Implementación de un sistema de control y administración de aire comprimido en un CRM, como soporte a la toma de decisiones

Douglas Antonio Peralta Cedeño (1), Deydamia Dominga_Fernández Zamora (2), Dr. Gustavo Galio (3)
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (1) (2) (3)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
dperalta@espol.edu.ec (1), deydofer@espol.edu.ec (2), drggalio@espol.edu.ec (3)

Resumen

El uso del aire comprimido es muy común en la industria, tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido y económico puesto que no es necesario restituir aceite, pero este tipo de sistemas presentan fugas, las cuales se traducen en aumento de costos de energía eléctrica. Dichos costos pueden ser muy elevados en el tiempo, por tanto, es necesario que los datos recopilados en las mediciones de estas fugas sean registrados de forma ágil, segura y transformados en valores monetarios confiables, para esto ECUAINSETEC *"Ecuatoriana de Ingeniería y Servicio Técnico"*, compañía dedicada desde hace 20 años a proveer servicios de automatización a la industria ecuatoriana, necesita la implementación de una solución computacional integrada al CRM existente.

La implementación del Sistema de control y administración de aire comprimido permite obtener información de costos incurridos por fugas actuales y el ahorro que se obtendría al ser reparadas, así como dar seguimiento a los mantenimientos y reparaciones realizadas, transformándolas en estadísticas. De esta manera, pueden tomar decisiones adecuadas tanto los clientes como la compañía, brindar un mejor servicio, mejorar y fortalecer las relaciones comerciales entre la empresa y sus clientes.

Palabras Claves: Sistema de aire comprimido, Ecuainsetec, fugas de aire comprimido, costos energía eléctrica.

Abstract

The use of compressed air is very common in the industry, has the advantage of hydraulic systems to be faster and cheaper since it is not necessary to restore oil, but this type of system leaks, which result in increased costs electricity. These costs may be high time, therefore, necessary that data collected in the measurements of these losses are recorded in a fast, safe and reliable transformed into monetary values, for this ECUAINSETEC "Ecuadorian Engineering and Technical Services" company for 20 years dedicated to providing automation services to ecuadorian industry, needs to implement a CRM solution integrated with existing computer.

The implementation of the control system and a compressed air management information leakage costs incurred by current and savings that would result to be repaired and to track maintenance and repairs performed by transforming them into statistics. This way they can make informed decisions both customers and the company, provide better service, improve and strengthen trade relations between the company and its customers.

Keywords: compressed air system, Ecuainsetec, leak, energy costs, saving.

1. Introducción.

La compañía ECUAINSETEC Cía. Ltda., con sus oficinas en Quito, Guayaquil, Cuenca y Manta, brinda a sus clientes asesoría y soporte técnico a la vanguardia de los cambios tecnológicos del mercado industrial, contando con un personal experimentado en montajes, desarrollo de aplicaciones, programación de sistemas de control, servicio técnico y capacitación.[1]

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia en la industria con múltiples ventajas, por su seguridad, economía, fácil de transmitir y adaptable. Su aplicación es muy amplia para un gran número de industrias. Algunas aplicaciones son casi imposibles con otros medios de energía. El costo del aire comprimido es relativamente económico frente a las ventajas y la productividad que representa.[2]

Al igual que cualquier equipo industrial, los sistemas de aire comprimido requieren de mantenimientos periódicos, El no dar un mantenimiento adecuado resulta en pérdidas económicas.

Figura 1. Uso de aire comprimido en la industria

2. Análisis de la empresa

2.1 Antecedentes

La empresa tiene la representación exclusiva de marcas como FESTO, WAGO, SICK y BÜRKERT, con la finalidad de apoyar a diversas industrias con productos de alta calidad en la automatización de procesos, en el incremento de la productividad, en el control y mejora de la calidad, en seguridad industrial, en el cumplimiento de las normas de regulación de control del medio ambiente, entre otras.

