

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/37710>

This paper must be cited as:

Cárcel Carrasco, FJ. (2013). Industrial Maintenance and Tacit Knowledge: An introduction about its incidence. *Dyna Ingeniería e Industria*. 1(1):1-15. doi:10.6036/MN5857.



The final publication is available at

<http://dx.doi.org/10.6036/MN5857>

Copyright Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España (FAIIE)

Additional Information

INDUSTRIAL MAINTENANCE AND TACIT KNOWLEDGE: AN INTRODUCTION ABOUT ITS INCIDENCE

F. Javier Cárcel Carrasco* Dr. Ingeniero Industrial
Manuel Rodríguez Méndez Dr. Ingeniero Industrial

* Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera S/N, 46022, Valencia, España (e-mail: fracarc1@csa.upv.es)

ABSTRACT:

Industrial maintenance, has been studied with great remark in the processes of decision of tangible items, in order to reduce the rate of failure of these technical elements, however there is an element, often forgotten, once analyzed, it becomes one of the most influential in the operational improvement and reduction of the time of replacement or acting against the tactical actions of industrial maintenance failures: The tacit knowledge. In this study, it has been shown that such tacit factor can influence, high values, in the days of troubleshooting, and analyzed in its initial phase, cost less in the process of final reduction in the rate of replenishment or failure, as well as reducing costs (often assumed) that are posed by the interruption of the process or service of such infrastructures.

Key Words: Industrial maintenance, Human Factor, knowledge management, tacit knowledge.

EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y EL CONOCIMIENTO TÁCITO: UNA INTRODUCCIÓN SOBRE SU INCIDENCIA

RESUMEN:

El mantenimiento industrial, se ha estudiado con gran puntualización en los procesos de fallo de los elementos tangibles, con el fin de reducir la tasa de fallo de dichos elementos técnicos, sin embargo existe un elemento, muchas veces olvidado, que una vez analizado, se convierte en uno de los elementos más influyentes en la mejora operativa y reducción del tiempo de reposición o actuación ante el fallo en las acciones tácticas del mantenimiento industrial: El conocimiento tácito. En este estudio, se ha podido comprobar que dicho factor tácito puede influir, en valores elevados, en los tiempos de resolución de fallos, y analizado en su fase inicial, supone un menor coste en el proceso de reducción final de dicha tasa de reposición o fallo, así como la reducción de costes (muchas veces asumidos) que se plantean por la interrupción del proceso o servicio a desempeñar por dichas infraestructuras.

Palabras Clave: Mantenimiento industrial, Factor humano, Gestión del conocimiento, Conocimiento tácito.

1. INTRODUCCION

El mantenimiento es una faceta fundamental a tener en cuenta en las edificaciones industriales y de servicios, y que afecta directamente a su funcionalidad y tiempo de vida útil [1], así como la eficiencia que deben soportar dichas infraestructuras. Esta tarea con un elevado componente de actividad humana muy especializada, conlleva un alto componente de conocimiento tácito, que afecta directamente a las prestaciones del desempeño a realizar. La máxima eficiencia de los servicios de mantenimiento y su componente humano es vital para el ciclo de vida del edificio [2-3], en especial en grandes edificaciones y sistemas industriales y de servicios terciarios con un alto componente de obra civil, equipamiento y maquinaria e instalaciones técnicas (hospitales, hoteles, grandes centros comerciales, etc.), y debe tenerse en cuenta en el diseño para un alto rendimiento operativo, así como mejora de su eficiencia energética [4, 56].

La ingeniería del mantenimiento requiere medios técnicos (herramientas, sistemas de control y experimentación, así como estrategias), y un alto componente de medios humanos muy especializado. Los medios técnicos y estrategias son continuamente estudiados en la literatura científica, sin embargo, el componente humano que inter-actúa, no suele ser estudiado en función de su importante incidencia sobre la eficiencia del servicio. Analizar en que afecta el factor "conocimiento tácito" en los procesos tácticos fundamentales del mantenimiento es el objetivo fundamental de esta investigación. Dicho factor, con un alto componente de subjetividad [5-6], se puede considerar como un elemento altamente intrínseco al personal afecto a la actividad, y al ser raramente investigado en el campo de esta operativa industrial, se puede considerar como una "materia oscura", difícil de observar y en mayor amplitud, con alta dificultad en su medición, y sin embargo, componente fundamental en la eficiencia humana en los procesos de decisión y fallo [7-14].

Existe numerosa literatura sobre la gestión del conocimiento y la dificultad para capturar y transferir la experiencia, destacando los estudios de Dorothy Leonard y de Argote [58-60], donde se incide en que las características de los medios estructurales de la organización pueden inhibir o facilitar la transferencia de conocimiento (fundamental para el desarrollo de la capacidad de innovación), y para desarrollar esta capacidad es importante que la estructura organizativa sea flexible para facilitar los procesos de transferencia de conocimiento. Todo ello dependerá de las habilidades, motivación y oportunidades de los empleados para crear y transferir conocimiento [58]. Sin embargo, la mayoría de la literatura existente, se centra en grandes organizaciones y bajo el objetivo del producto o servicio final ofrecido, existiendo escasa literatura sobre cómo se desenvuelven o funcionan los grupos funcionales de mantenimiento industrial, vitales para el funcionamiento operativo de la empresa, donde existe el problema de cómo fomentar la transferencia de conocimiento entre sus miembros "el proceso a través del cual una unidad (sea individuo, grupo, departamento) es afectada por la experiencia de otra".

En este estudio se ha procedido al análisis de los componentes que pueden afectar a la gestión del conocimiento en los servicios técnicos de mantenimiento de diversas edificaciones industriales y de servicios, en lo referente a su nivel de información no registrada, mediante técnicas de investigación cualitativas basados en la teoría fundamentada “Grounded Theory” [15-16], con entrevistas preparadas y analizadas en un entorno real. Se analizarán los puntos de partida en cuanto a las carencias observadas en relación a la gestión del conocimiento en el entorno de la actividad de mantenimiento. Con ello se quiere dar una perspectiva real (bajo la visión de las personas implicadas) a estudiosos de la gestión del conocimiento, así como a los órganos directores de la empresa, sobre la posible incidencia de mejorar o transmitir el conocimiento de estos operarios que afectan de una manera táctica a la empresa y que le afecta directamente.

Mediante esta investigación se pretende hacer una aproximación a identificar el carácter del conocimiento tácito que está presente en todas las organizaciones de mantenimiento y caracterizar los factores sobre los que incide, que afectan directamente a la operatividad y eficiencia de la propia organización técnica de mantenimiento e indudablemente sobre los factores tácticos de la empresa que posee dichas infraestructuras. Para tal efecto, se han realizado entrevistas con personal técnico y mandos de organizaciones de mantenimiento de diversas empresas, de sectores diferentes en la Comunidad Valenciana. Para el estudio y análisis de datos se utiliza la metodología de Teoría Fundamentada (*Grounded Theory*) [15-16], una metodología de investigación cualitativa novedosa en el estudio de la actividad de mantenimiento industrial, pero ampliamente utilizada en otras áreas y en especial en las ciencias sociales [17-18-19]. Con esta metodología se tratará de clarificar la incidencia y los obstáculos en la transmisión del conocimiento en esta área fundamental en la empresa, y marcar las condiciones para plantear los métodos para hacerla más fluida.

El artículo introduce en la problemática existente mediante técnicas cualitativas, a continuación se detalla el marco teórico y la metodología empleada. Posteriormente, se presentan los resultados, la discusión de los mismos y las conclusiones del artículo.

2. LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL MANTENIMIENTO.

La importancia de las técnicas de mantenimiento ha crecido constantemente en los últimos años [20], ya que el mundo empresarial es consciente de que para ser competitivos es necesario no sólo introducir mejoras e innovaciones en sus productos, servicios y procesos productivos, sino que también, la disponibilidad de los equipos ha de ser óptima y esto sólo se consigue mediante un mantenimiento adecuado.

La gestión efectiva del mantenimiento supone, en consecuencia, una de las actividades cruciales de la mayor parte de las empresas con activos físicos. Son por ello lógicos los esfuerzos orientados a optimizar su funcionamiento, involucrando para tal fin tanto a medios humanos como técnicos, y con los modelos y estrategias más adecuadas a cada caso [21-25].

El mantenimiento industrial tiene por objetivo principal conseguir una utilización óptima de los activos productivos de la compañía, manteniéndolos en el estado requerido para una producción eficiente con unos costes mínimos [26-27-28], así como reducir los tiempos de parada no programados.

En la ingeniería del mantenimiento, como cualquier actividad humana, precisa de unos niveles de información y conocimiento que definen su eficacia, con múltiples modelos desarrollados por la técnica actual [29-30-31]. La gestión del conocimiento, desde una visión como proceso, está integrada por la generación, la transferencia y la utilización del conocimiento dentro de la empresa [32]. El conocimiento es generado y transmitido por distintos medios que no son genéticos. Es por ello que se aplican dos tipos de conocimiento, el conocimiento tácito y el explícito. Es por ello preciso, analizar el proceso de creación y transferencia del conocimiento en las organizaciones identificando el stock de conocimiento que posee y cómo se usa para generar nuevo conocimiento [33], que marque una sinergia adecuada entre los departamentos de mantenimiento industrial y los procesos de la planta de producción [34-36].

El conocimiento tácito es aquel usado por los individuos, organizaciones o empresas para lograr alcanzar un propósito práctico, pero este propósito no se puede explicar o comunicar de manera sencilla. Aquí entra la inteligencia de los individuos para interpretar la información o el conocimiento generado a partir de este. Quizá la única forma de comunicar este conocimiento es a través de relación “maestro-aprendiz”. Las habilidades de los individuos es una importante clase de conocimiento tácito, de aquí que nace la idea de la relación, con el fin de enseñar inteligentemente las habilidades que tiene un individuo a otro.

El conocimiento tácito es acumulado por el hombre, y por su propia característica no puede ser articulado ni expresado formalmente, teniendo un alto componente intuitivo [6]. Está compuesto por ideas, intuiciones y habilidades, internamente arraigado en las personas, que influye en su manera de comportarse y que se manifiesta a través de su aplicación [37]. Por esas características es difícil de compartir con otros, haciendo difícil, lento e incierto su transferencia entre las personas [38]. Este conocimiento tiene un gran interés estratégico en la empresa, dado que marca sus habilidades y el “saber hacer” [6], y puede definir las prácticas de la empresa [38], y por consiguiente en la actividad de mantenimiento.

El conocimiento explícito en cambio, es aquel que puede ser representado o expresado formalmente de acuerdo a una codificación y que se puede comunicar fácilmente. Este tipo de conocimiento puede ser transmitido mediante lenguaje formal y de una forma estructurada. Los dos conocimientos son complementarios, el conocimiento explícito debe ser tácitamente entendido y aplicado, es decir, el conocimiento explícito debe aplicar mecanismos que permitan a los individuos aprender, interpretar y entender el contenido codificado.

El otro tipo de conocimiento, el explícito se puede cuantificar, tiene forma y se recoge en documentos y fórmulas. También se le ha definido como aquella información documentada que facilita la acción [39]. Es el tipo de conocimiento al que la cultura occidental ha prestado más importancia, por ser relativamente más sencillo de documentar y compartir usando números y palabras, y porque bajo el paradigma de la organización como una máquina de procesar información es el que mejor se adapta [40]. Es el conocimiento que puede ser comunicado o transmitido de un individuo a otro en mediante el lenguaje formal y sistemático, de manera que quien lo recibe llega a obtener el mismo conocimiento que el emisor, sin que su transferencia lo destruya o desgaste. Su principal característica es que es fácil de transferir al no requerir medios o mecanismos complejos [39].

Las organizaciones deberían ser estudiadas a través de sus procesos internos, desde el punto de vista de cómo éstas crean y transfieren conocimiento [40].

De todo lo argumentado se extrae la necesidad de capturar, administrar, almacenar, transferir y difundir el conocimiento en la organización de mantenimiento y el entorno que la rodea para que la organización sea capaz de integrar eficazmente la percepción, la creación de conocimiento y la toma de decisiones se pueda describir como una organización inteligente [41]. Es en la organización de mantenimiento, por sus propias características de funcionamiento y experiencia requerida, donde se haga más acuciante analizar los efectos de su gestión del conocimiento, y en especial el tácito.

Es precisamente esta base del conocimiento, la que suele estar des-estructurada, en islas de conocimiento, con lo cual sólo es utilizada en pequeña medida.

El mantenimiento se puede definir en un enfoque Kantiano. El enfoque sistémico kantiano plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, dado que define que cualquier sistema está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno [42]. Dentro de este sistema, y tal como se ha comentado, se plantea en concreto abordar esa transferencia de conocimiento que sin duda existe en la relación entre los tres elementos (Figura 1), y que es de gran trascendencia en las funciones requeridas a los servicios de mantenimiento.

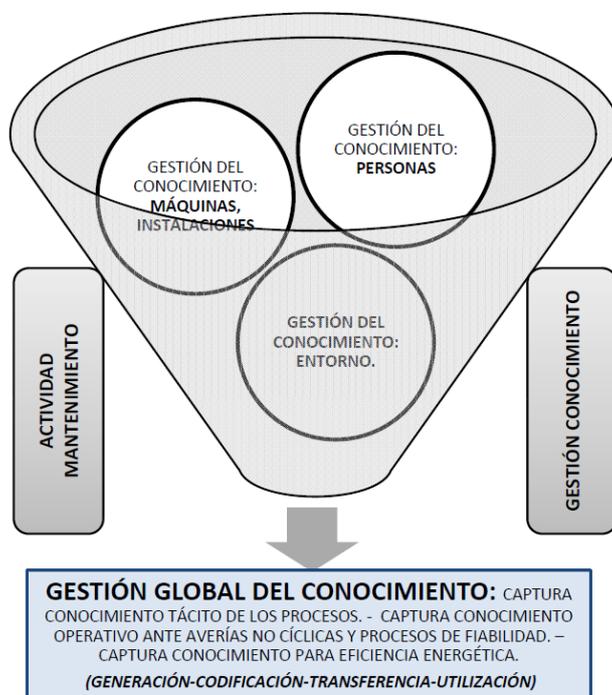


Figura 1: Enfoque Kantiano de la actividad de mantenimiento en relación a la G.C. Fuente: elaboración propia.

Los humanos no están nunca separados del universo que observan, sino que participan personalmente en él, y por tanto no se puede desarrollar el conocimiento "objetivo" puro y no sesgado. Las destrezas humanas, los prejuicios, y las pasiones no son

defectos sino que juegan un papel importante y necesario guiando el descubrimiento y la validación.

En consecuencia, el futuro de una organización de mantenimiento estará condicionado según la idoneidad y pertinencia del conocimiento que las entidades de éste obtengan, generen, apliquen, apropien, difundan y exploten al resolver sus diversas problemáticas que constituyen las barreras para alcanzar su mayor eficiencia operativa.

