(1-4), 49-69.
- McKelvey, V. E.** (1967). Phosphate deposits (No. 1252-D). US Govt. Print. Off.
- Mechay, A., Elfeki, H., & Jouini, N.** (2014). Effect of spark plasma sintering process on the microstructure and mechanical properties of Nano crystalline hydroxyapatite ceramics prepared by hydrolysis in polyol medium. *International Journal of Advanced Chemistry*.
- Oruna, J. C.** (2016). Explotación de los yacimientos de fosfatos en Bayóvar. *Perfiles de Ingeniería*, 2(11).
- Porter, M.** (1990). *Ventaja competitiva*. México: Cecs.
- Sauchelli, V. .** (1970). Química y tecnología de los abonos nitrogenados.
- Scholz, R. W., Roy, A. H., & Hellums, D. T.** (2014). Scholz, R. W., Sustainable phosphorus management: a transdisciplinary challenge. In *Sustainable Phosphorus Management* (pp. 1-128).
-

Slack, A. V. (1968). Phosphoric Acid, Parts I and II. Fertilizer Science and Technology Series, Vol. 1.

Sluis, S. v. (s.f.). A clean technology phosphoric acid process. 1987.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and International Fertilizer Development Center (IFDC). (1979). Fertilizer Manual 1979.

Van Der Sluis, S., Witkamp, G. J., & Van Rosmalen, G. M. (1986). Crystallization of calcium sulfate in concentrated phosphoric acid. *Journal of Crystal Growth*, 79(1-3), 620-629.

Uso del Youtube en la enseñanza de diseño industrial



Pedro Modesto Loja Herrera

Ingeniero Químico especializado en Diseño y selección de equipos, Planificación y Control de procesos.
Mg. con mención en Control y Automatización Industrial
Mg. con mención en Gestión Empresarial
19 años de experiencia laboral en la industria en Gestión de Proyectos Industriales y en Gestión de Producción
Correo electrónico:pedro_loja@yahoo.com

Resumen: El presente trabajo es un compendio de información acerca de cómo afecta el uso de YouTube y material audiovisual en su aplicación en la enseñanza del curso de “Diseño Industrial” en la carrera de Ingeniería Industrial de la UNMSM, obteniendo gran aceptación. Para ello, se realizaron estudios acerca de los principales problemas de aprendizaje del alumno, cuáles son los métodos de aprendizaje que optan los estudiantes de Ingeniería Industrial, como las tecnologías de información y comunicación, siendo el más eficiente YouTube.

Asimismo, se elaboró una encuesta acerca del uso de YouTube en su aprendizaje a los estudiantes del 7mo ciclo del curso ya mencionado, y mostraron una actitud positiva al respecto del tema. Se encontró además, un canal de YouTube llamado “SomosDi” del curso de Diseño Industrial en el que los estudiantes pueden apoyarse, el cual cuenta con amplio y diverso material educativo respecto a este curso.

Palabras claves: YouTube/ Ingeniería Industrial/ Aprendizaje virtual/ Herramientas educativas.

Abstract: The present work is a compendium of information about how the use of YouTube and audiovisual material affects in its application in teaching the course of "Industrial Design" in the career of Industrial Engineering of the UNMSM, getting great acceptance. For that purpose, studies were made about the main learning problems of the student, which are the methods of learning that students choose Industrial Engineering, like the information and communication technologies, and showing that YouTube is the most efficient. Likewise, were made a survey about the use of "YouTube" in their learning to the students of the 7th cycle of this course, and they showed a positive attitude regarding the subject. A YouTube channel called "SomosDi" of the Industrial Design course was also found, in which students can support, which have a wide and diverse educational material regarding this course.

Keywords: YouTube/ Industrial Engineering/ Virtual learning/ Educational tools.