La empresa ofrece una amplia gama de productos y diferentes servicios con alternativas, para que el cliente obtenga la solución más beneficiosa, y aplicable a los diferentes sectores de la industria, como:

- Alimenticio
- Petrolero
- Farmacéutico
- Maderera
- Automotriz
- Hormigonera
- Metalmecánica
- Bebidas
- Pulpa y papel
- Textil
- Avícola
- Generación eléctrica

2.2 Situación actual

Actualmente, las mediciones de fugas realizadas en los equipos de los clientes se registran ya sea con papel y lápiz o en hoja de Excel. Posteriormente, esta información es enviada a los técnicos especializados en aire comprimido, quienes realizan los cálculos necesarios, utilizando como herramienta Excel, la cual se envía al asesor comercial para ser presentado al cliente. Lo mismo sucede con las mediciones hechas después de las reparaciones, para presentar un cuadro comparativo en Excel del ahorro real.

El realizar estos procesos de forma casi manual representa serios inconvenientes para la empresa, ya sean operativos, como de confianza en los clientes, los cuales se detallan a continuación, mostrando los siguientes problemas operativos frecuentes:

- Demora en el registro y cálculo de las fugas, ocasionando demora en la atención de los requerimientos de los asesores comerciales.
- Al ingresar los datos en una hoja de Excel, no son validados correctamente, presentando resultados irreales que pueden llegar incluso a manos de los clientes.
- Competidores que prestan el mismo servicio, cuentan con sistemas automáticos y pueden presentar a los clientes potenciales, reportes más profesionales rápida y eficientemente.
- Las mediciones han llegado a perderse, teniendo que tomarlas nuevamente, o peor aún, no se ha podido hacer el comparativo antes y después, por haberse extraviado los datos del antes.
- No se pueden llevar estadísticas para realizar análisis comparativos o de seguimiento en forma ágil y oportuna, tanto para mejorar la atención al cliente como la gestión de ventas.

2.3 Solución Propuesta

Fueron propuestas 2 soluciones.

- Desarrollar una aplicación web que sea accesible desde cualquier parte del país, tanto por el personal como por los clientes de la empresa y que cuente con una interfaz de datos con el CRM.
- Desarrollar un nuevo modulo dentro del CRM existente ya que se cuenta con los fuentes, el cual

utiliza tecnología cliente servidor y se conecta con todas las oficinas en el país mediante VPN.

La solución escogida por la empresa fue la de un nuevo módulo en el CRM existente, por 3 razones fundamentales.

- Mala experiencia con los sistemas web, hace varios meses contaban con un ERP web, el cual fue cambiado debido a que durante su tiempo de operación tuvo múltiples problemas.
- No es de interés de la empresa que los clientes tengan acceso a la información. Ya que ésta debe estar acompañada de la gestión de venta personal de los asesores comerciales.
- El personal necesario tendrá acceso desde cualquier parte al sistema mediante la VPN.

Este proyecto obtendrá los siguientes beneficios:

- Permitir automatizar el proceso de registro de fugas de manera que se minimicen los errores de ingreso de información.
- Permitir que la información esté disponible para su utilización a nivel nacional.
- Ahorrar tiempo y recursos operativos en tareas vinculadas a proyectos de aire comprimido.
- Obtener información confiable que sirva como apoyo a la toma de decisiones, tanto para la empresa como sus clientes.
- Proveer seguridad a la información.
- Controlar eficientemente el estado de cada uno de los proyectos que maneja la compañía.
- Permitir la integración del sistema, como un módulo más del sistema ECUAINSETEC CRM, desarrollado anteriormente para la compañía.