Se ha utilizado para extraer las conclusiones del efecto del conocimiento tácito en la actividad de mantenimiento, técnicas cualitativas basadas en la teoría fundamentada, para observar su implicación en sus misiones tácticas fundamentales como son la fiabilidad de los sistemas, la mantenibilidad, operatividad y eficiencia energética.

3. EL CONOCIMIENTO TÁCITO EN EL MANTENIMIENTO.

Sin entrar a formalizar el concepto de mantenimiento con una discusión sobre el mismo [43-49], ya que se aleja del enfoque elegido para el presente estudio. Sí, en cambio, conviene determinar, atendiendo a los objetivos de este artículo, los elementos que configuran la naturaleza del mantenimiento industrial.

Es obligatorio observar los factores que afectan y obligan a las empresas a actuar sobre su nivel competitivo [49]. Una variable relevante sobre la que pueden actuar es la eficiencia del proceso productivo [50-52]. El mantenimiento industrial debe tener en cuenta los objetivos de la empresa, y se debe llevar a cabo en el marco de un gasto materializado por un presupuesto, o en relación a una determinada actividad.

Los ingenieros y técnicos de planta detectan muchos problemas y defectos de los sistemas, modelos, técnicas y procedimientos implementados, muy especialmente los relativos a una fluida transmisión de la experiencia y de los conocimientos, unas veces olvidados, otras retenidos por los especialistas y, en todo caso, insuficientemente formalizados o “protocolizados”. El conocimiento que podemos adquirir acerca del comportamiento de un sistema físico se fundamenta principalmente en la adquisición y valoración de dos tipos de información, cuantitativa (por instrumentos de medición) y cualitativa (adquirida por humanos).

Una tal definición operativa de Mantenimiento Industrial podría ser el conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente.

Pueden extraerse de esta definición los siguientes elementos:

- Estado requerido
- Exigencias de disponibilidad o conservación de ese estado
- Conjunto de técnicas y procedimientos orientados a esa conservación.
- Actividad de reemplazo, reparación o modificación de unidades, componentes, conjuntos, equipos o sistemas de una infraestructura.

Por todo ello, la gestión efectiva del mantenimiento supone, en consecuencia, una de las actividades cruciales de la mayor parte de las grandes edificaciones. Son por ello lógicos los esfuerzos orientados a optimizar su funcionamiento, involucrando para tal fin tanto a medios humanos como técnicos.

Algunos de los problemas más frecuentes y críticos, en relación al conocimiento tácito y la gestión del conocimiento, con los que los especialistas y técnicos de mantenimiento se encuentran son:

- Cambios de personal de la plantilla.
- Poca experiencia de los operarios.
- Falta de información de medidas a tomar y pasos a seguir ante ciertas averías o incidencias.
- Dependencia del conocimiento y experiencia tácita de los operarios.
- Históricos de avería y análisis de causas imperfectos.
- Desorganización de la información acerca de las instalaciones.
- Carencia de sistemas de aprendizaje y reciclaje del personal.

Los problemas derivados de los cambios de personal en la plantilla de mantenimiento se traducen en pérdidas económicas debido al desconocimiento por parte del operario de: las instalaciones existentes, fallos típicos y medidas a adoptar ante los mismos, tiempo de rodaje y adaptación a la forma y sistemas de trabajo, etc. La escasa experiencia del operario obliga a otros a abandonar sus tareas para poder enseñarle las ubicaciones, tipos de instalaciones, modo de trabajo, etc., con la consiguiente pérdida de productividad y rendimiento que ello conlleva.

En empresas de mayor tamaño el problema se agudiza y el coste de estos cambios se incrementa considerablemente, ya que las instalaciones a conocer, los trabajos a efectuar, etc., son mucho mayores. También hay que tener en cuenta para analizar

estos costes, la inoperatividad (el aumento en el tiempo medio de resolución de fallos).

Habiendo considerado los costes de inoperatividad o ineficiencia, que suponen a la empresa el incorporar nuevos operarios a los equipos de mantenimiento, tal y como indica la tendencia de la figura anterior, es necesario destacar además otros costes inducidos.

Estos costes inducidos se derivan de la incapacidad del operario de resolver una avería crítica en un momento determinado. Estas averías críticas, a diferencia de las averías no críticas, se diferencian en que éstas suponen un coste elevado a la empresa como, por ejemplo, la paralización de la producción hasta que no se subsane dicha avería.

Otro de los problemas relevantes a la hora de realizar un buen mantenimiento de instalaciones es la falta de información sobre medidas específicas a adoptar, y orden de ejecución secuencial de las mismas ante averías que no se han presentado antes, o bien que no han ocurrido en presencia del operario.

En la mayoría de los casos, son los operarios más antiguos quienes conocen mejor las instalaciones y equipos, así como, su comportamiento específico, medidas a tomar ante cualquier incidencia, qué revisar y cómo hacerlo, en concreto, para cada máquina, etc.

Esta experiencia adquirida a través de los años, denominada "know-how", o simplemente conocimiento o experiencia, no es cometido o competencia del Sistema Educativo y, sin embargo, es de vital importancia para el buen funcionamiento de la empresa.

El problema reside en que si el operario que posee ese conocimiento, abandona el puesto de trabajo, la empresa lo pierde, sufriendo los problemas operativos y económicos que de ellos se derivan.

En la figura 2, en la parte superior (A), se observa la curva de asimilación y experiencia en función del tiempo de permanencia que normalmente se observa en las organizaciones de mantenimiento. En ella se observa que ante el cambio del operario o sustitución conlleva un tiempo de acoplamiento, con menor operatividad hasta el acoplamiento. Un modelo de gestión del conocimiento en mantenimiento, debe llevar a aunar esfuerzos para capturar esa experiencia o conocimiento tácito, reduciendo dichos tiempos de acoplamiento (Figura 2,B).

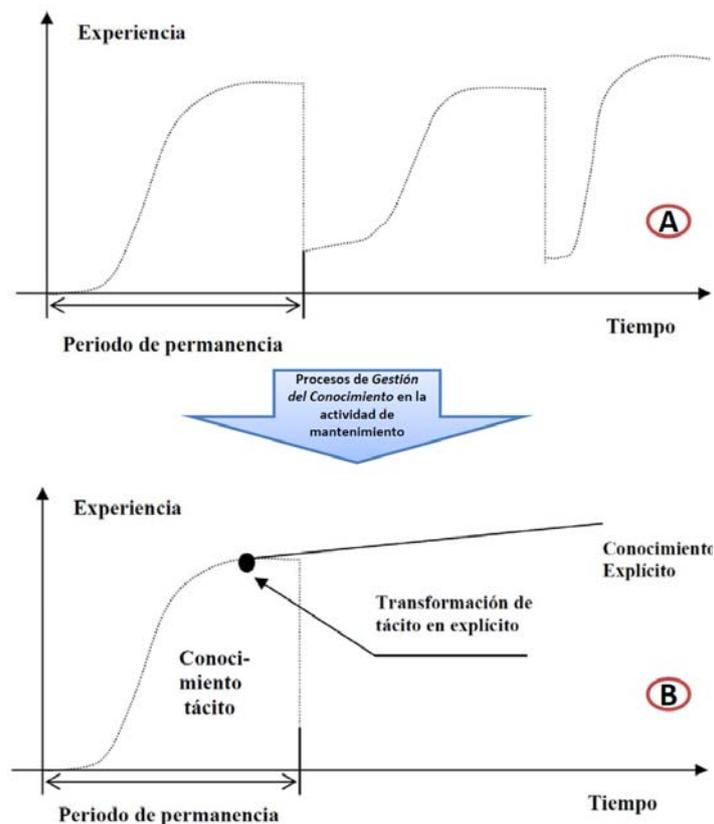


Figura 2. Curvas de transformación de conocimiento en base a la experiencia en mantenimiento durante proceso de permanencia.

