

Sistema de Información para Monitoreo de neumáticos del área de despacho (Dispatch), en una Compañía Minera

Elard Leonel Vargas Cueto, Angel Hermoza Salas

elardvargas@hotmail.com, angelhermosasalas@yahoo.es

Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima – Perú

Resumen: *En este artículo, se busca implementar una solución adecuada para el monitoreo de neumáticos en tiempo real de la flota de camiones de una compañía minera. La operación exitosa de un centro minero representa un verdadero reto, por dos razones importantes: asegurar cero accidentes de trabajo y que sea productiva reduciendo costes de operación. Para lograr esto, la aplicación de tecnología de punta se convierte en un pilar fundamental. Con ella, podemos mejorar los procesos, generar valor y hacer la empresa más rentable. Se va a describir el proceso de implementación de esta solución tanto en hardware como en software, y se dará a conocer la experiencia obtenida durante el periodo de implementación hasta su puesta en marcha.*

Palabras clave: *Flujo de información, administración de información dinámica, toma apropiada de decisiones, monitoreo en tiempo real, tiempo de vida*

Abstract: *This paper wants to implement an appropriate solution for real-time monitoring tire fleet of trucks for a mining company. Today, a successful mining operation represents a real challenge, for two important reasons: One ensure zero accidents and two productive by reducing operating costs. To accomplish this, the application of technology becomes an essential pillar; with it we can improve processes, create value and make the company more profitable. With this document we seek to describe the process of implementing this solution, both hardware and software, and describe our experience gained during the implementation to deployment phase.*

Keywords: *Information flow, dynamic information management, making appropriate decision, real time monitoring, lifetime.*

1 Introducción

La información permite conocer los procesos y la productividad de una empresa. Es importante saber administrar esta información, ya que en base a ella podremos tomar decisiones acertadas en favor de la organización [Peña02]. Para monitorear el estado de neumáticos de una flota de camiones de una compañía minera, es necesario contar con un sistema en tiempo real que envíe información del estado de neumáticos a un servidor, y alerte si un neumático requiere cambio o revisión. Esta información es monitoreada por un Ingeniero despachador del área de mantenimiento.

En esta compañía minera, se viene registrando la información manualmente, es decir, el operador del camión realiza un chequeo rápido de los neumáticos basado en la observación. Si detecta un daño físico, inmediatamente comunica al despachador de mantenimiento, vía radio, y éste a su vez se contacta con el área responsable de atender el problema. El personal encargado de dar soporte a los neumáticos también realiza inspecciones en campo. Para ello, se acercan al taller o a un parqueo autorizado y revisan el camión por el lapso de 30 minutos. En este periodo, miden la presión, temperatura y verifican el desgaste del neumático.

La información se registra manualmente, y está sujeta a errores del despachador y operador del vehículo, además de tomar más tiempo para generar reportes, la información no es fidedigna porque el operador podría equivocarse al hacer su diagnóstico. Con la implementación del monitoreo de neumáticos en tiempo real, se busca mejorar el proceso de cambio de un neumático, prevenir daños, mejorar el tiempo de atención

ante una falla, alargar tiempo de vida del neumático, y asegurar la continuidad de la operación.

El resto de este paper está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se muestra la sección de trabajos previos, la sección 3 describe la teoría del dominio, la sección 4 trata de la adaptación y propuesta de la solución y en la sección 5, se describen los resultados obtenidos y en la sección 6, se ofrecen alguna conclusiones y trabajos futuros.

Problemática

En esta Compañía Minera, se cuenta con 80 camiones de acarreo. Se lleva un registro manual del estado de neumáticos, para su control se sigue el siguiente procedimiento:

- El operador del camión debe observar el estado de las 6 neumáticos del camión antes de operar el vehículo, si existen cortes deben ser informados al despachador de mantenimiento.
- El personal del área de neumáticos realiza inspecciones cada 2 días en toda la flota, para ello paran el camión por el lapso de 30 minutos, revisan las presiones, temperatura y desgaste del neumático. Si algún camión presenta un neumático dañado se marca con una cinta roja y debe ser cambiado a la brevedad.
- Si los operadores de otros camiones y personal de mina observan un neumático en mal estado también lo pueden informar al despachador directamente.
- Los neumáticos tienen en promedio 4000 horas de vida dependiendo del tipo de camión, tamaño de aro,

carga que transporta y condiciones de la misma mina. Al cabo de este tiempo deben ser cambiadas.

