

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>

---

**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.

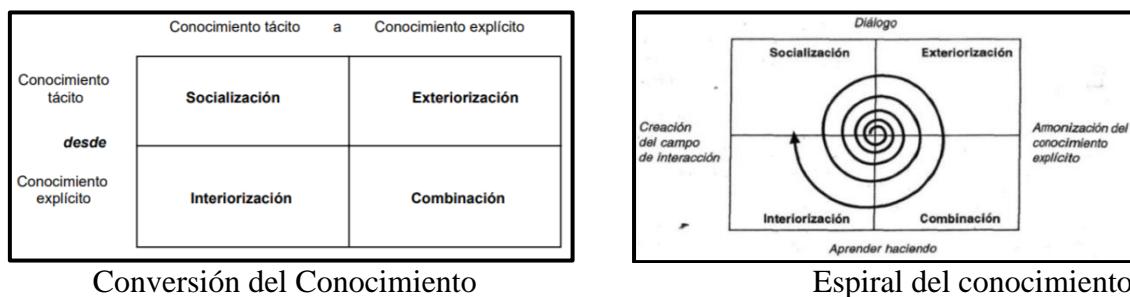
Según Rodríguez D. (2006) un modelo para la creación y gestión del conocimiento pueden ser agrupado en tres tipos: Almacenamiento, acceso y transferencia de conocimiento, Sociocultural y Tecnológicos.

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



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.

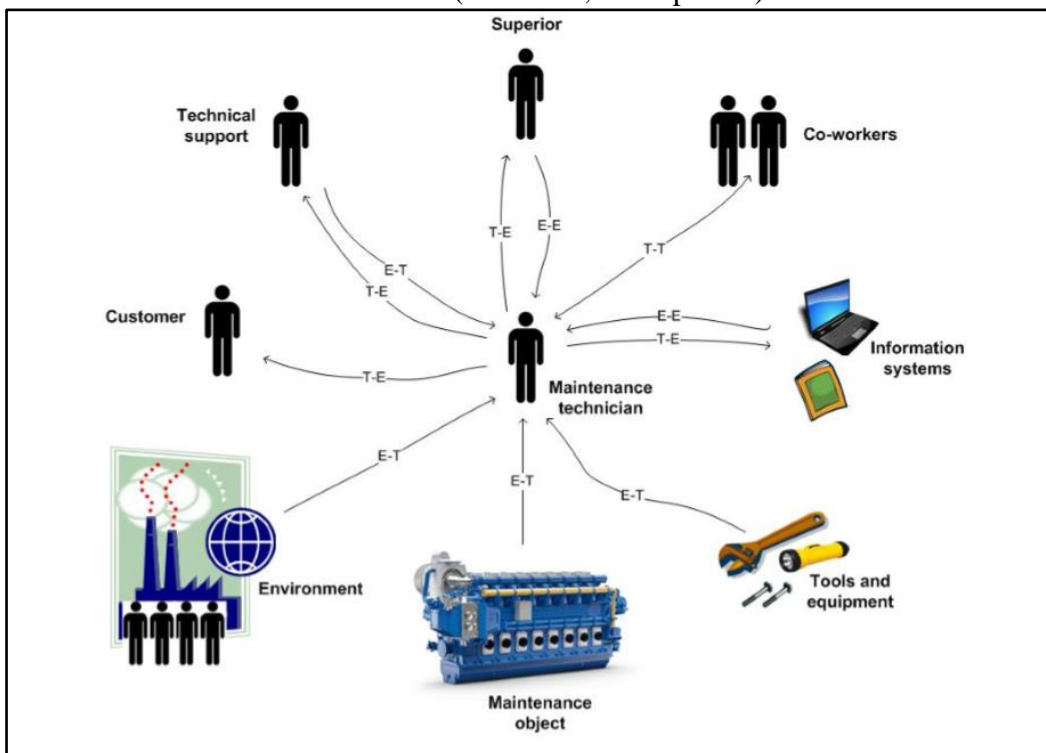
Muy pocos profesionales utilizan las redes sociales para publicar noticias o información acerca de la compañía en donde trabaja, el 1% publica algunas veces a la semana, 4% publica algunas veces al mes y 16% algunas veces al año, mientras que el 79% no usa o no publica ninguna información.

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 Väättänen, 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://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>