1. Introducción

Diseño Industrial es uno de los cursos de la carrera de Ingeniería Industrial, el cual es una base académica para la formación del futuro ingeniero. A pesar del buen manejo del tema que pueda tener el profesor, no todos los alumnos pueden captar la información y asimilarla de la misma manera, por lo tanto no avanzan uniformemente en el curso, además de los problemas de aprendizaje que se presentan durante su proceso.

El objetivo es mostrar cómo es que el uso de YouTube como herramienta académica dinámica y didáctica resulta beneficiosa para analizar de forma sistemática los problemas relacionados con el diseño geométrico, el diseño industrial y el diseño arquitectónico, potenciando la colaboración multidisciplinaria que permita afrontar los retos del mercado, lo cual es parte del rol del Ingeniero Industrial (Acevedo y Linares, 2012).

Como el contexto actual es una época en constante cambio tecnológico, los métodos anteriores ya no dan resultados tan eficientes, Actuando en respuesta a este cambio, los docentes están en constante búsqueda de recursos que van de acuerdo a esta era (Almenara, 2005). YouTube es el recurso por el que en su mayoría optaron, ya que se contraponen a los materiales clásicos de una enseñanza típica.

1.1. ¿Cómo afecta el uso del youtube en la enseñanza del curso de diseño industrial?

YouTube, frente a esta situación, actúa como una alternativa de solución a los problemas de aprendizaje, ayudando al estudiante a encontrar aquello que lo motive a estudiar y que esté relacionado con herramientas de su uso cotidiano. Esta plataforma gratuita para subir y visualizar videos, es el principal medio al que se apunta en este trabajo para generar un cambio en el proceso de aprendizaje, específicamente en los estudiantes de Ingeniería Industrial del curso de Diseño Industrial, presentando como ejemplo el canal de YouTube “SomosDI”.

2. Material y métodos: El Lean Manufacturing

2.1. Problema del aprendizaje en el estudiante de educación superior y tecnologías de información y comunicación.

Según estudios realizados (Ocaña, 2011), algunas variables que afectan al rendimiento académico del estudiante universitario que se pueden mencionar son las siguientes:

- **Características académicas del colegio de procedencia:**
 - Si se estudió en un colegio público o particular.
 - La cantidad de estudiantes del aula del colegio.
 - Si el alumno obtuvo una tutoría adecuada por parte de los maestros.
 - La cantidad de horas del diseño curricular.
 - Escasos materiales académicos proporcionados para el alumno.

 - **Rendimiento escolar:** La falta de una base adecuada previa puede hacer que el estudiante universitario tenga poco entendimiento de los cursos de enseñanza superior.

 - **La vocación del estudiante:** Si el estudiante muestra poco interés en la carrera que eligió, debido a que no escogió su primera opción profesional, su grado de satisfacción será menor y por ende logrará un bajo o no tan alto rendimiento académico.
-

- **Las facilidades académicas:** Si el estudiante universitario aprovecha los recursos académicos (aulas multimedia, wi-fi, bibliotecas, entre otros) se potencia su esfuerzo y por ende su rendimiento es mejor.

Poniendo énfasis en la última variable es que se procede a analizar el uso de las tecnologías de información y comunicación como alternativa de mejora del rendimiento del estudiante universitario, aplicándose específicamente en la carrera de Ingeniería Industrial.

Citando a Alanoca, J. (2003), “se denominan Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), al conjunto de tecnologías que permiten el almacenamiento, recuperación, tratamiento, adquisición, producción, comunicación, registro y presentación de datos e informaciones contenidas en señales de naturaleza acústica (sonidos), óptica (imágenes) o textual (datos alfanuméricos). En general, son dispositivos y programas (software) que interactúan con los usuarios (...), que les permiten ver reflejados sus procesos intelectuales.”

Actualmente las tecnologías de información y comunicaciones han tomado mucha importancia, ya que van de la mano con el desarrollo tecnológico. En la enseñanza superior, si bien es cierto que la aplicación de las TIC conlleva una mejor comprensión y aprendizaje del estudiante, también requiere una inversión en adquisición de medios tecnológicos y una capacitación adecuada del docente para evitar la brecha digital.