3. Requerimientos tecnológicos

3.1 Infraestructura

El sistema para control de aire comprimido será implementado en una estructura cliente-servidor, al igual que el CRM existente, instalado en la empresa. Será accedido tanto desde la Oficina matriz en Quito como desde las sucursales de Guayaquil, Manta y Cuenca mediante una red privada virtual (Virtual Prívate Network) de la siguiente manera:

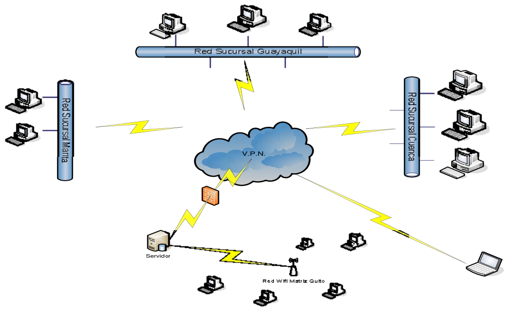

Figura 2. Red VPN

3.2 Hardware

La oficina matriz en Quito dispone de una red inalámbrica o Wi-fi, con una velocidad de transmisión mínima de 10/100 Mbps. Las sucursales disponen de una red de cableado estructurado, con aproximadamente 50 equipos a nivel nacional.

Tabla 1. Hardware requerido

Hardware requerido	
Canal de comunicación entre oficinas	VPN (Virtual Prívate Network)
Servidor de base de datos	Procesador Core Dúo, 2 Gb Ram
Estaciones de trabajo	Procesador Pentium 4, 1 Gb Ram
Hardware para Red Wifi	
Tarjeta PCI A, Inalámbrico MSI Antena 108 Mbps	
Router Dir 412, 3.5 Gb	
Access Point Wireless, 108 Mbps PoE 2 Ant 2 DBI	
Hardware para Red Cableado Estructurado	
Conector RJ45 categoría 5e	
Patch Cord Utp, categoría 5e	
Cable UTP de 100 ohm y cuatro pares (se recomienda categoría 5e)	
Plate Jack RJ45, categoría 5e	
Rack de switch de 100 Mbps	

3.3 Software

La empresa cuenta con licenciamiento para el software que será utilizado en el desarrollo del sistema el lenguaje Visual Basic.Net, por cuanto el CRM de la empresa ya está desarrollado en este lenguaje; y el sistema de gestión de base de datos elegido es SQL 2005, ya que la compañía tiene integrada todas sus bases de datos en esta herramienta.

Tabla 2. Software requerido

SOFTWARE REQUERIDO	
S.O Servidor	Windows Server 2003 Enterprise
S.O Estaciones de trabajo	Windows XP o Windows 7
Gestor de base de datos	Microsoft SQL Server 2005
Herramientas de desarrollo	Visual Basic .Net 2005

4. Análisis y diseño del proyecto

4.1 Especificaciones Funcionales

4.1.1 Procesos Generales. Los procesos generales que maneja el módulo de control de sistemas de aire comprimido, se centran en el registro de mediciones de fugas y su conversión en información útil para la toma de decisiones.[3]

4.1.2 Acuerdo para revisión con clientes. Cuando un cliente se contacta, ya sea para compra o servicio de algún componente de sistema de aire comprimido, el Gerente comercial asigna a un asesor comercial realizar la gestión con el cliente potencial.

El asesor comercial ofrece al cliente realizar una revisión sin costo de su sistema de aire comprimido. Una vez que el cliente firma un acuerdo para la revisión, se debe prestar las facilidades de acceso, a una o varias aéreas donde se realicen las mediciones.

4.1.3 Registro de mediciones. Una vez firmado el acuerdo, el Gerente de proyectos es notificado y éste a su vez asigna al personal técnico necesario para realizar las mediciones en la planta del cliente, y posteriormente sean registradas al sistema. Este proceso contempla el registro de la siguiente información:

- Razón Social Cliente.
- Sector industrial al que pertenece el cliente.
- Horario laboral diario.
- Área de medición.
- Equipo revisado.
- Cantidad de fugas.
- Caudal Maquina Parada.
- Caudal Maquina Operando.
- Factor del servicio del motor.
- Factor de Potencia.
- Compresor (CFM).
- HP del Compresor.
- Costo del Kw/h.
- Consumo del Kw.
- Voltaje.
- Amperaje.