Fuente: Elaboración propia.

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Se han utilizado métodos de investigación cualitativos. En la investigación cualitativa [53], ser objetivos no significa controlar las variables sino ser abiertos, tener la voluntad de escuchar y de “darle la voz” a los entrevistados, sean estos individuos u organizaciones. Significa oír lo que otros tienen para decir, y ver lo que otros hacen, y representarlos tan precisamente como sea posible. Significa, al mismo tiempo, comprender y reconocer que lo que conocen los investigadores suele estar basado en los valores, cultura, educación y experiencias que traen a las situaciones investigativas y que puede ser muy diferente de lo de sus entrevistados.

Dentro de las técnicas cualitativas, en el análisis de los datos de la investigación, se ha utilizado la teoría fundamentada (Grounded Theory) [15-16]. Para ello, se ha seguido el proceso indicado por Charmaz [15]:

- Recogida de datos mediante muestreo teórico.
- Codificación inicial.
- Codificación orientada.
- Elevación de los códigos a categorías provisionales por codificación teórica.
- Redacción de los resultados obtenidos.

La característica fundamental de la investigación con teoría fundamentada es el procedimiento de muestreo teórico, donde se deben seleccionar los casos en función de su potencial para el desarrollo de nuevos puntos de vista y refinamiento de aquellos ya obtenidos. [54]

Como resultados de la aplicación de la teoría fundamentada, se debe obtener [55]:

- La exposición de las principales variables que explican cómo resuelven sus problemas el colectivo estudiado.
- Los resultados identifican y conceptualizan los procesos básicos que las personas usan para resolver los problemas que consideran como clave.
- No es suficiente con describir los fenómenos. Es necesario dar un paso más y llegar a interpretar y explicar lo que sucede.

A diferencia de los estudios cualitativos, la muestra que se utiliza es muy diferente, comenzándose por una muestra general del tipo de empresas o personas donde deben comenzar las entrevistas, y la muestra será ajustada conforme avanza la investigación del tema de estudio (Figura 3).

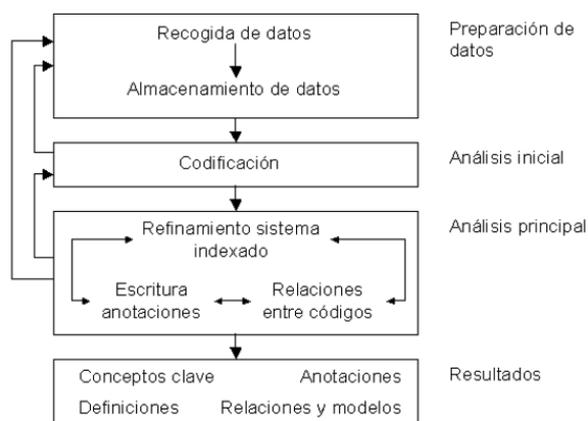


Figura 3: Fases de un análisis cualitativo. Fuente: (Muñoz, 2003).

Para este artículo, se ha utilizado una población formada por empresas (Tabla 1) que utilizan la función de mantenimiento, con un alto impacto en su producción (empresas industriales) o sobre el servicio que prestan (Empresas servicios terciarios). Las empresas seleccionadas para entrevistar a diverso personal técnico de mantenimiento, tienen una implantación a nivel nacional, y las personas seleccionadas para las entrevistas, fueron mandos de los departamentos de mantenimiento o técnicos de mantenimiento. En la selección, la experiencia mínima en el desempeño de dichas actividades que se ha buscado en las personas seleccionadas para la entrevista es de 10 años, de manera que sepan en profundidad y conocimiento el desempeño de sus funciones, así como las limitaciones normales en su puesto de trabajo. Se comienza con la recogida de datos hasta que se alcanza la saturación teórica, que es el punto donde un aumento de la muestra no aporta elementos ni categorías a los resultados [54].

	ACTIVIDAD PRINCIPAL				
CATEGORIA	R. ENERGETICA	INDUSTRIALES	JUSTITIA	TERCIARIOS HOTEL	TERCIARIOS CENTRO COMERCIAL
MANDOS MANTEN.	1	1	2		
TECNICOS MANTEN.	2	2	3	2	2
OPERATIVO	3	3	5	2	2
TOTAL ENTREVISTADOS					15

Tabla 1: Población y muestra del estudio cualitativo. Fuente: Elaboración propia.

Se han entrevistado a 15 personas de seis empresas diferentes, con actividades diferentes (Distribución de energía eléctrica, Servicios subcontratados de mantenimiento industrial, industrias manufactureras con alto componente de equipamiento, Servicios terciarios (edificios destinados a hoteles o grandes centros comerciales). Se ha buscado así mismo que haya una distribución entre mandos de mantenimiento (4 personas), con formación técnica universitaria, y personal operativo (11 personas), con formación académica básica o formación profesional. No fue necesario entrevistar a más personas dado que, tal como se indica en el punto anterior, se consideró que se alcanzó con los datos obtenidos la saturación teórica, que es el punto donde un aumento de la muestra no aporta elementos ni categorías a los resultados.

Con el fin de obtener información que no estén condicionadas las respuestas de los entrevistados, se sigue un protocolo de entrevista en profundidad semi-estructurada con un estilo flexible, para extraer y entender las experiencias desde la visión del entrevistado, todos ellos con larga trayectoria y experiencia en el sector de mantenimiento.

El guión de la entrevista que se preparó fue el siguiente:

Basándose en su experiencia superior a 10 años en el ámbito de la ingeniería del mantenimiento industrial, se pretende estudiar los factores en relación entre el desempeño de su función y el conocimiento adquirido y utilizado, contésteme a las siguientes preguntas:

- 1) *Cuando comenzó su trabajo en actividades de mantenimiento, ¿recuerda su tiempo de acoplamiento hasta ser totalmente operativo en su trabajo? ¿Dónde o cómo obtenía la información/conocimiento que necesitaba? ¿Cuál suele ser el tiempo de acoplamiento de otros nuevos compañeros?*
- 2) *¿Qué relación existe entre el conocimiento tácito (el que tiene usted en base a su experiencia y no está registrado en la organización) y las actividades de operación/explotación de las instalaciones e infraestructura?*
- 3) *¿Cómo se encuentra estructurada la información explícita en su organización para el desempeño de su trabajo en mantenimiento? ¿Qué virtudes y carencias observa en dicha información?*
- 4) *¿En qué medida afecta el nivel del conocimiento tácito a la resolución de fallos o paradas no programadas en dichas estructuras técnica?*
- 5) *¿Qué otros aspectos tácticos de la ingeniería del mantenimiento se ven afectados, por un alto componente de información tácita?*
- 6) *¿Cómo se puede medir el nivel de información no registrada o tácita?*
- 7) *¿Es posible la captura del conocimiento tácito y transformarlo en explícito útil?*
- 8) *¿En qué factor económico incide en la empresa?*
- 9) *¿Existe implicación de la dirección o gerencia de la empresa en la gestión del conocimiento en el ámbito de mantenimiento?*

Se realizaron las entrevistas de esta investigación entre los meses de Septiembre de 2010 hasta Diciembre de 2010, siendo grabadas (se tomaron 740 minutos de grabación en total) y transcritas (48.706 palabras), creándose códigos [16] basados en las respuestas obtenidas. Se utiliza la codificación in-vivo y la codificación focalizada. El análisis de los datos se realizó con la ayuda de la aplicación Atlas.ti 5.0 de la empresa ResearchTalk Inc.

