



## **Gestión de la calidad del mantenimiento para el uso y explotación del equipamiento minero de la UEB–Obras Ingenieras ECRIN\***

**Yainelis Carmenates Vidal**

Especialidad: Ingeniería en Minas

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

**Resumen:** Se analizó la disponibilidad técnica de los equipos mineros de la UEB-Movimiento de Tierra de Obras Ingenieras ECRIN. Se analizaron los procedimientos relacionados con las deficiencias detectadas del Sistema de Gestión de la Calidad del mantenimiento. Se propusieron mejoras para cada procedimiento con el propósito de superar estas insuficiencias para perfeccionar los procedimientos de la gestión de la calidad del mantenimiento del equipamiento minero en función de asegurar su uso y explotación. Las propuestas de mejoras permiten que los equipos mineros estén disponibles durante toda su etapa de explotación, elevando la calidad en sus servicios.

**Palabras clave:** gestión de la calidad; equipamiento minero; mantenimiento.

---

\* Trabajo tutorado por el Dr. C. Roberto L. Watson Quesada y la Ing. Grisel Martínez Hernández.  
Recibido: 10 junio 2015 / Aceptado: 31 marzo 2016.

## **Maintenance quality assurance for the operation of mining equipment in ECRIN Basic Entrepreneurial Unit-Engineering Works**

**Abstract:** An analysis indentifying the problems related to the operating availability of the UEB mining equipment was carried out. It also covered an analysis of the procedures in place and the deficiencies identified in the Maintenance Quality Assurance System. It proposes the implementation of action items suited to each procedure for improvement. The objective is to eliminate the insufficiencies to improve the mining equipment maintenance quality assurance system so as to ensure equipment operation. The proposed improvements will result in increased mining equipment operating availability during its useful life and therefore a better service quality.

**Key words:** Quality Assurance; mining equipment; maintenance.

## Introducción

Una gestión de calidad del mantenimiento en equipamientos incluye planificación, organización y control del funcionamiento, la obtención de la calidad deseada requiere el compromiso y la participación de todos los miembros de la empresa, entendiendo como tal el conjunto de estructura, organización, responsabilidades, procesos, procedimientos y recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad.

El equipamiento minero ha sido motivo de estudio constante por su importancia en la explotación de minerales (Multan, 2011; Legrá, 2012; Ferrer, 2015). Su cuidado, conservación y mantenimiento es fundamental para el funcionamiento de la empresa y para el cumplimiento de los planes de producción.

Autores como García, Belete y Ulloa (2013), Garrido (2010) y Ventura (2015) abordan la importancia del mantenimiento preventivo y la gestión de la calidad de los equipos mineros para lograr mayor eficiencia en los mismos, aumentar los volúmenes de producción y mantener la competitividad de las empresas. Esto asegura la confiabilidad y la funcionalidad de los equipos en el proceso minero.

La Gestión del Mantenimiento se orienta a la búsqueda de metas comunes que deben ser desarrolladas y entendidas con el fin de reducir las restricciones, cuya consecución será el éxito de la Empresa. Se basa en la existencia de la conformidad de la calidad de los procesos y la aceptación de los resultados obtenidos, todo bajo el concepto de la Excelencia en la Organización (Becerra, 2005).

La UEB-Movimiento de Tierra de Obras Ingenieras ECRIN contaba con los equipos propios de la empresa y los del Leasing, ambos debían de mantener una alta disponibilidad técnica, así como garantizar una prolongada vida útil. Los mantenimientos ejecutados por la UEB-ECRIN no siempre garantizaban las piezas, partes o el financiamiento en tiempo y forma; sin embargo los del Leasing eran financiados por la entidad poseedora del contrato, los cuales siempre cumplieron con el mantenimiento ya que formaba parte de lo contratado. La situación actual es que todos los equipos pasan a ser propios de la empresa, por lo que ocurre la situación antes descrita: se presentan dificultades en el mantenimiento para su uso y explotación.

De ahí la necesidad de caracterizar la gestión de la calidad del mantenimiento que permita mejoras en la disponibilidad de los equipamientos. Es por eso que el objetivo de este trabajo es perfeccionar la gestión de la calidad del mantenimiento que asegure el uso y explotación del equipamiento minero de la UEB Obras Ingenieras de la ECRIN.