4.1.4 Simulación y presentación de resultados de mediciones iníciales. Una vez ingresados los datos de las mediciones, el área comercial deberá presentar al cliente el resultado de las mismas con el costo monetario asociado a las fugas encontradas. Así también presentará la proyección del ahorro si se realizan los trabajos de corrección y un comparativo costo beneficio [4]. Este proceso contempla el ingreso de la siguiente información:

- Tiempo trabajo del cliente
- Porcentaje proyectado disminución de fugas
- Costo de arreglos

4.1.5 Presentaciones de resultados de mediciones iníciales versus finales. Una vez finalizados los arreglos correspondientes se realiza nuevamente las mediciones y se obtiene un comparativo real, el cual es presentado al cliente

4.2 Casos de Uso

4.2.1 Identificación Actores. Los actores que intervienen en este proceso son:

- Cliente
- Gerente General
- Gerente Comercial
- Gerente de Proyectos
- Asesor Comercial
- Técnico
- Sistema CRM
- Administrador del sistema

4.2.2 Descripción de actores.

Cliente. Empresa a la cual ofrecemos nuestros servicios para mejoramiento de los sistemas de aire comprimido con los cual trabaja.

Gerente General. Es el representante jurídico de la empresa, es el responsable de elaborar y firmar contrato con el cliente, para esto debe considerar los costos de los equipos, piezas y mano de obra.

Gerente Comercial. Es el responsable de gestionar y conseguir clientes potenciales, de suministrar información al cliente de los productos y servicios que ofrece la empresa.

Asesor comercial. Es el responsable de atender de forma personalizada al cliente en sus diferentes necesidades, para orientarlo hacia la mejor solución que la empresa puede brindarle.

Gerente de proyectos. Es el responsable de llevar adelante los proyectos técnicos de diferente índole en que este inmersa la empresa, en este caso de mejoramiento de sistemas de aire comprimido en empresas industriales.

Técnico. El técnico es el responsable de realizar las mediciones de fugas y pérdidas en los sistemas de aire comprimido, así como de registrar dichas mediciones en el sistema para su conversión en información.

Sistema CRM. Es el sistema administrador de relación con el cliente el cual nos proporciona información de posibles clientes y contactos para proyectos en sistemas de aire comprimido.

Administrador del Sistema. Es el encargado de crear, asignar permisos y mantener los diferentes roles de usuarios. También debe registrar los usuarios en el sistema, asignándoles su rol correspondiente. Deberá mantener las estructuras generales del sistema y obtener respaldos de la base de datos [5].

4.2.3. Identificación de Casos de Usos.

- Obtener permiso de revisión
- Registro de mediciones en clientes.
- Elaboración de Contrato.
- Presentación de resultados de mediciones iníciales versus mediciones finales.
- Modificación de mediciones.
- Creación de Usuarios.
- Cambio de Contraseña.
- Obtener respaldos de la Base de Datos.

4.2.4 Pantallas funcionales.

- Mantenimiento del sector industrial.
- Mantenimiento del personal
- Mantenimiento de clientes
- Mantenimiento de departamentos
- Mantenimiento de cargos
- Mantenimiento de ciudad
- Mantenimiento de zonas
- Mantenimiento de usuarios
- Registro de mediciones

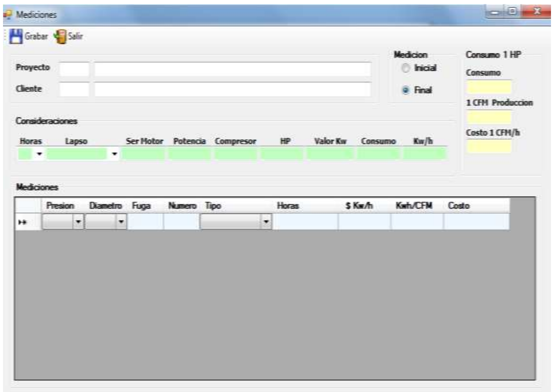

Figura 3. Registro de mediciones

5. Pruebas del sistema

Tan pronto como se terminó de desarrollar el sistema de aire comprimido y habiéndose realizado las pruebas respectivas para cada módulo desarrollado por parte de los programadores, se procedió a estructurar las diferentes pruebas que se llevarían a cabo con los usuarios finales del sistema [6], tales como:

- Definición de ambiente de pruebas
- Plan de pruebas
- Pruebas de comprobación
- Pruebas de carga de datos

Las pruebas que se hicieron fueron con la finalidad de obtener fallas en el desarrollo del sistema y verificar si cumplían todas las características y objetivos del proyecto.

5.1 Definición de ambiente de pruebas

Junto con el Gerente General se decidió que para probar el sistema, se lo hiciera en el departamento técnico de la oficina matriz, ya que es la oficina que mayor captación de clientes tiene y por ende hay más variedad de datos de prueba.

Previo a las pruebas se solicitó al departamento de sistemas que tuviera definida la base de datos con la que iba a trabajar el sistema, la integración del sistema al CRM de la empresa, la definición del usuario administrador del sistema, la definición de los parámetros iníciales del proyecto.

5.2 Creación de tablas

La creación de las tablas, índices y subida de datos, se hizo mediante scripts generados en la etapa de desarrollo, por el administrador de la base de datos de la compañía. Para la subida de información se consideró únicamente la configuración mínima para que el sistema funcione, como son los datos de la empresa, el usuario de administración del sistema y los datos de los roles básicos de los usuarios. La creación de la base de datos no tuvo problemas y todo terminó como se esperaba, sin contratiempo alguno.

5.3 Creación de usuarios de acceso

Como se trataba de una prueba en tiempo real, sólo con el departamento técnico, se crearon los usuarios para los empleados de este departamento que trabajan en la sucursal matriz y el Gerente de Proyectos y el Gerente Comercial de esta sucursal, y así permitir que ellos pudieran probar el sistema en todos los roles asignados a ellos. La creación de estos usuarios no tuvo inconveniente alguno.

5.4 Plan De Pruebas

Como en la etapa de diseño del proyecto se definieron los diferentes casos de uso, estos sirvieron como apoyo para elaborar los diversos planes de pruebas en donde intervinieron los diversos actores del proyecto. Para no entorpecer las labores diarias de los empleados de la empresa, estas pruebas se hicieron en las dos últimas horas de la jornada laboral, en un tiempo de 3 días.

Los usuarios que intervinieron en las pruebas fueron Gerente Comercial, Gerente de Proyectos, técnicos y el administrador del sistema. Antes de empezar las pruebas se les explicó el funcionamiento del sistema en forma general, a pesar de que la mayoría de los usuarios ya tenían conocimiento de cómo funcionaba el sistema, porque a medida que se iba desarrollando el mismo se les iba mostrando los avances respectivos para ver si cumplían los requerimientos estipulados en el diseño inicial. Es por esta razón, que los usuarios pudieron efectuar las pruebas respectivas sin ningún inconveniente, y si tenían alguna duda se les explicaba en el momento. Las pruebas sirvieron para poder evaluar:

- Presentación de las pantallas.
- Tiempo en la demora del ingreso de los datos.
- Cantidad de errores o fallas que pudieran haber en los cálculos.
- Conformidad con los reportes y consultas generados por el sistema.

En general, las pruebas se desarrollaron con relativa normalidad, pudiendo observarse que el tiempo que duraba el ingreso de los datos al sistema y la generación de los cuadros comparativos de las fugas de aire comprimido en las instalaciones de los clientes, era muchísimo menor que el que generaban los técnicos manualmente, quedando por ello los usuarios satisfechos por el ahorro de tiempo que iba a implicar la puesta en marcha del proyecto.