- 2 Toda esta información es registrada por el despachador, la emisión de reportes, la proyección del stock, la programación del cambio de neumáticos y otros parámetros críticos no pueden ser controlados por una metodología manual, convirtiéndose en un verdadero problema al momento de atender requerimientos de información. En la figura 1, se describe el problema.

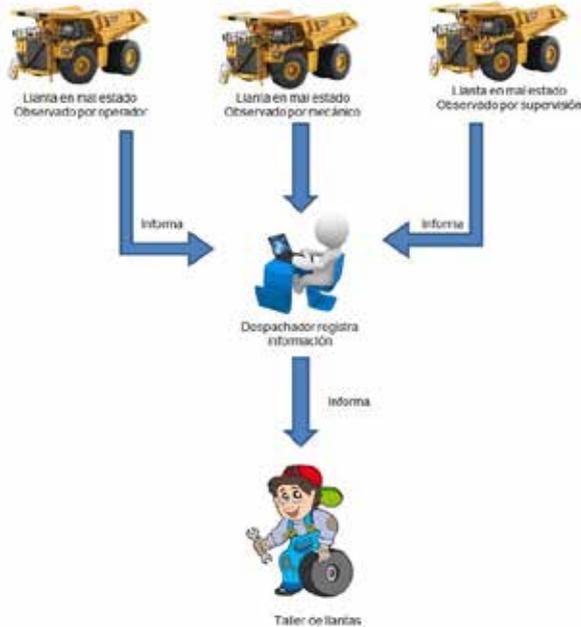


Figura 1. Descripción del problema

2. Trabajos Previos

Existe software en el mercado que puede dar solución al problema, todos ellos de marcas reconocidas y con diferentes características. En su mayoría, son software fabricado para controlar el estado de un neumático de vehículo urbano. Para establecer puntos de comparación, debemos tomar en cuenta el tipo de sensor que usan, su forma de instalación, tecnología para comunicación con los neumáticos, y protocolos de comunicación que aplican.

a) MTS Michelin Tire System

Éste es un software de seguimiento de neumáticos, para el monitoreo y control eficaz de los neumáticos en la flota, la empresa Michelin en su sector minería ofrece el software Mems.

Ventajas:

- Introducido por una compañía reconocida fabricación y renovación de neumáticos.
- La aplicación corre localmente, en intranet e internet, ofreciendo capacidad de emplearse en tiempo real en diferentes bases de datos.
- Diseño amigable y funcional, ayuda a planear posibles soluciones reales.

- Cuenta con valor agregado de helpdesk.
- Compatible con soluciones integrales para la industria.
- Compatible con Wireless, tcp/ip.

b) Tirecheck desarrollado por Datacode Soluciones S.A. (Dataware)

Es una solución de control de llantas o neumáticos que permite mediante tecnología de RFID (identificación de radio frecuencia), realizar asignaciones de ubicación de cada neumático en una unidad o almacén específico, registrar medidas de presión, profundidad y mantener registros históricos para generar reportes de productividad y rendimiento por unidad, neumático y ruta específica; al pasar el lector por la etiqueta RFID, será detectado y la información sobre el neumático será almacenada.

Ventajas

- Control total sobre el inventario de neumáticos en almacén, y neumáticos colocados en cada unidad.
- Mediciones exactas de profundidad y presión para evaluar el desempeño de los neumáticos y el nivel de desgaste por ruta.
- Registro de sucesos por neumático y unidad, que facilita la toma de decisiones para enviar a renovar los neumáticos desgastados.
- Los reportes permiten identificar rutas en donde neumáticos sufren mayor desgaste, ó con mayor frecuencia de neumáticos reventados o dañados.

c) TireDog de Solumant S.R.L.

Es un sistema de monitoreo de presión y temperatura de neumáticos (TPMS), es un dispositivo electrónico, diseñado para el cuidado, mantenimiento y excelente funcionamiento de los neumáticos.