### **Características de la empresa**

La Empresa Constructora y Reparadora de la Industria del Níquel (ECRIN) fue creada en noviembre de 1974 y su objeto social es brindar servicios de construcción, montaje, desmontaje, remodelación, reparaciones y mantenimiento a la industria así como servicios de laboratorio para ensayos, diagnósticos, topografías y de toma de muestra para la caracterización del suelo.

La empresa tiene la misión de garantizar los trabajos de construcción y reparaciones, de manera competitiva, que demanden la industria del níquel y la infraestructura social de la región, con personal calificado y tecnología de avanzada. Brinda servicios de: obras ingenieras, montaje industrial, reparaciones capital y mantenimiento, construcción civil, protección anticorrosiva y laboratorio para ensayos de: hormigón, cemento, áridos y defectoscopia (rayo x, líquidos penetrantes, medición de espesores e inspección visual) (Brunet & Alfonso, 2010).

### **Política de calidad**

La Empresa de Construcción y Reparaciones de la Industria del Níquel ha definido una política de calidad en conformidad con la norma NC ISO 9001 con el compromiso de cumplir los requisitos del cliente y satisfacer plenamente sus necesidades y expectativas, brindándole servicios con calidad, de montaje, reparación y mantenimiento industrial, servicios de ensayos de defectoscopia, de protección anticorrosiva y otros servicios internos. Para ello se cuenta con personal calificado, competente y con experiencia en los procesos y actividades, comprometidos con el cumplimiento de los requisitos de la norma y de documentos legales, reglamentarios y normativos aplicables, garantizando la seguridad y protección de los trabajadores, el cuidado del medio ambiente, disminución de la contaminación y los riesgos asociados a los procesos y actividades.

La UEB está compuesta por dos sectores productivos: el sector 1 y sector 2. El primero se dedica a ejecutar trabajos de movimiento de tierra, entre los cuales podemos

mencionar: el vial de la Central Diesel Eléctrica, la plataforma para la subestación de la misma y las dos bases (plataforma) de los tanques de combustible del Oleoducto Terrestre; el segundo sector siempre se ha dedicado a prestar servicio a la presa de cola de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

Las operaciones que se realizan en los diferentes mantenimientos se ejecutarán con las especificidades de los diferentes equipos, marcas y modelos según los agregados y aditamentos, pero siempre en función del concepto que enmarca la operación de mantenimiento.

Mantenimiento Técnico Diario (MTD):

Mantenimiento Técnico de Lubricación (MTL): Comprende un grupo de operaciones de ajuste, regulaciones, apriete y revisión de lubricantes y líquidos de trabajo, además del fregado general y engrase a presión. La frecuencia de ejecución está determinada por la ubicación del equipo dentro de los ciclos.

Mantenimiento Técnico # 1: Coincide en todos los ciclos con la frecuencia de cambio de aceite del motor; comprende también operaciones de ajuste, regulación, apriete y revisión de niveles de lubricantes de la transmisión y líquidos de trabajo, además del fregado y engrase a presión.

Mantenimiento Técnico # 2: Coincide con todos los ciclos con la frecuencia de cambio de los aceites de transmisión y motor, además de operaciones de ajuste, regulación, apriete y revisión de agregados menores del motor. Incluye también el cambio de bandas de frenos y el reempaque de rodamientos de los cubos de rueda y la prueba de funcionamiento del equipo en general.

### **Caracterización del comportamiento del equipamiento**

Para el análisis de la disponibilidad técnica de los equipos haremos una valoración del comportamiento de los equipos de los meses de enero a diciembre, correspondiente al año 2014, en ambos sectores de la UEB, que a continuación se presenta:

En el mes de enero varios equipos han estado fuera de explotación por reparaciones, paralizados en el taller por roturas imprevistas, la falta de piezas de repuesto, neumáticos y baterías. Estos equipos son camiones volteo: CV-162, CV-164, CV-165,

CV-171, CV-03, CV-08 y equipos pesados como: el cargador CN-01, la motoniveladora MN-01, el compactador CI-14 y los buldóceres BE-52, BE-01, BE-02, debido a los incumplimientos y demoras de los equipos para entrar en fecha al mantenimiento.