4. RESULTADOS.

En este apartado se enumeran los diferentes elementos identificados en relación al conocimiento tácito, que actúan sobre las tareas y actividades normales de mantenimiento, y que marca la tendencia normal de estos departamentos en las empresas donde actúan.

4.1. Relación del conocimiento tácito al tiempo de acoplamiento de nuevo personal a la actividad de operación y mantenimiento de edificios industriales o de servicios

La totalidad de los entrevistados, da por hecho que se produce un tiempo de acoplamiento para el nuevo personal que se incorpora al servicio, que dependiendo de la empresa en la que trabajan (y su nivel de complejidad) oscila entre los 6 y 14 meses de media. Dicha consideración la observan en el seguimiento de nuevos compañeros que se han acoplado a la organización, así como en su experiencia en su propio periodo de acoplamiento: “[...]durante ese tiempo, los nuevos compañeros siempre van acompañando a técnicos con experiencia en el centro [...] y pasado ese tiempo comienzan a ser más independientes y autónomos[...]”. Ponen todos de manifiesto, que el problema fundamental es la gran complejidad de las instalaciones, y el desenvolverse con habilidad se produce cuando se acoplan al entorno en una gran instalación: “La documentación suele ser muy genérica, y el conocer donde están los puntos vitales, sólo se conoce con el tiempo y al moverse por las instalaciones [...]”.

Se pone de manifiesto en 14 de los 15 entrevistados, que la experiencia hace operativo a los técnicos (aún teniendo la formación académica adecuada), habiendo un alto componente de conocimiento tácito. Dicho tiempo repercute directamente en la operatividad de los técnicos noveles, y por consiguiente en un valor económico para la empresa, aunque se considera asumido por todos los componentes: “[...]siempre ha sido de esta manera[...]”. Estas repercusiones de operatividad y valor económico suponen un gran valor en empresas con alta variación de personal.

4.2. Relación del conocimiento tácito y operación/explotación de las instalaciones e infraestructuras.

Todos los componentes relacionan que las maniobras de operación de los equipos e instalaciones, las resuelven con mayor eficiencia y menor tiempo los componentes que tienen más experiencia en mantenimiento, y han sufrido más anécdotas y experiencias (un alto componente tácito): “[...] muchas de las maniobras o reposiciones de servicio son por fallos no controlados, la reposición suele ser rápida cuando conoces la disposición de los cuadros eléctricos o válvulas de maniobra, [...] el problema radica, en que muchas veces defectos que se solventarían en muy poco tiempo, minutos, se tarda varias horas en encontrar el elemento o la situación de maniobra, porque normalmente no suele ocurrir[...]”. Se observa que todas las experiencias operativas, son pocas veces informadas en detalle, para capturar la experiencia ante actuaciones, sólo en 8 de los 15 entrevistados, se comenta que se realiza una anotación breve en el programa de gestión de mantenimiento. Se manifiesta un alto componente de conocimiento tácito para la resolución efectiva de acciones operativas ante maniobras o fallos de equipos e instalaciones.

4.3. Relación del nivel del conocimiento tácito y la resolución de fallos o paradas no programadas en dichas estructuras técnicas.

Todos los entrevistados consideran que la resolución de averías en máquinas o instalaciones conlleva un alto grado de aprendizaje en el entorno donde desenvuelven su trabajo, en las zonas más críticas suelen operar los operarios con mayor experiencia (y un alto componente tácito): “[...]ante actuaciones de emergencia en una zona que normalmente no prestó el servicio, soluciones de varios minutos me ha costado horas resolverlo[...] esas experiencias le habrían ocurrido a algún compañero anteriormente, pero yo lo desconocía y no estaba registrado[...]”. Estas actuaciones de reposición de averías o paradas se da en mayor medida en empresas cuya área de actuación es muy extensa (empresas de distribución de energía eléctrica): “[...]hay veces que para hacer una maniobra de un seccionador de una línea eléctrica a 20 KV, el problema es encontrar la manera de llegar a dicho seccionador [...] no encontramos el camino de entrada para llegar a el[...] podemos llegar a tardar horas en una reposición, que se haría en minutos teniendo claro los puntos de acceso, o que lo hubiera comentado algún compañero que hubiese actuado anteriormente[...]”. En entornos industriales, el problema que se detecta es ante actuaciones esporádicas, que normalmente no se suelen dar y en esencia son críticas (maniobras de celdas de alta tensión, o cierre de válvulas generales), se denota la falta de transmisión de dichas experiencias por compañeros que en algún momento han vivido dichas experiencias: “[...]Hay veces que debo cambiar de área, y problemas de resolución trivial me pueden costar un 2000% de tiempo más de resolución, intento hablar con compañeros que les haya pasado[...]”. Se observa, que muchas de las actuaciones ante fallos críticos, se habrían resuelto con mayor rapidez si dicha información hubiera sido captada al personal que hubiera sufrido la experiencia anteriormente, y haciéndola explícita y transferida al resto de los componentes.

4.4. Aspectos tácticos de la ingeniería del mantenimiento que se ven afectados, por un alto componente de información tácita.

Todos las personas entrevistadas consideran como fundamentales además de la fiabilidad y operativa de explotación, en igual medida la mantenibilidad de las instalaciones y el control de la eficiencia energética. En todas estas acciones indican un alto componente tácito en su realización: “[...]Tenemos mucha documentación, pero es demasiado extensa, y hay veces que otra no la localizamos[...]debería estar más accesible, concisa y con nuestro punto de vista para la utilización práctica[...]”. De igual manera ante actuaciones de mantenimiento: “[...]normalmente actuamos en mantenimiento con nuestra experiencia, dado que el parte de trabajo es muy conciso, indicando sólo los puntos a revisar o acciones resumidas[...]compañeros nuevos, se acoplan

como ayudantes en los trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo, hasta que pasan unos meses y son operativos[...]. En la detección de acciones de mejora de eficiencia energética se detecta que muchas de las acciones pueden ser ejecutadas, aunque suele haber una descoordinación de la información entre áreas de mantenimiento: “[...]en algunas acciones de eficiencia deberíamos coordinar las acciones del equipo de mantenimiento mecánico que se encargan de los fluidos con los componentes de mantenimiento eléctrico[...]. Muchas acciones nos damos cuenta en que se podían haber ejecutado meses anteriores[...].”

Luego se detecta además de la fiabilidad y operación de las instalaciones y equipo, la mantenibilidad y eficiencia energética como acciones tácticas fundamentales. En todos estos trabajos se detecta un alto componente tácito.

4.5. Medición del nivel de información no registrada o tácita.

Se confirma por parte de todos los entrevistados, de la problemática de la medición cuantitativa de la relación de información tácita que dispone la organización. Depende de las personas y en ninguna organización existe un procedimiento formal para captura del conocimiento tácito útil y su transformación a explícito: “[...]normalmente la consulta de la información puesta al alcance por la empresa, se consulta en momentos puntuales de actuación, u ante una actuación fuera de lo normal[...]. Normalmente la planificación suele estar desfasada, o la información demasiado extensa. Se actúa muchas veces consultando a otros compañeros con más experiencia[...].” De una manera subjetiva, todos los entrevistados comentan que su nivel de relación entre la información tácita y la explícita útil que pueden utilizar, oscilan entre el 60 al 90% superior a la tácita. Todos consideran que es una tasa importante en la realización de su trabajo diario. De igual manera esa relación es diferente entre los mandos de mantenimiento, que por su formación y características organizativas de su puesto de trabajo, consideran que tienden a formalizar explícitamente muchas de sus acciones diarias, que en los técnicos operativos de planta, donde es menos normal la formalización de las experiencias, y por consiguiente, la tasa de conocimiento tácito es mayor. La tasa de conocimiento tácito, se da en mayor medida cuando el área de actuación de la actividad de mantenimiento es mayor: Ante grandes factorías u edificios muy grandes y complejos, y en mantenimiento de redes de distribución de energía donde el área de actuación puede ser un término municipal o mayor.