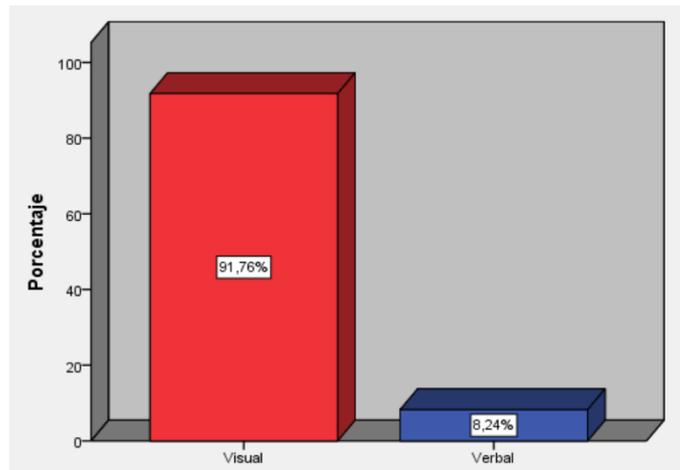
No obstante, los beneficios que presentan son variados, algunos de los cuales son (Baelo, Cantón, 2009):

- La facilidad para el acceso a la información y la variedad de información disponible.
- Los elevados parámetros de fiabilidad y rapidez de que disponen para el procesamiento de la información y los datos.
- La variedad de canales de comunicación que permiten.
- La eliminación de las barreras espacio-temporales.
- Las posibilidades de feed-back que ofertan, su gran interactividad.
- El desarrollo de espacios flexibles para el aprendizaje.
- La potenciación de la autonomía personal y el desarrollo del trabajo colaborativo.
- La optimización de la organización y el desarrollo de las actividades docentes e investigadoras.
- La agilización de las actividades administrativas y de gestión, además de permitir su deslocalización del contexto inmediato.

2.2. Estilos y métodos de aprendizaje preferidos por el estudiante de ingeniería industrial y youtube como fuente de información.

Estudios realizados en la Universidad de Piura (Briceño, 2016) demuestran que los estudiantes universitarios de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas prefieren el estilo de aprendizaje visual (recibir información a través de cuadros, diagramas, gráficos, material audiovisual) al estilo de aprendizaje verbal (recibir información a través de fórmulas, símbolos, expresiones orales y escritas). Como se observa en la figura 1, de un total de 85 alumnos encuestados se pudo percibir que 78 alumnos mostraron estar más a favor del aprendizaje visual.

Figura N°1: Estilos del aprendizaje visual y verbal en alumnos de Ingeniería Industrial y de Sistemas.



Fuente: Briceño, 2016

3. Resultados

Tomando la cantidad de 60 alumnos del séptimo ciclo del curso de Diseño Industrial de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de San Marcos, mediante una encuesta (figura 2) se logró medir el nivel de interés que muestran los estudiantes hacia el uso de YouTube en la mejora de su educación. Esta encuesta fue realizada el día jueves 08 de junio del 2017 en el laboratorio de Informática número 4 del Pabellón de Ingeniería Industrial. Las preguntas planteadas en ella evalúan los criterios de interés del estudiante por herramientas tecnológicas (YouTube) o tradicionales (libros), también muestra el nivel de eficacia de su uso, y recopila opiniones y datos de la cantidad de horas que los estudiantes utilizan esta plataforma de videos.

Figura N°2: Formato de encuesta realizada.

ENCUESTA ACERCA DEL USO DEL YOUTUBE EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ciclo: _____ Edad: _____

Sexo: Masculino Femenino

1. ¿Cuál de estos recursos utiliza con más frecuencia para complementar el aprendizaje recibido en clase? (puede marcar más de uno)

Libros en físico o multimedia Videos en línea (YouTube)

Otros

2. ¿Cuál de ellos le parece más eficiente? Escriba el por qué.