### **Estado del equipamiento**

A través del análisis del comportamiento del equipamiento de la UEB-Obras Ingenieras de la ECRIN se pudo apreciar que ambos sectores presentan dificultades para el cumplimiento de su disponibilidad técnica, reincidiendo consecutivamente los mismos equipos en los meses comprendidos de enero a diciembre.

- En los primeros cinco meses, los camiones volteo: CV-161, CV-162, CV-165, CV-171, CV-03.
- Durante ocho meses, la excavadora ZJA-01, el jeep JP-242 y la motoniveladora MN-01.
- Todo el año se encontraron paralizados: el camión volteo CV-08, el cargador CN-01, el compactador CI-14, los buldóceres BE-52, BE-01 y el taller móvil TM-01.

### **Identificación de los problemas existentes en la UEB-Mantenimiento**

- Incumplimiento del plan mensual de reparaciones.
- Demora de los contratos de inversiones (piezas de repuesto). Los contratos los realiza la Unidad Básica de Abastecimiento del Níquel UBAN no la UEB, mas no existe relación contractual entre ellas.
- Incumplimiento por parte de los proveedores para la llegada a tiempo de los productos contratados (piezas de repuesto, insumos, componentes y agregados); no se demuestra la existencia de demandas o denuncias por demora en el cumplimiento.
- Equipos que permanecieron durante largos períodos paralizados por falta de piezas en el taller y que afectan el indicador de disponibilidad técnica.
- No está contemplado el mantenimiento en los frentes, lo que provoca pérdida de tiempo.

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) implementado en la ECRIN abarca todas las actividades de prestación de servicios/productos que desarrolla. Este sistema tiene como demanda la certificación del SGC, según la NC-ISO 9001, en etapa inicial, con alcance a los procesos de montaje, reparación y mantenimiento industrial en las UEB

de Montaje y UEB de Reparación Capital. La ECRIN tiene identificado los procesos fundamentales vinculados con el SGC y la interacción entre ellos; en tal sentido, cada área tiene definido su estructura funcional, los procesos que en ella se generan, con entidades y salidas, las responsabilidades en cada proceso y la interacción con otros procesos.

La estructura de la documentación del SGC está compuesta por:

- Política de la calidad
- Manual de calidad
- Procedimientos mandatarios
- Procedimientos generales, específicos e instrucciones
- Registros

Política de la calidad: esta política establece el compromiso de toda la empresa con la gestión, el aseguramiento de la calidad de la producción y el suministro de sus servicios y productos, definiendo los objetivos de calidad a seguir por directivos y trabajadores en la organización. Esta se aprueba en el Consejo de Dirección de la Empresa.

Manual de calidad: en este se define el alcance del SGC, la interacción de los procesos, la política de la calidad, los procedimientos documentados establecidos para el SGC, la documentación del SGC de la ECRIN, la revisión por la dirección, el control de la revisión por la dirección, la propiedad del cliente, y la documentación legal, reglamentarias y normativas vigentes aplicables.

Procedimientos mandatarios: son aquellos donde se establecen cómo se desarrollan las actividades propias de la empresa, acorde a las cláusulas de la NC ISO 9001. Se detalla, además, quienes son los responsables y los registros para documentar estas. Estos se aprueban en el Consejo de Dirección de la Empresa.

Procedimientos generales: son aquellos que describen los procesos que por sus características, importancia o magnitud se hace necesaria su implementación en varias o todas las áreas de la empresa. Estos se aprueban en el Consejo de Dirección de la Empresa.

Procedimientos específicos e instrucciones: se detallan las formas de realizar los procesos, de acuerdo a las normas, leyes o regulaciones específicas de cada actividad, incluyendo: secuencia de realización, equipos, materiales a utilizar y criterios de aceptación, etc., así como los responsables de la realización del proceso y los registros a implementar. Estos se aprueban en el Consejo de Dirección de cada área que lo elabora.

Registros: Los registros del SGC muestran los resultados obtenidos o proporcionan evidencia que indica que se están realizando las actividades establecidas en los procedimientos documentados e instrucciones de trabajo. Sirve para demostrar que el producto o servicio ha sido desarrollado de acuerdo con los requerimientos preestablecidos. Muestra la efectividad o no del sistema implementado.