4.6. Posibilidad de captura del conocimiento tácito y transformarlo en explícito útil.

Todos los entrevistados confirman la dificultad de la captura de ese conocimiento tácito útil y estratégico: “[...]cuando se va a jubilar alguna persona de mantenimiento, el año anterior se acopla una nueva persona para transferir sus experiencias[...]. El problema resulta ante una baja repentina o continuada u ante una persona que abandona la empresa, no es posible transferir ese conocimiento a un nuevo compañero, se pierde ese saber hacer[...].” Para el tratamiento de la información, todos consideran el dotar de medios (en tiempo), y procedimientos técnicos que deben ser aprobados por los miembros de la organización para ser útiles. Algunas de las organizaciones tienen sistemas de tratamiento documental, pero consideran que son poco útiles para la captación de las experiencias diarias. También se ha identificado, que se ve la necesidad de formación sobre todo al personal operativo, y esa formación debe ser sobre sus áreas de trabajo. Una posibilidad barajada es la autoformación basada en las experiencias de los compañeros. Todos consideran el introducir la figura de un coordinador o gestor del conocimiento en mantenimiento, cuya misión sea la de coordinar y transmitir a todos los miembros la necesidad de capturar las experiencias operativas, y llevarlas a fin de una manera explícita. Dicho coordinador, de las conclusiones sacadas de la entrevista, debe tener formación técnica y larga experiencia en las labores de mantenimiento. Se debe fomentar y potenciar la participación de todos los miembros operativos de mantenimiento.

4.7. Factor económico incidencia en la empresa.

Se detecta entre todos los entrevistados, el valor económico del conocimiento, y más en concreto, las experiencias no transmitidas: “[...]en multitud de ocasiones, el no conocer una actuación de un compañero y como se ha resuelto, me ha costado mucho más tiempo en resolverlo[...]. Ese tiempo adicional cuesta a la empresa dado que es tiempo no productivo[...].” Este coste según se desprende de la investigación, está asumido por la empresa, no llegando a analizar el coste extra debido a la no eficiencia en la transmisión del conocimiento.

4.8. La implicación de la dirección o gerencia de la empresa.

El mantenimiento es valorado por la empresa como una labor de apoyo a la producción o al servicio, y en la mayoría de los entrevistados, como un gasto a asumir: “[...]los órganos de gerencia, sólo nos ven cuando existen problemas[...]. No se ve como un órgano táctico fundamental, y dotarlo de medios es complicado[...].” Se detecta el mejorar la información y la implicación a los órganos directivos de las empresas del valor táctico y estratégico de una adecuada sección de mantenimiento y las ventajas funcionales y económicas que se producirían con una adecuada gestión del conocimiento en dicha actividad.

4. DISCUSIÓN.

El mantenimiento industrial, siendo una de las actividades tácticas y estratégicas fundamentales de las empresas, tiene grandes carencias en cuanto a la gestión del conocimiento, y con una gran dependencia del conocimiento tácito de todos sus integrantes. En la tabla 2 se muestran un resumen de las principales implicaciones que dicho conocimiento tácito pueden tener para la organización, en base a los datos obtenidos en la investigación.

ACTIVIDAD ESTRATEGICA MANTENIMIENTO	COMPONENTE CONOC. TÁCITO	REPERCUSIÓN OBSERVADA
Acoplamiento personal	Muy elevado	Pérdida económica. Pérdida eficiencia
Operación/ explotación	Muy elevado	Repercusión en la producción o servicio
Fiabilidad	Muy elevado	Tiempos mayores de reposición. Valor económico por perdida producción
Mantenibilidad	Muy elevado	Pérdida eficiencia
Eficiencia energética	Elevado	Pérdida eficiencia Repercusión económica
Nivel información	Elevado	Perdida capital intelectual Valor sustitución personal
Repercusión económica	Puede tener una repercusión muy elevada	Puede afectar de una manera elevada ante acciones críticas o de emergencia
Relación con la gerencia	Se asumen los componentes tácitos en los trabajos de mantenimiento	Pérdida de capital intelectual. Perdida de recursos operativos Visión sesgada del valor estratégico.

Tabla 2: Implicaciones del conocimiento tácito en el mantenimiento industrial. Fuente: Elaboración propia.

Se extrae de la investigación, el alto componente tácito que tiene entre todos los componentes humanos de la actividad de mantenimiento, un valor que aún medido desde la visión subjetiva de los participantes se puede considerar que oscila entre el 50 y el 90%, dependiendo del área de actividad de la empresa y la extensión del área de trabajo. La tasa de conocimiento tácito, se da en mayor medida cuando el área de actuación de la actividad de mantenimiento es mayor: Ante grandes factorías u edificios muy grandes y complejos, y en mantenimiento de redes de distribución de energía donde el área de actuación puede ser un término municipal o mayor.

Esas experiencias operativas, que es un conocimiento interno que van acumulando todos los integrantes, y difícilmente transmitido, hace que en los periodos de acoplamiento de nuevo personal, transcurra un tiempo considerable hasta el acoplamiento y ser realmente operativo dicha persona. A parte de la pérdida operativa y económica que supone el acoplamiento de una nueva persona, el personal con experiencia debe utilizar parte de su tiempo en la formación de los nuevos integrantes, debiéndose valorar esto último desde una vertiente económica o falta de eficacia durante dichos procesos. Estas repercusiones de operatividad y valor económico suponen un gran valor en empresas con alta variación de personal.

Las experiencias operativas, son pocas veces informadas en detalle, para capturar la experiencia ante actuaciones. Se manifiesta un alto componente de conocimiento tácito para la resolución efectiva de acciones operativas ante maniobras o fallos de equipos e instalaciones.

Ante fallos críticos, se habrían resuelto con mayor rapidez si dicha información hubiera sido captada del personal que hubiera sufrido la experiencia anteriormente, y haciéndola explícita y transferida al resto de los componentes. Estas pérdidas en la eficiencia en tiempo en resolver acciones críticas, pueden tener un gran valor económico, dado que repercute a muchos estamentos de la empresa y en especial a la producción. Según datos extraídos de las entrevista y facilitados por los entrevistados, pueden suponer cantidades importantes.

La tasa de conocimiento tácito, es sensiblemente mayor entre el personal operario técnico que operan en las acciones habituales de mantenimiento que en los mandos e ingenieros de mantenimiento, que por su formación y características organizativas de su puesto de trabajo, consideran que tienden a formalizar explícitamente muchas de sus acciones diarias. Estos últimos documentan con mayor facilidad sus actuaciones, aunque se reconoce que el la mayor parte de su trabajo diario se basan en su propia experiencia vivida.

Es difícil la medición cuantitativa de la relación de información tácita que dispone la organización. Depende de las personas y en ninguna organización analizada existe un procedimiento formal para captura del conocimiento tácito útil y su transformación a explícito.

Se confirma la dificultad de la captura de ese conocimiento tácito útil y estratégico.

Para el tratamiento de la información, todos consideran el dotar de medios (en tiempo), y procedimientos técnicos que deben ser aprobados por los miembros de la organización para ser útiles. Algunas de las organizaciones tienen sistemas de tratamiento documental, pero consideran que son poco útiles para la captación de las experiencias diarias.

Se detecta la necesidad de formación sobre todo al personal operativo, y esa formación debe ser sobre sus áreas de trabajo. Una

posibilidad barajada es la autoformación basada en las experiencias de los compañeros.