3. Si usted marcó la opción "Videos en línea (YouTube)", ¿con cuánta frecuencia a la semana utiliza videos relacionados a su aprendizaje?

Menos de una hora De 1 a 2 horas

De 2 a 3 horas De 3 a 4 horas

Más de 4 horas

4. ¿Considera que su rendimiento académico se incrementaría si tuviera acceso a canales de YouTube con los cursos de la carrera de Ingeniería Industrial? Escriba el por qué.

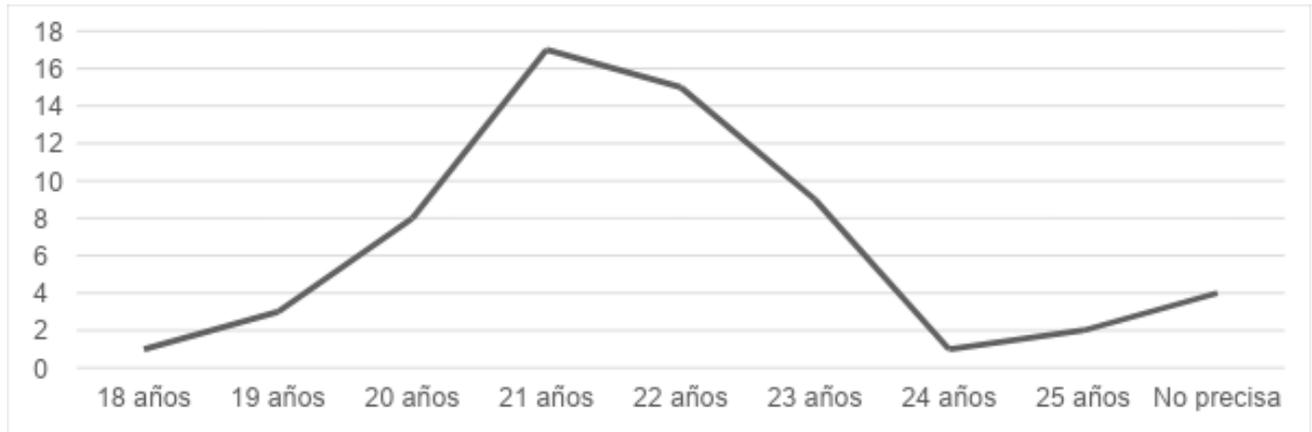
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a ello, se pudo organizar los resultados obtenidos mediante criterios tales como edad y sexo, siendo el más importante la preferencia de recurso educativo, entre los cuales se encuentran libros de texto o en multimedia, YouTube y otros.

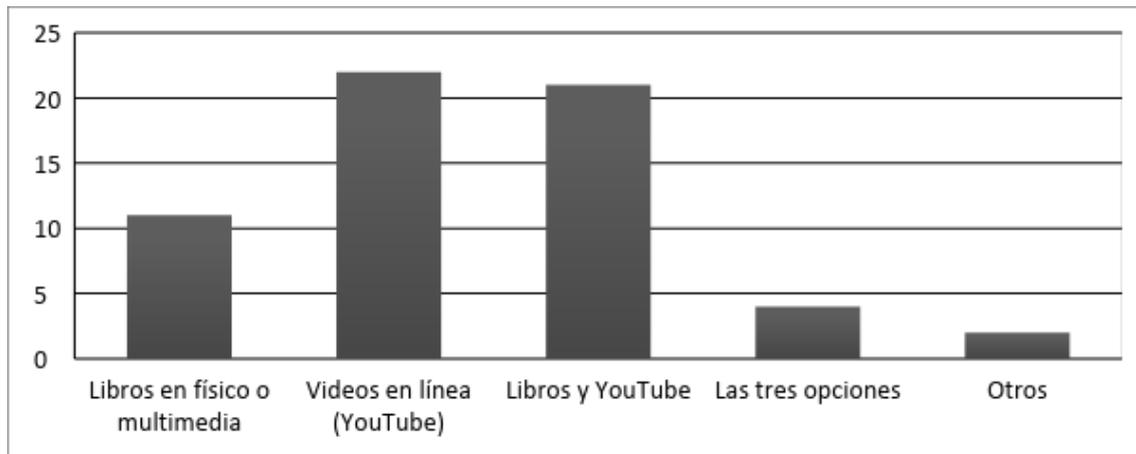
Acerca de los estudiantes encuestados, el rango de edades entre los que se encuentran varía desde los 18 años hasta los 25 años (Figura 3), y se encontró además que hubo un total de 43 varones y 17 mujeres.