La figura 3 muestra un esquema de la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

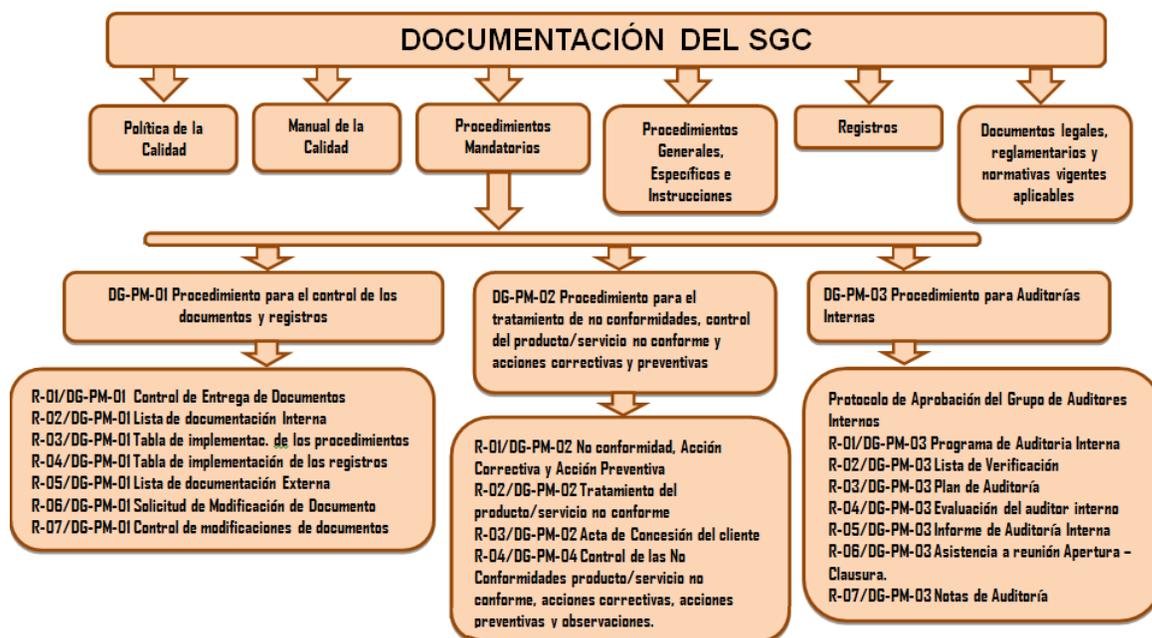


Figura 3. Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

El Sistema de Gestión de la Calidad del mantenimiento está compuesto por los siguientes procedimientos:

1. Procedimiento para la actualización de los expedientes de equipos
2. Procedimiento para la elaboración y aplicación de la política de mantenimiento.

3. Procedimiento para la celebración del consejo.
4. Procedimiento para investigar, evaluar, registrar y controlar averías.
5. Procedimiento para la solicitud, asignación, control de explotación y entrega a materia prima de las baterías.
6. Procedimiento para elaborar y controlar el plan anual de mantenimiento preventivo planificado por especialidades.
7. Procedimiento para elaborar el plan anual de inspección técnica a los mantenimientos.
8. Procedimiento para elaborar el plan anual de fabricación y recuperación de piezas de repuesto.
9. Procedimiento para elaborar el plan anual de presupuesto de gastos.
10. Procedimiento para elaborar el plan mensual operativo de mantenimiento.
11. Procedimiento para elaborar el plan anual de lubricación.
12. Procedimiento para la programación del mantenimiento de oportunidad a equipos fundamentales.
13. Procedimiento para el control diario de las programaciones elaboradas.
14. Procedimiento para el chequeo y análisis de la existencia de los recursos materiales previo a la programación de los trabajos.
15. Procedimiento para elaborar la solicitud de los recursos materiales y piezas de repuesto.
16. Procedimiento para el control de las contrataciones con terceros para servicios de mantenimiento y reparaciones de equipos.
17. Procedimiento para la recepción de equipos para mantenimiento o reparación.
18. Procedimiento para entrega de equipos a producción una vez reparados.
19. Procedimiento para la reparación de la condiciones previo al inicio de los trabajos de mantenimiento.
20. Procedimiento para la supervisión y control antes, durante y una vez terminados los trabajos de mantenimiento.
21. Procedimiento para establecer las coordinaciones que se requieran entre las especialidades de mantenimiento.
22. Procedimiento para la emisión y recepción de solicitudes de trabajos de mantenimiento.
23. Procedimiento para la emisión de órdenes de trabajo.
24. Procedimiento para elaborar el informe técnico de reparaciones.
25. Procedimiento para actualizar los ciclos de mantenimiento.