Una figura clave sería la creación de la figura de un coordinador o gestor del conocimiento en mantenimiento, cuya misión sea la de coordinar y transmitir a todos los miembros la necesidad de capturar las experiencias operativas, y llevarlas a fin de una manera explícita. Dicho coordinador, de las conclusiones sacadas de la entrevista, debe tener formación técnica y larga experiencia en las labores de mantenimiento. Se debe fomentar y potenciar la participación de todos los miembros operativos de mantenimiento.

Se detecta entre todos los entrevistados, el valor económico del conocimiento, y más en concreto, las experiencias no transmitidas.

Este coste según se desprende de la investigación, está asumido por la empresa, no llegándose a analizar el coste extra debido a la no eficiencia en la transmisión del conocimiento.

Sería recomendable el mejorar la información y la implicación a los órganos directivos de las empresas del valor táctico y estratégico de una adecuada sección de mantenimiento y las ventajas funcionales y económicas que se producirían con una adecuada gestión del conocimiento en dicha actividad.

5. CONCLUSIONES

Las principales contribuciones de la investigación que se presentan en este artículo, y permiten entender la problemática del nivel de conocimiento tácito en las organizaciones de mantenimiento de las empresas, son:

- Se ha relacionado el nivel de conocimiento tácito que se manifiesta entre todos los miembros humanos integrantes de las organizaciones de mantenimiento que afectan a grandes edificaciones técnicas, extrayendo como conclusión, que tiene un componente elevado, y forma parte intrínseca de dicha profesión.
- Que al funcionar dicha organización con tan alto componente tácito, los tiempos de acoplamiento de nuevo personal o sustituciones, son elevados, transformándose dicho factor en una pérdida de eficiencia y en una pérdida de recursos económicos para la empresa.
- Ante actuaciones críticas o de emergencias, el no tener una adecuada gestión del conocimiento, conlleva unas pérdidas operativas importantes y como consecuencia económicas a la empresa. Se ve la necesidad de reducir la tasa de conocimiento tácito ante estas actuaciones, haciendo explícito dicha información. Se observa la conveniencia de un gestor del conocimiento dentro del mantenimiento.
- El coste económico que supondría la transformación del conocimiento tácito en explícito, podía ser analizado desde una visión rentable por parte de la empresa.

Es por ello fundamental la elaboración de un plan de mantenimiento detallado, completo e inteligible, que sea extensible a toda la vida útil del edificio [4] o planta industrial, teniendo en cuenta de una manera muy especial la captura del conocimiento tácito del personal técnico que lo opera [57], y que incide de una manera exponencial en la eficiencia de los servicios que deben prestar dichas infraestructuras.

La principal limitación de este estudio radica en que todos los miembros de las empresas entrevistados, tienen su área de trabajo en la Comunidad valenciana (España). El resultado podría ser extensible tanto a nivel nacional como internacional, dado que algunas de las empresas analizadas tienen presencia nacional como internacional.

Sería también conveniente continuar con la línea de investigación, realizando un análisis más profundo, teniendo en cuenta la relación de la gestión del conocimiento, en especial con sus misiones tácticas fundamentales, y el análisis cuantitativo que permitiera validar los estudios cualitativos observados.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente artículo, quieren mostrar su agradecimiento al editor y los evaluadores anónimos del presente artículo, por sus excelentes recomendaciones y consideraciones, que sin duda han ayudado a sintetizar y mejorar la exposición de una manera sustancial.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Amarilla B.A., "The costs of building maintenance in developing countries", *Informes de la Construcción*, Vol. 41 n.º 404, noviembre/diciembre, (1989), pp 73-79. doi:10.3989/ic.1989.v41.i404.1491
- [2] Zhuguo Li. "A new life cycle impact assessment approach for buildings. *Building and Environment*", 41 (2006), pp 1414-1422. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.034>
- [3] W.L. Lee, F.W.H. Yik, J. Burnett. Assessing energy performance in the latest versions of Hong Kong Building Environmental Assessment Method (HK-BEAM). *Energy and Buildings*, 39 (2007), pp 343-354. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.08.003>
- [4] Macías M; García Navarro J. "VERDE, a methodology and tool for a sustainable building assessment". *Informes de la Construcción*, Vol. 62, 517, 87-100, enero-marzo (2010), pp 87-100. doi:10.3989/ic.08.056
- [5] Stern PC, Aronsson E, editors. *Energy use: the human dimension*. New York: Freeman; 1984.
- [6] Polanyi M. *The Tacit Dimension*. University of Chicago Press. (1967)(2009 reprint)
- [7] Dhillon BS, Liu Y. "Human error in maintenance: a review", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 No. 1 (2006), pp. 21-36. DOI: 10.1108/13552510610654510
- [8] Marquez A.C., Gupta J.N.D. "Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars", *Omega, The International Journal of Management Science*, Vol. 34 (2006), pp. 313-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2004.11.003>
- [9] Hobbs, A. and Williamson, A., "Skills, rules and knowledge in aircraft maintenance: errors in context", *Ergonomics*, Vol. 45 No. 4 (2002), pp. 290-308. DOI:10.1080/00140130110116100
- [10] Jo, Y.-D. and Park, K.-S., "Dynamic management of human error to reduce total risk", *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, Vol. 16 No. 4 (2003), pp. 313-21. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230\(03\)00019-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230(03)00019-6)