Figura N°3: Rango de edades de los alumnos encuestados del curso “Diseño Industrial”.

Fuente: Elaboración propia.



Los resultados obtenidos para el criterio de preferencia de recurso educativo mostraron más inclinación sobre el uso de YouTube como complemento a lo aprendido en clase, además de que los alumnos detallaron el porqué de ello. En la figura 4, se puede apreciar que una gran cantidad utiliza solamente YouTube (22 alumnos de 60 encuestados, es decir, el 36,7%), seguido solamente por el uso de libros de texto y multimedia complementado con esta plataforma de videos.

Figura N°4: Recursos educativos más utilizados por los alumnos de Ingeniería Industrial.

Fuente: Elaboración propia.

Los motivos por el cual se obtuvieron estos resultados se encuentran expresados en la tabla 1, la cual detalla los beneficios que brinda YouTube y otras herramientas de estudio expresados con las propias palabras de los alumnos.

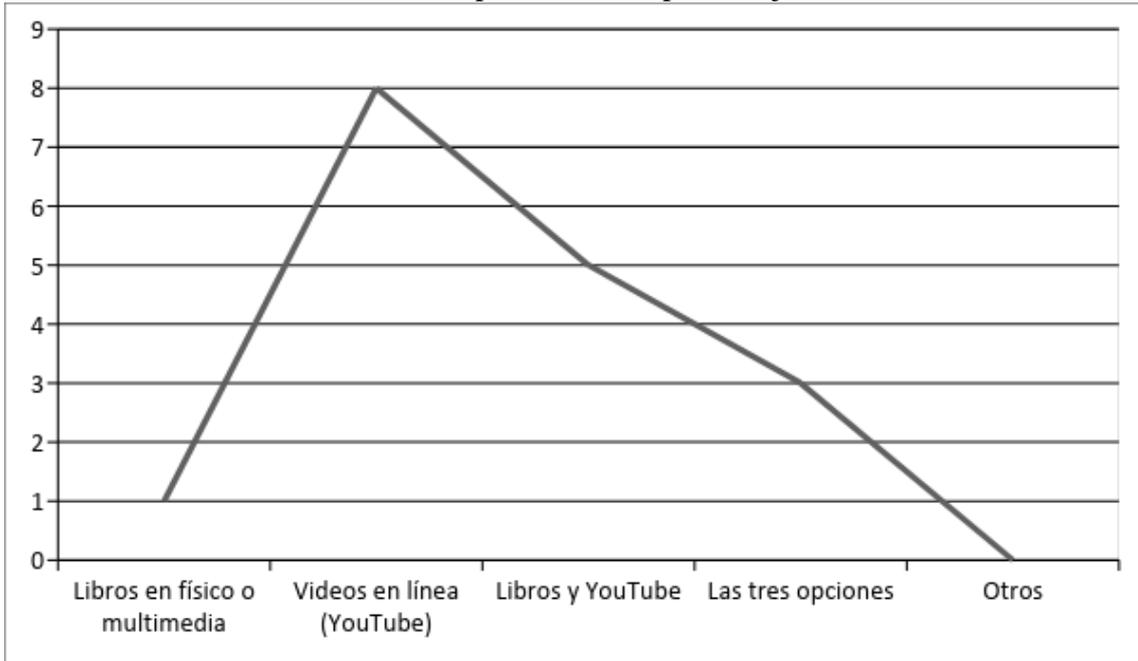
Tabla N°1: Causas de la eficiencia de cada recurso educativo expresadas por el alumno de Ingeniería Industrial de la UNMSM.