Beneficios:

- Prevenir la explosión de neumáticos.
- Reducir el desgaste de los neumáticos, prolonga la vida útil del neumático, reducir el consumo de combustible y menores costes de operación del vehículo.
- Reducir el desgaste anormal por el uso del amortiguador, piezas de suspensión y otras.
- Mantener los neumáticos a presión normal, mejorar el confort de conducción de vehículos.
- Mantener normales el efecto del frenado para reducir la ocurrencia de accidentes.

3 Teoría del dominio

Redes Inalámbricas

ALOHANET se dice ser la primera red de área local inalámbrica obtenida en 1971 en la Universidad de Hawaii. Fue extendida sobre cuatro islas y permitió comunicar bidireccionalmente a los sites de ordenadores

de siete campus diferentes por medio de una topología de estrella. [UCOL2012]

En 1980, se comenzó a patrocinar las Conferencias de Redes de Ordenadores para el desarrollo de redes inalámbricas. En 1985, la FCC permitió el uso público de las bandas ISM (entre 902 MHz y 5.85 GHz). A finales de 1980, el Grupo de Trabajo 802 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) comenzó a trabajar en la estandarización de las redes inalámbricas que utilizarán las bandas ISM de 2.4 GHz y 5.7 GHz.

En Diciembre de 1999, el IEEE liberó los suplementos (802.11a y 802.11b) para el estándar IEEE 802.11, en orden para incrementar la velocidad de la capa Física (hasta 11 Mbps en el 2.4 GHz de la banda ISM y hasta 54 Mbps en el 5.7 GHz de la banda ISM). [UCOL2012]

Topología

Se define como topología a la disposición lógica o a la disposición física de una red. La topología Mesh (ver figura 2) es un caso especial de topología de redes inalámbricas mesh. Se descentraliza la comunicación y los dispositivos que intervienen en la comunicación pueden compartir "recursos". La caída de un nodo no afecta a toda la red.

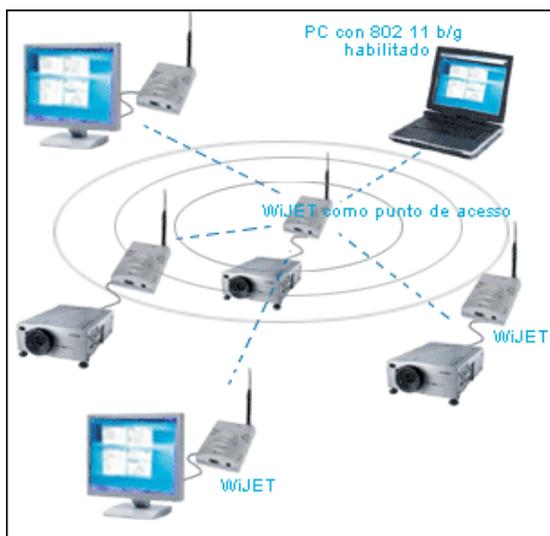


Figura 2. Red Mesh

Características de Redes Inalámbricas

- Movilidad: acceso a la información en cualquier lugar de cobertura.
- Simplicidad y rapidez en la instalación: eliminando la necesidad de instalación de cables a través de paredes y techos.
- Flexibilidad: permite llegar a puntos de difícil acceso para una LAN física de cable.
- Costo de propiedad reducido: el costo de instalación inicial de una red inalámbrica puede ser alto, pero durante el ciclo de vida puede ser significativamente inferior.
- Escalabilidad: Las configuraciones pueden incorporar fácilmente nuevos usuarios a la red.

Hardware requerido

Antena Wireless de 6 dBi, caja nema AP (Access point), Antena RF (radiofrecuencia), sensores tags, servidor de base de datos, servidor de aplicación es, carretas móviles, torre principal de comunicación y receptor.