- [11] Rankin, W., Hibit, R. and Sargent, R., "Development and evaluation of the maintenance error decision aid (MEDA), process", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 26 No. 2 (2000), pp. 261-76. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00070-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00070-0)
- [12] Sasou, K. and Reason, J., "Team errors: definition and taxonomy", *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 65 No. 1 (1999), pp. 1-9. [http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320\(98\)00074-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320(98)00074-X)
- [13] Wiegmann, D.A. and Shappell, S.A., "Human error analysis of commercial aviation accidents: application of the human factors analysis and classification system (HFACS)", *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Vol. 72 No. 11 (2001), pp. 1006-16. ADA417230
- [14] Ferdows, K., "Transfer of changing production know-how", *Production and Operations Management*, Vol. 15 No. 1 (2006), pp. 1-9. DOI: 10.1111/j.1937-5956.2006.tb00031.x
- [15] Charmaz, K. *Constructing grounded theory. A practical guide through qualitative analysis* SAGE, London. .2006.
- [16] Glaser, B. G.; Strauss, A. L. "The discovery of grounded theory", Aldine deGruyter, New York. 1967.
- [17] Eich, D., "A Grounded Theory of High-Quality Leadership Programs: Perspectives From Student Leadership Development Programs in Higher Education", *Journal of Leadership and Organizational Studies*, Vol. 15, n° 2 (2008), págs. 176-187. doi: 10.1177/1548051808324099
- [18] Douglas, D., "Grounded theory and the 'And' in entrepreneurship research ". *Electronic Journal of Business Research Methods*, Vol. 2, n° 2. (2004)
- [19] Partington, D. "Building grounded theories of management action". *British Journal of Management*, Vol. 11 . (2000), págs. 91-102. DOI: 10.1111/1467-8551.00153
- [20] Gonzalez Fernandez, F.J. "Mantenimiento industrial avanzado", Ed. Fundación Confemetal. (2003).
- [21] Zhou, X., Xi, L. and Lee, J. "Opportunistic preventive maintenance scheduling for a multi-unit series system based on dynamic programming", *International Journal of Production Economics*, Vol. 118 No. 2 (2009), pp. 361-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.09.012>
- [22] Sun, Y., Ma, L. and Mathew, J., "Prediction of system reliability for component repair", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 No. 2 (2007), pp. 111-24. DOI: 10.1108/13552510710753023
- [23] Pongpech, J., Murthy, D.N.P. and Boondiskulchock, R., "Maintenance strategies for used equipment under lease", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5 No. 4 (2006), pp. 287-95. 10.1108/13552510610654538
- [24] Oke, S.A., "An analytical model for the optimization of maintenance profitability", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 54 No. 2 (2005), pp. 113-136. DOI: 10.1108/17410400510576612
- [25] Vidal-Gomel, C. and Samurcay, R., "Qualitative analyses of accidents and incidents to identify competencies. The electrical systems maintenance case", *Safety Science*, Vol. 40 No. 6 (2002), pp. 479-500. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00016-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00016-9)
- [26] Tianqing, S.; Xiaohua, W.; Xianguo, M. "Relationship between the economic cost and the reliability of the electric power supply system in city: A case in Shanghai of China". *Applied Energy* 86 (2009). PP 2262-2267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.12.008>
- [27] Pintelon, L., Kumar, P.S. and Vereecke, A., "Evaluating the effectiveness of maintenance strategies", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 No. 1 (2006), pp. 7-20. DOI: 10.1108/13552510610654501
- [28] Eti, M.C.; Ogaji, S.; Probert, S. "Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture". *Applied Energy*. 83 (2006). pp 1235-1248. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2006.01.002>
- [29] Al-Najjar, B. and Alsyouf, I., "Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making", *International Journal of Production Economics*, Vol. 84 No. 1 (2003), pp. 85-100. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00380-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00380-8)
- [30] Alardhi, M. and Hannam, R.G., "Preventive maintenance scheduling for multi-cogeneration plants with production constraints", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 No. 3 (2007), pp. 276-92. DOI: 10.1108/13552510710780294
- [31] Chien, Y.H. and Chen, J.-A., "Optimal spare ordering policy for preventive replacement under cost effectiveness criterion", *Applied Mathematical Modeling*, Vol. 34 No. 10 (2010), pp. 716-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2009.06.017>
- [32] Wiig, K., "Integrating Intellectual Capital and Knowledge Management". *Long Range Planning*, 30(3) (1997), 399-405. [http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)90256-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301(97)90256-9)
- [33] Camelo, C., "La Estrategia de la Diversificación Interna: Una aproximación desde la Teoría basada en el Conocimiento". Madrid: Biblioteca Civitas Economía y Empresa. 2000
- [34] Goel, H.D., Grievink, J. and Weijnen, M.P.C., "Integrated optimal reliable design, production, and maintenance planning for multipurpose process plants", *Computers & Chemical Engineering*, Vol. 27 No. 11 (2003), pp. 1543-55. [http://dx.doi.org/10.1016/S0098-1354\(03\)00090-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0098-1354(03)00090-5)
- [35] Jin, X., Li, L. and Ni, J., "Option model for joint production and preventive maintenance system", *International Journal of Production Economics*, Vol. 119 No. 2 (2009), pp. 347-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.03.005>
- [36] Liu, J. and Yu, D., "Evaluation of plant maintenance based on data envelopment analysis", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 10 No. 3 (2004), pp. 203-9. DOI: 10.1108/13552510410553253
- [37] Grant, R.M., "Toward a knowledge-based theory of the firm". *Strategy Management Journal*, 17(Winter special issue) (1996), 109-122.
- [38] Kogut, B. y Zander, U., Knowledge of the firm: combinative capabilities, and the replication of technology. En L. Prusak (ed) *Knowledge in Organizations. Resources for the Knowledge Based Economy*. 1992.
- [39] Zapata, L., "La Gestión del Conocimiento en Pequeñas Empresas de Tecnología de la Información: Una Investigación Exploratoria", *Document de treball núm. 2001/8, DEE UAB*. 2001.
- [40] Nonaka, I., Takeuchi, N., "The Knowledge Creating Company". Oxford University Press. 1995.
- [41] Choo, C. W., "La Organización Inteligente". Oxford University Press, México. 1999.
- [42] Mora, A., "Mantenimiento estratégico para empresas de servicios e industriales", AMG. 2005.
- [43] Alsyouf, I., "The role of maintenance in improving companies productivity and profitability", *International Journal of Production Economics*, Vol. 105 No. 1 (2007), pp. 70-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.057>
- [44] Garg, A. and Deshmukh, S.G., "Maintenance management: literature review and directions", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 No. 3 (2006), pp. 205-38. DOI: 10.1108/13552510610685075
- [45] Crespo Marquez, A. and Gupta, J., "Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars", *Omega*, Vol. 34 No. 3 (2006), pp. 313-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2004.11.003>
- [46] Sheu, S., Lin, Y. and Liao, G., "Optimal policies with decreasing probability of imperfect maintenance", *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 54 No. 2 (2005), pp. 347-57. DOI: 10.1109/TR.2005.847252
- [47] Hui, E. and Tsang, A., "Sourcing strategies of facilities management", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 10 No. 2 (2004), pp. 85-92. DOI: 10.1108/13552510410539169
- [48] McKone, K. and Weiss, E. (2002), "Guidelines for implementing predictive maintenance", *Production and Operations Management*, Vol. 11 No. 2, pp. 109-24. DOI: 10.1111/j.1937-5956.2002.tb00486.x
- [49] Cassidy, C.R., "Selective maintenance modeling for industrial systems", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 7 No. 2 (2001), pp. 104-17. DOI: 10.1108/13552510110397412
- [50] Pinjala, S., Pintelon, L. and Vereecke, A., "An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies", *International Journal of Production Economics*, Vol. 104 No. 1 (2006), pp. 214-29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.12.024>
- [51] Tarakci, H., Tang, K. and Teyarachakul, S., "Learning effects on maintenance outsourcing", *European Journal of Operational Research*, Vol. 192 No. 1 (2009), pp. 138-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.09.016>

- [52] Tsang, A., "Strategic dimensions of maintenance management", *Journal of Quality on Maintenance Engineering*, Vol. 8 No. 1 (2002), pp. 7-39. DOI: 10.1108/13552510210420577
- [53] Strauss, A.; Corbin, J L.. "Bases de la investigación cualitativa"., U. Antioquia, 2ª ed. 1998.
- [54] Pace, S.: "A grounded theory of the flow experiences of Web users". *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 60, nº. 3 (2004), págs. 327-363. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.08.005>
- [55] Cutcliffe, J. "Adapt or Adopt: Developing and Transgressing the Methodological Boundaries of Grounded Theory". *Journal of Advanced Nursing*, 21 (4) (2005): 421. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03514.x
- [56] Sanz, J.; Cuadros, F; López, F. "Analysis on the performance of an administrative building with high energy rating". *DYNA Energía Y Sostenibilidad*. Mayo (2012), Pp 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/ES1002>
- [57] Cárcel, F.J; Roldán, C. "Principios básicos de la Gestión del Conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: Un estudio cualitativo". *Intangible capital*. (2013), 9 (1):91-125. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.341>.
- [58] Argote, L., Mcevily, B., and Reagans, R. Managing. "knowledge in organizations: An integrative framework and review of emerging themes". *Management Science*, (2003). 49(4), 571-582. DOI: 10.1287/mnsc.49.4.571.14424
- [59] Argote, L.; Ingram, P. "Knowledge transfer: A basis for competitive advantage in firms". *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, . (2000). 82(1): 150-169. DOI:10.1006/obhd.2000.2893.
- [60] Leonard, D.; Swap, W. "Deep Smarts: How to Cultivate and Transfer Enduring Business Wisdom". Boston: Harvard Business School Press, (2005). 304 pp. ISBN 1-59139-528-3.