<ul style="list-style-type: none"> ● Porque resulta más sencillo de entender. ● Los temas se encuentran resumidos. ● Hay diversidad de explicaciones. ● Es gratis la adquisición de la información. ● Es didáctico. ● Es de fácil acceso. ● Se puede pausar, adelantar o retroceder los videos hasta entenderlos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se distraen con YouTube en vez de aprender. ● Se puede tener mayor comodidad al no estar tarde en la computadora. ● Poseen más información. ● Algunos libros son leídos por recomendación de los profesores. ● Se aprende más con ellos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tienen la misma metodología del profesor o diversidad de ejemplos ● Son resumidos y didácticos. ● Dependiendo de la materia, para algunos es mejor libros y para otros los videos en línea son de mayor utilidad. ● Ambos se complementan.
OTROS		
<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizan otros materiales como cuadernos, páginas web, diapositivas, etc. Aseveran que es suficiente. 		

Fuente: Elaboración propia.

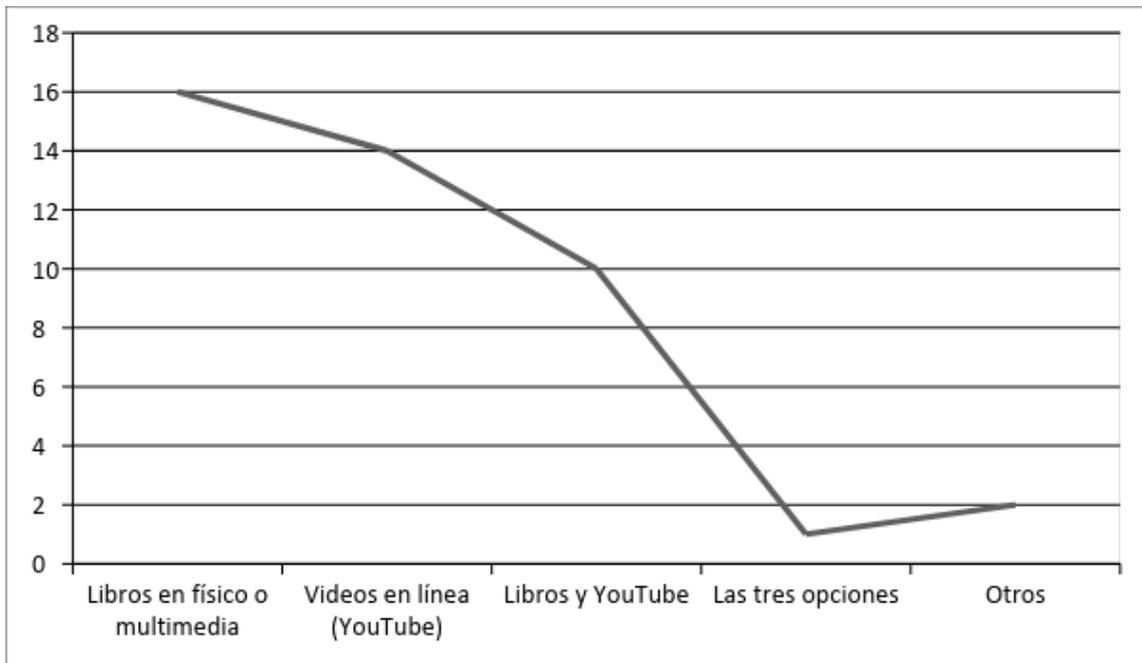
Entre los estudiantes varones y mujeres hubo una notable diferencia con respecto a las preferencias de recurso educativo. Como se puede observar en las figuras 5 y 6, las alumnas de Diseño Industrial prefieren más que los varones usar solamente YouTube, a diferencia de los varones que utilizan videos y libros.