Metodología RUP (Rational Unified Process)

Es una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades en una empresa de desarrollo (quién hace qué, cuándo y cómo). Usa el método pesado que significa que un cambio en las etapas de vida del sistema incrementaría notablemente el costo. [Díaz2012]

Se divide en 4 fases: inicio (define el alcance del proyecto), elaboración (definición, análisis, diseño), construcción (implementación), transición (fin del proyecto, especifica muchas actividades y artefactos involucrados en el desarrollo de un proyecto software).

AUP (Agile unified process) gestiona de riesgos, propone que aquellos elementos con alto riesgo obtengan prioridad en el proceso de desarrollo y sean abordados en etapas tempranas del mismo. Para ello, se crean y mantienen listas identificando los riesgos desde etapas iniciales del proyecto. Especialmente relevante en este sentido es el desarrollo de prototipos ejecutables durante la base de elaboración del producto, donde se demuestre la validez de la arquitectura para los requisitos clave del producto y que determinan los riesgos técnicos. [Villaroel2009]

AUP es ágil porque está basada en los siguientes principios: [Unión2014]

- Simplicidad. Todo se describe concisamente utilizando un puñado de páginas.
- Agilidad. El ajuste a los valores y principios de la Alianza Ágil.
- Centrarse en actividades de alto valor.
- Herramienta de la independencia. Uso de herramientas simples o de código abierto.
- Adaptación de este producto para satisfacer sus propias necesidades.

Descripción de la Herramienta: AUP

AUP presenta un ciclo de vida es secuencial, ver figura 3

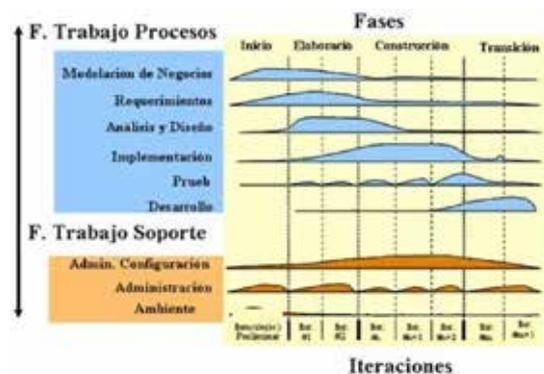


Figura 3. Ciclo de vida AUP (cgi, 2011)

Disciplinas de AUP

Las disciplinas definen las actividades que el equipo de desarrollo ejecuta para construir, validar y liberar el software funcional, el cual cumple con las necesidades de los involucrados. Las disciplinas, se ejecutan en forma iterativa, son las siguientes [Peña2012], son modelado, implementación, pruebas, despliegue, administración de la configuración, administración del proyecto y ambiente.

4. Adaptación y Propuesta

Diseño del Proceso (nivel 0)

En la figura 4, se describe las entradas y salidas del proceso de monitoreo de estado de neumáticos en la empresa.