26. Procedimiento para elaborar el plan anual de inversiones de medios propios.
27. Procedimiento para el control y registro del cumplimiento de cada uno de los planes elaborados.
28. Procedimiento para determinación, comparación e información de indicadores y coeficientes que caracterizan la efectividad del mantenimiento.
29. Procedimiento para la implantación de los índices de consumo material y los máximos y mínimos de inventarios.
30. Procedimiento para los equipos en espera de piezas de repuesto.
31. Procedimiento para el destino final de las partes y piezas de equipos.

### **Procedimientos relacionados con las deficiencias detectadas**

#### **Procedimiento para la actualización de los expedientes de equipos**

En este procedimiento está establecido que los técnicos del taller tienen que tener actualizado la ficha técnica y la revisión técnica de los equipos cada dos años, esto no permite tener una visión actualizada del estado de los equipos, lo que a su vez atenta contra el control operativo de la disponibilidad técnica.

#### **Procedimiento para la elaboración y aplicación de la política de mantenimiento**

Este procedimiento no se cumple ya que está establecido alcanzar la máxima efectividad del mantenimiento en un período determinado, pues se observó que varios equipos no se encuentran aptos para la realización de las actividades porque no se proporcionan los recursos necesarios para darle cumplimiento a esta política y sus objetivos. Tampoco se especifica cómo capacitar a los cuadros, técnicos y obreros para elevar la eficiencia de los mantenimientos.

#### **Procedimiento para la solicitud, asignación, control de explotación y entrega a materia prima de las baterías**

En esta actividad no está implícita la fecha para la entrega en tiempo y forma para las solicitudes de baterías del año, así como el control para la solicitud y adquisición mediante el comprador de la UEB porque no está reglamentado dentro de este procedimiento, por lo tanto no se pudo garantizar la entrega de las baterías. En el procedimiento no se contempla las medidas cuando hay ausencia de este producto, ni

el seguimiento de inspecciones técnicas para comprobar el estado en que se encuentran las baterías en explotación. No está contemplado el control con la Empresa Importadora del Níquel sobre las entregas de las ofertas de las solicitudes formuladas en el plan de baterías para el año siguiente.

### **Procedimiento para elaborar el plan anual de fabricación y recuperación de piezas de repuesto**

En este procedimiento se detecta insuficiencia en la cantidad de las ofertas pedidas para que se garanticen las piezas necesarias para la ejecución de los mantenimientos, reparaciones e inversiones, la cual atenta con la calidad de los servicios.

### **Procedimiento para establecer las coordinaciones que se requieran entre las especialidades de mantenimiento**

En este procedimiento existe deficiencia para la coordinación de las actividades entre especialistas de mantenimientos pues no está contemplada la fecha, ni la supervisión de la realización de las reuniones de los jefes de taller; tampoco se toman como referencias las tareas de mayor tiempo de ejecución en las actividades de mantenimiento.

### **Procedimiento para los equipos en espera de piezas de repuesto**

En este procedimiento no se tiene en cuenta el mantenimiento de lubricación de forma sistemática a los equipos que se encuentran en el área de espera de piezas de repuesto.

### **Propuestas de mejoras**

Para mejorar el procedimiento para la actualización de los expedientes de equipos se considera que la actualización se debería realizar mensualmente para tener un control más estricto del estado en que se encuentran los equipos, donde se recoja la cantidad de combustible que consumió, los cambios de neumáticos, baterías, partes y piezas que fueron cambiadas y la frecuencia de los mantenimientos.

Procedimiento para la elaboración y aplicación de la política de mantenimiento, primeramente para el cumplimiento de esta política: se sugiere tener contemplado

planes de formación y capacitación en los diferentes sectores de la UEB y así estén aptos para darle solución a cualquier roturas de los equipos, por lo que los obreros, técnicos y cuadros deben capacitarse mediante cursos o talleres que permitan la actualización de los conocimientos en referencia a las diferentes maquinarias y puedan realizar las operaciones mecánicas en todas las marcas y modelos de equipos asegurando la disponibilidad de estos.