Figura N°5: Preferencias del alumnado femenino con respecto a los recursos para complementar su aprendizaje.



Fuente: Elaboración propia.

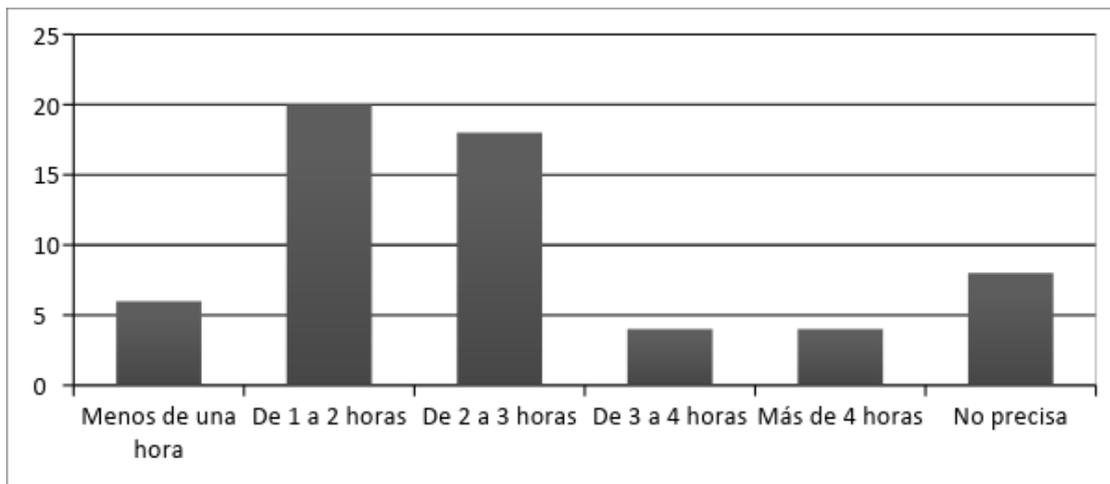
Figura N°6: Preferencias del alumnado masculino con respecto a los recursos para complementar su aprendizaje



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los alumnos encuestados también detallaron la cantidad de horas que ven videos en línea a la semana con fines educativos. En la figura 7, se observa que la mayoría de los estudiantes aprenden mediante YouTube cuando lo utilizan de 1 a 2 horas por semana.

Figura N°7: Cantidad de horas que los alumnos encuestados utilizan YouTube con fines educativos a la semana.



Fuente: Elaboración propia.

3.1. El canal “SOMOSDI” y su aporte a los estudiantes del curso de diseño industrial.

Como reza en la descripción del canal de YouTube: “SomosDI (Somos Diseño Industrial) es una comunidad de aprendizaje creada con el fin de difundir el diseño industrial” (YouTube, 2017). Actualmente con un récord de 88,952 suscriptores y 8,618,522 reproducciones, este canal fue creado el 29 de agosto del 2010 y cuenta con 423 videos explicativos (figura 8).

Figura N°8: Página principal del canal SomosDI.



Fuente: YouTube.

Anteriormente, el canal SomosDI contaba con una página web en la que se ofrecía todo tipo de información: tutoriales (dibujar, uso de diferentes programas informáticos, etc.); consejos para diseñadores y estudiantes; artículos y publicaciones; noticias y contenidos para desarrollar la creatividad de los usuarios (Pedraza, 2012). Sin embargo esta página actualmente no se encuentra disponible, quedándose a su vez solamente con el canal en YouTube. Sin embargo, cuentan con una comunidad activa en sus diversas redes sociales

(Facebook, Twitter), lo cual lo convierte en un canal reconocido y con un público que muestra interés en su contenido.