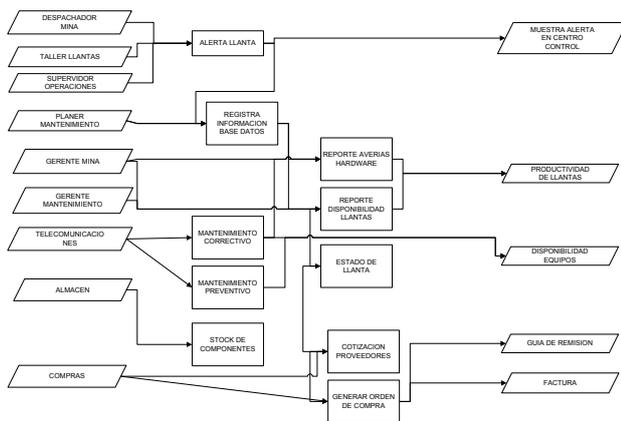


Figura 4. Diseño del proceso

4.1 Diagrama CUS inicial

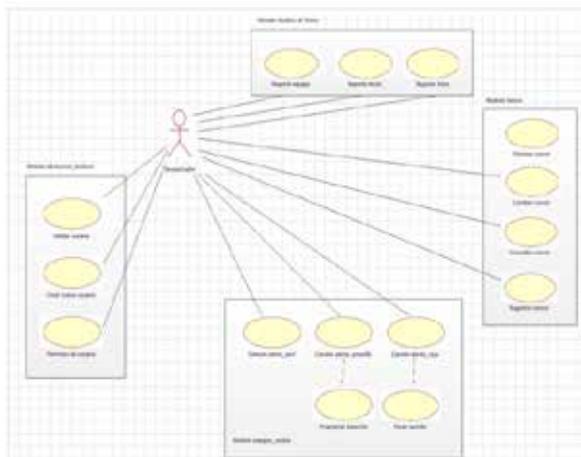


Figura 5. CUS

4.2. Diagrama de Paquetes

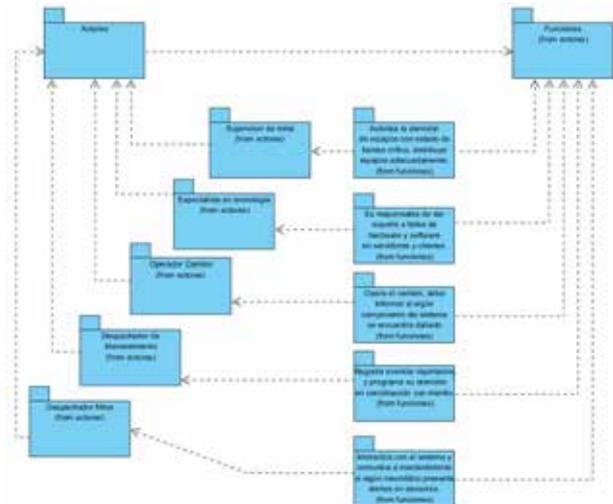


Figura 6. Diagrama de paquetes

4.3 Actores del Negocio

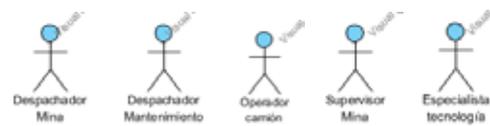


Figura 7. Actores del negocio

Despachador mina: interactúa con el sistema y comunica al área de mantenimiento y al supervisor de mina si algún camión presenta alerta de neumáticos por presión o temperatura.

Despachador mantenimiento: encargado de registrar los eventos en el sistema, y de contactar con el taller de neumáticos para la atención de los equipos con alerta.

Operador camión: opera el camión minero, está en contacto permanente con el hardware instalado, reporta si observa daño de hardware, y si observa anomalías en el estado del neumático.

Especialista tecnología: da soporte oportuno al hardware y software del sistema asegurando su continuidad.

Supervisor mina: gestiona la flota de camiones.

4.4. Metas del Negocio

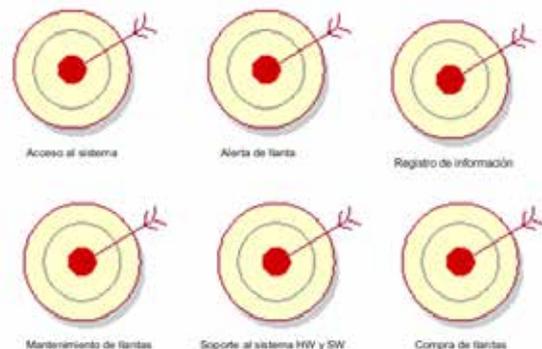


Figura 8. Metas del negocio.

4.5. Casos de Uso del Negocio

CUN-Llanta mal estado: sensor registra una anomalía en sus parámetros, inmediatamente emite una alerta de neumático en mal estado, que llega al despachador de mina.

CUN-Tipos alerta: El receptor clasifica el valor recibido del sensor y lo agrupa de acuerdo a la falla.

CUN-Alerta llanta: Alerta que es enviada al despachador de mina en tiempo real.

CUN-Cambio llanta: Despachador de mina, comunica problemas de neumáticos al despachador de mantenimiento, y este debe informar al supervisor de Taller de llantas para programar atención.

CUN-Reparación llanta: Después de evaluación de neumáticos el taller puede determinar que la llanta requiere ser reparada.

CUN-Mantto llanta: Es cuando el taller de llantas ejecuta labores de mantenimiento en las llantas.

CUN-Registro información: El despachador de mantenimiento es el encargado de registrar la información en el sistema.