Procedimiento para la solicitud, asignación, control de explotación y entrega a materia prima de las baterías: se considera que para que el producto llegue a tiempo se solicitaría el pedido con tres meses de antelación a partir del 1ro de septiembre, luego de un estudio de las características y especificaciones de cada equipo y modelos de baterías de las solicitudes para el plan anual, con la cantidad de baterías necesarias, realizada con el análisis de los técnicos de talleres y se debe responsabilizar al especialista de baterías para el seguimiento de estas solicitudes, asegurando que se reciban dentro de ese plazo este producto. Una vez recibidas las baterías, a las que están en explotación se les deben realizar inspecciones técnicas diarias para comprobar el estado técnico y corregir si presentan defectos en su funcionamiento. También se sugiere que se contemple el control de la Empresa Importadora del Níquel sobre el abastecimiento de las ofertas que se soliciten.

Procedimiento para elaborar el plan anual de fabricación y recuperación de piezas de repuesto: se sugiere que antes de confeccionar los listados de módulos se revise una vez más, con los técnicos de talleres, la cantidad de piezas suficientes que hacen falta para cumplir con el plan de fabricaciones en función del índice de roturas y afectaciones.

Procedimiento para establecer las coordinaciones que se requieran entre las especialidades de mantenimiento: se sugiere que se realice una revisión a este procedimiento, donde se le incluya la responsabilidad a un personal calificado para la supervisión de las reuniones con los jefes del taller, programadas con una fecha, y se tengan en cuenta las actividades de mantenimientos de llevan muchas horas de realización.

Procedimiento para los equipos en espera de piezas de repuesto: se sugiere que en este procedimiento se incluya el mantenimiento de lubricación, donde especifique el tipo de grasa o lubricantes a emplear en los diferentes equipos que se encuentren en

espera de piezas de repuesto para la conservación de estos, mientras lleguen las piezas.

## Conclusiones

El análisis del comportamiento de la disponibilidad técnica permitió identificar las causas que afectan el estado técnico de los equipos, estas son: la falta de piezas, partes y agregados.

Existen equipos que han estado fuera de servicio durante todo el año por falta de piezas, partes y agregados que no dependen de la UEB objeto de estudio, sino de la organización de la gestión del mantenimiento y el orden de prioridad a nivel de empresa.

Con el análisis de los procedimientos del Sistema de Gestión de la Calidad del mantenimiento referentes a los problemas identificados se detectó que existen deficiencias que afectan la disponibilidad de los equipamientos y se elaboró una propuesta de mejoras.

Las propuestas de mejoras establecidas para cada procedimiento permitirán superar las insuficiencias propias del sistema de gestión y lograr que la disponibilidad técnica garantice la explotación de los equipos durante su etapa de servicio.

## Referencias bibliográficas

- BECERRA, F. 2005: Gestión del Mantenimiento. *Documento en línea. S/c. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/GestionBecerra.pdf>*
- BRUNET, I. & ALFONSO, D. 2010: Lógica difusa aplicada a la toma de decisiones. *Ingeniería Industrial* 31(1): 1-5
- FERRER, B. 2015: Mantenimiento preventivo en reductor de velocidad de grúas indias de extracción de mineral. *Ciencia & Futuro* 5(1): 68-89.
- GARCÍA, M. I.; BELETE, O. & ULLOA, M. 2013: Influencia del cumplimiento de los servicios técnicos de la contratación en el rendimiento de equipos mineros. *Minería y Geología*. 29(3): 65-86.

GARRIDO, S. G. 2010: *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de Santos.

LEGRÁ, Y. 2012: Análisis del potencial productivo del equipamiento minero de la empresa Ernesto Che Guevara. *Ciencia & Futuro* 2(4): 39-48.

MULTAN, C. 2011: Evaluación de la efectividad del equipo de arranque utilizado en los trabajos de minería en la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. *Ciencia & Futuro* 1(2): 21-26

NORMA I. S. O. 9001: 2008: Sistema de Gestión de la Calidad.

VENTURA, M. 2015: Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo* 18(1): 57-67.

VILLANUEVA, R. 2011: Sistema de procedimientos para la determinación de las competencias laborales en la Empresa Constructora y Reparadora de la Industria del Níquel. *Ciencia & Futuro* 1(4): 88-99.