En este canal se pueden encontrar videos con diferentes temáticas, tales como:

- **Historia del Diseño Industrial:** Enseñan el proceso de la creación del diseño Industrial, desde su aparición hasta la Revolución Industrial.
- **Principios básicos de dibujo en perspectiva:** Análisis y ejemplos de dibujo de figuras sencillas como puntos de fuga, extrusiones y redondeos, explicando diseño básico para dar paso al curso específico.
- **Diseño Industrial:** Desde diseño de calzado hasta automotriz, explica también el uso del Photoshop y Sketchbook Pro en el diseño industrial, materiales y procesos, modelado 3D, conceptos importantes del tema y entrevistas y conferencias.

Además, cuenta con una sección dedicada a las preguntas frecuentes, en las que responden mediante videos las dudas que surgen en la comunidad en línea.

Los videos del canal SomosDI son de corta duración, ya que varían desde los 2 minutos hasta los 20 minutos. Mediante ejemplos entendibles explica el uso de las herramientas necesarias para realizar dibujos en diseño industrial y hace que no sea necesario tener una base profunda de conocimientos al respecto, es por ello que es totalmente recomendable para el alumno de Ingeniería Industrial que se encuentre interesado en aprender más del tema.

4. Conclusiones

La problemática del aprendizaje del estudiante universitario depende de muchos factores que no necesariamente requieren falta de interés por parte del alumno. Sin embargo, es una situación que se puede mejorar mediante el uso de tecnologías de la información y comunicación, es decir, herramientas tecnológicas capaces de interactuar con el usuario.

El estudiante de Ingeniería Industrial, como se pudo demostrar mediante el estudio realizado en el 2016 en la Universidad de Piura, prefiere en su mayoría el aprendizaje visual, por lo que YouTube resulta la alternativa más eficaz por su gran alcance y practicidad.

La herramienta de videos en línea YouTube muestra gran aceptación, ya que es utilizada por el 36,7% de los estudiantes del séptimo ciclo del curso de Diseño Industrial de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNMSM, en su mayoría de los alumnos de 21 años, en un promedio de 1 a 2 horas a la semana. Además, complementan su uso con libros en físico o multimedia y otros.

El canal de YouTube “SomosDI” se presenta como una solución ante la problemática de la falta de comprensión del curso, ya que presenta gran cantidad de videos de corta duración que explican de manera práctica los temas necesarios para complementar la educación de los estudiantes, resolviendo dudas de los estudiantes y mostrando ejercicios prácticos que vuelven el curso mucho más manejable.

5. Literatura Citada

- Almenara, J. C.** (2005). Las TICs y las Universidades: retos, posibilidades y preocupaciones. Educación Superior. Vol 3, N° 34: 77 – 100.
- Acevedo, A., Linares, M.** (2012). El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones. Industrial Data. Vol. 15, N° 1: 9 – 24.
- Ocaña, Y.** (2011). Variables académicas que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Investigación Educativa. Vol. 15, N° 27: 165 – 179.
- Alanoca, J.** (2003). Las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de las funciones humanas de los estudiantes de ingeniería. Proyecto de Investigación del Seminario de Investigación E-Learning. Universidad Abierta de Cataluña, España.
- Baelo, A., Cantón, I.** (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisión. Revista Iberoamericana de Educación. N° 50: 1 – 12.
- Briceño, C.** (2016). Estilos de aprendizaje de los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de Piura.
- Pedraza, J.** (2012). Más diseño en la Web. <https://brujuladeideas.wordpress.com/tag/somosdi/> (Visitado el 2017-06-03).
- YouTube** (2017). Canal SomosDI. <https://www.youtube.com/user/somosdi> (Visitado el 2017-06-01).