CUN-Avería hardware: Registro de información en relación a las averías de hardware. Estas averías son reportadas por el operador del camión o el despachador de mina y debe ser atendido por el personal de tecnología.

CUN- Generación de orden: Comprador genera orden de compra de materiales o componentes faltantes en almacén

CUN- Factura: Proveedor remite su factura después de atender una orden de compra.

CUN- Guía de remisión: Proveedor emite una guía de remisión para entregar una mercadería

CUN- Cotización: Comprador solicita una cotización para analizar costes y tomar una decisión de compra

Trabajadores del Negocio

TN-Ingeniero tecnología: Responsable de dar soporte al sistema a nivel de hardware y software, asegura la continuidad del negocio.

TN-Despachador Mina: Supervisor de la mina, encargado de autorizar la parada de un camión para atención.

TN-Despachador Mantenimiento: Encargado de registrar información en el sistema y coordinar con supervisor del taller de neumáticos para las atenciones.

Entidades del Negocio

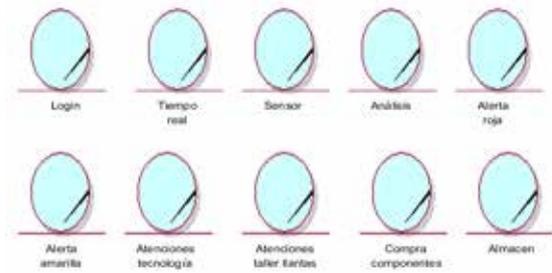


Figura 9. Entidades del negocio

Realización de los Casos de Uso del Negocio

CUN-Tipos alerta

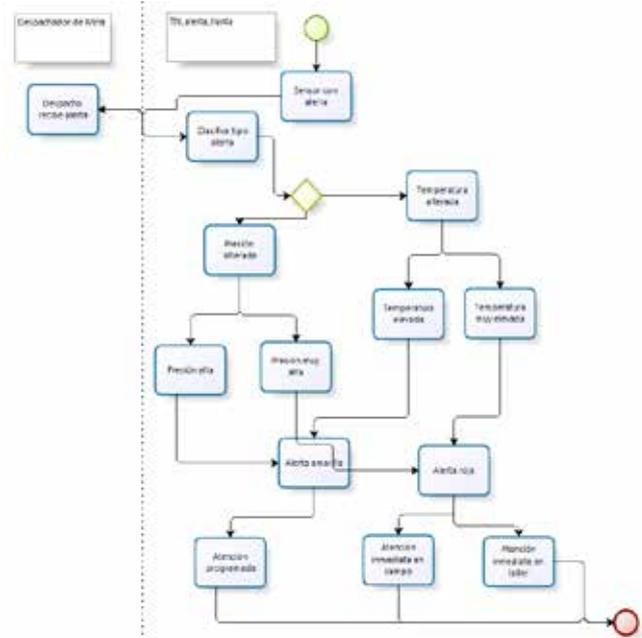


Figura 10. CUN tipos alerta

CUN-Atención llanta

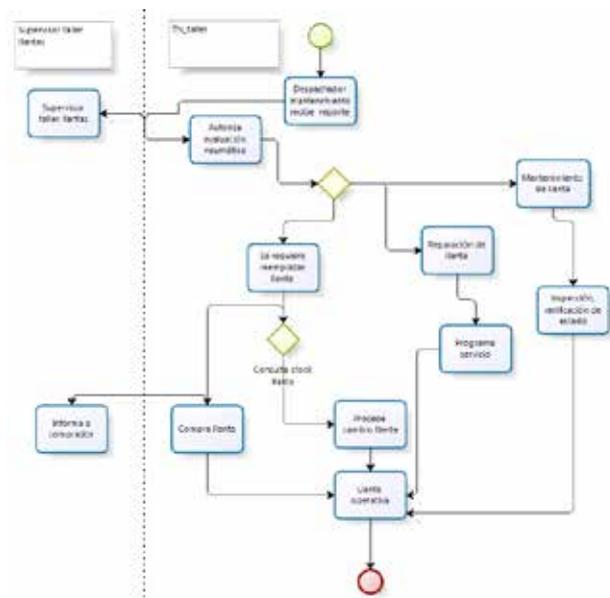


Figura 11. CUN atención llanta

5. Experimentos y Resultados

En forma paralela a la ejecución de este trabajo, se ha implementado esta solución en la flota de camiones de una compañía minera. Como primera etapa se ha instalado el hardware necesario en el camión, que consta de sensores encauchados en los neumáticos, antenas RF a un costado del camión y con línea de vista a las neumáticos, cableado coaxial de las antenas RF a un receptor de señales, este receptor se comunicó vía red a un AP, el Access Point se cableó con coaxial LMR400 a 2 antenas wireless de alta ganancia ubicadas en un lugar sobresaliente del camión. Culminada la instalación de hardware en el camión, se procedió a activar el servidor y el cliente para obtener la información en tiempo real, en este caso se usó el software denominado MEM propietario de Michellin, el mismo cuenta con un servidor y clientes que son configurables y se pueden ajustar a las necesidades de la compañía. A su vez se instaló una red mesh con equipos AP industriales de alto rendimiento, para tener cubierta la operación minera, se distribuyeron también carretas móviles con AP, con todo ello se aseguró el 90% de cobertura inalámbrica en toda la mina. Finalmente, se programó la lectura de información en tiempo real, en una pantalla conectada vía red se visualizan alertas en rojo para neumáticos críticos, naranja cuando están llegando al límite en sus parámetros y azul si se encuentran en óptimas condiciones.

En la figura 12, se observa una ventana con el estado de neumáticos en el sistema mem.



Figura 12. Formulario estado detallado de camión

Con esta solución, el despachador de mantenimiento recibe las alertas en tiempo real y puede tomar acción según sea el caso. Se ha probado la operatividad del hardware y software en mina y ha sido satisfactorio, la comunicación es efectiva y de alta disponibilidad. En la figuras 13 y 14, se muestran los esquemas funcionales de comunicación del sistema.

El sistema se conecta con 2 servidores, uno de aplicaciones y otro de base de datos SQL, donde se almacena la información diariamente y en tiempo real, gracias a este registro se pueden generar los reportes diarios de estado de los neumáticos.

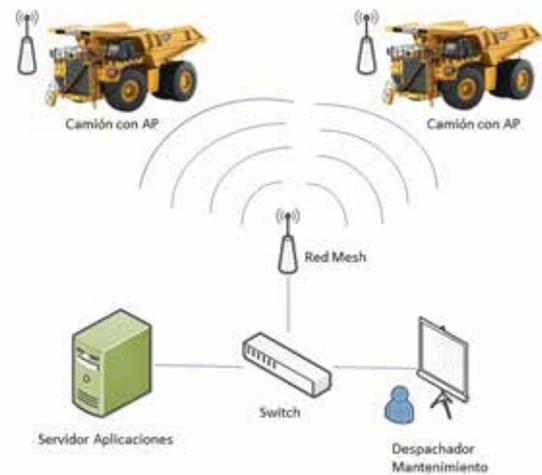


Figura 13. Sistema de comunicación propuesta



Figura 14. Comunicación interna sensores

6. Conclusiones y trabajos futuros

En el presente trabajo se ha definido un problema concreto dentro de una organización real, y se ha planteado una solución al problema, en base a la definición de requerimientos.

Después de la instalación de hardware y software, se observa un funcionamiento estable del sistema, y las fallas más frecuentes son de componentes dañados, producidas por condiciones propias de la operación.

El despachador puede monitorear satisfactoriamente vía red las alertas del sistema en tiempo real, esto permite tomar acción inmediata en la atención de un neumático.

Se pretende como trabajo futuro lograr administrar en tiempo real información no solo de neumáticos sino de la operación minera diaria, como la adecuada distribución de camiones en palas para evitar filas de espera, monitoreo de interfaces de signos vitales.

Referencias Bibliográficas

- [1] Fuertes Tello Pedro Manuel, Implementación del sistema de despacho de volquetes (DISPATCH) en la mina Cuajone para lograr una alta productividad y

- un eficiente control de las operaciones, Eng Thesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2003.
- [2] Vicos Ventura Marcelino Enrique, Mejoramiento de acarreo y transporte mediante dispatch en Cerro Verde, Eng Thesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2009.
- [3] Peña Valenzuela Edgar Antonio, Control de tráfico de volquetes en mina superficial, Eng Thesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2002.
- [4] Rojas Tinoco Sergio Arturo, Mejoramiento de la performance y gestión del dispatch en Cerro Verde, Eng. Thesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2006.
- [5] Arrisueño R. Javier , Modelamiento del plan minero usando simulación de procesos con sistema Dispatch, Chile, Nov, 2009
- [6] Ingenieros de soporte técnico, Cisco Unified Wireless Network, CISCO Systems, www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps5679/ps6548/prod_brochure0900aecd80_65d2d.pdf, 2006.
- [7] Ingenieros de soporte técnico, Electronic Systems Technology Inc. Esteem, www.esteem.com, 2012.
- [8] Villaruel Torrico Gerson, Sistemas de Información, 2009 <http://mywebdosomeis.galeon.com/sisinfo.html>
- [9] Metodología para el desarrollo de Sistemas, Publicado por Arnoldo Pantoja, <http://es.scribd.com/doc/17519265/Metodologia-Para-el-Desarrollo-de-Sistemas>
- [10] Minería Chilena, Michelin 2009 http://www.mch.cl/noticias/imprimir_noticia_neo.php?id=21614
- [11] Universidad del Cauca (unicauca), Estado del Arte de los sistema de información en Colombia 2011, <http://fceca.unicauca.edu.co/old/tiposdesi.htm>
- [12] Codelco Chile, Codelco Norte. Modelo de Gestión Gerencia Mina Chuquicamata, 2003.
- [13] Codelco Chile, División Codelco Norte. Plan de Producción Anual 2004 P1-2004, 2004.
- [14] Lagos Coronado Andres Eduardo, Gestión Operativa del Sistema de Despacho Estudio Técnico y Económico, Eng Thesis, Universidad de Chile, Chile, 2007.
- [15] Herramientas de Análisis y Diseño Estructurado, apunte de la cátedra Metodologías de Desarrollo de Software I.C. Marcos y E. Belloni. DCyS, facultad de Cs. Exactas, UNICEN.
- [16] Desarrollo de la Metodología Ideal para desarrollo de software, E. Espinoza, Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- [17] Módulo CCNA III, Curso de certificación Cisco versión 4 explorer, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, 2013.
- [18] Díaz Flores, Mirian Milagros, Universidad San Martín de Porres, escuela de Ingeniería de Sistemas, publicación “RUP vs XP”, 2012.
- [19] Peña, Carlos; Luza, Cesar, “Análisis de Sistemas”, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Proyecto Informático I, Lima, 2012.
- [20] Lourdes Mejía Gomez, Trabajo de investigación Redes Inalámbricas, Universidad de Colima UCOL, México, 2012.
- [21] Cisco, redes inalámbricas, 2011 http://www.cisco.com/web/ES/solutions/es/wireless_network/index.html.
- [22] Revista Minería Chilena (2013), “Cuidados esenciales de un insumo clave” . Editec S.A., Chile, marzo, 2013.
- [23] Sistema de indicadores mineros para la explotación sostenible de los recursos minerales, (resumen de tesis doctoral / 2003), Minería y Geología, Guerrero Almeida Disoadanis, vol. 21, núm. 2, abril-junio 2005.
- [24] MasterLink 11 Mobile, Wireless Access Point Part Number 201334, Assembly Manual – Modular Mining, 2012.
- [25] Trimble Navigation Limited, GPS for Mining, USA, 1997, 61 pgs.
- [26] Revista Técnicos Mineros, Modular Mining Systems mejorando la Gestión en tiempo real, Chile Santiago, 2011.
- [27] Publicación de Documento Periodístico Xstrata Copper - Charlie Sartain
Tema: Producción de cobre en concentrado de Antapaccay
- [28] Revista de la Universidad Unión Bolivariana, “Metodologías Ágiles”, Proceso unificado ágil AUP, Bolivia, enero, 2014.