4.1.3 Pruebas de conformidad. A medida que los usuarios realizaban las pruebas del sistema, se iban tomando notas de que cómo los usuarios percibían el sistema, teniendo como objetivos principales:

- Comprobar si el usuario comprendía el funcionamiento de las pantallas.
- Probar que el software fuera fácil de manejar tanto para los usuarios con o sin experiencia.
- Determinar que los mensajes de errores fueran comprendidos por los usuarios.
- Realizar las modificaciones necesarias para cumplir con los puntos anteriores.

Cómo los técnicos tenían experiencia en hacer los cálculos en hojas de Excel y manualmente, pudieron verificar si los cálculos generados por el sistema estaban correctos o no. Se hicieron anotaciones con respecto a la presentación de las consultas y reportes por parte de los Gerentes de Proyectos y Comerciales, quienes solicitaron pequeños cambios en cuanto a presentación y colores.

Los cambios que se iban anotando quedaron a corregirse para una revisión posterior del sistema [7], ya que no eran cambios de fondo.

6. Estudio financiero

6.1 Análisis financiero

El estudio financiero del presente proyecto, tiene por objetivo justificar la inversión que va a realizar la empresa, haciendo un análisis del beneficio de la implementación del sistema y cuya finalidad es:

- Automatizar el registro de datos de fugas en sistemas de aire comprimido.
- Reducir procesos operativos.
- Generar información confiable que demuestre el beneficio económico tanto para la empresa como para el cliente.

6.1.1 Costo del proyecto. El tiempo que se estimó para desarrollar este sistema es de aproximadamente 4 meses, tiempo en el cual participamos dos desarrolladores encargados de implementar la solución, y al cuarto mes nos apoyaremos con un programador para mantenimiento y ajuste del sistema y cualquier correctivo que la empresa solicite para perfeccionar el proyecto.

Los gastos que demanden la realización del proyecto serán cubiertos por cada uno de los miembros del grupo.

6.2 Factibilidad financiera

Para la inicialización de este proyecto, no fue necesario efectuar un préstamo de terceros ó a instituciones financieras, por cuanto los integrantes aportamos con nuestros servicios, contingentes y recursos económicos.

6.3 Beneficios del proyecto

La implementación del Sistema de control y administración de aire comprimido para la empresa ECUAINSETEC Cía. Ltda. tiene como principales beneficiarios: la misma empresa y los clientes que atiende la empresa.

6.3.1 Beneficios del proyecto para la empresa. Se determinó la factibilidad del proyecto, mediante la obtención de los rendimientos de atención al cliente proporcionados por la empresa, en la tabla 3 se presenta un cuadro comparativo del número de clientes que se atendían antes de la implementación del sistema y cuántos después de ella. La que nos permite comprobar la mejora del rendimiento de la atención de usuarios, misma que desciende, cumpliéndose uno de los objetivos esperados en la ejecución del proyecto.

Tabla 3. Comparativo de ingresos antes y después del Proyecto

Cliente atendidos antes del proyecto		
Empleados	Ingresos mensuales	Ingresos Anuales
Técnicos	2.000,00	24.000,00
Técnicos especialistas	1.200,00	14.400,00
Asesores Comerciales	17.500,00	210.000,00
Total Ingresos antes	20.700,00	248.400,00
Cliente atendidos después del proyecto		
Empleados	Ingresos mensuales	Ingresos Anuales
Técnicos	2.800,00	33.600,00
Técnicos especialistas	1.500,00	18.000,00
Asesores Comerciales	27.500,00	330.000,00
Total Ingresows después	31.800,00	381.600,00
Ingresos netos del proyecto	11.100,00	133.200,00

Además, se puede apreciar que el valor por ingresos en relación al número de clientes atendidos, aumentó en cada uno de los recursos humanos como Técnicos, Asesores Comerciales y Especialista, lo cual permite apreciar además el aumento de ingresos económicos en un 65% que representan $133.200 lo que supera cualquier expectativa de inversión proyectada por la empresa.

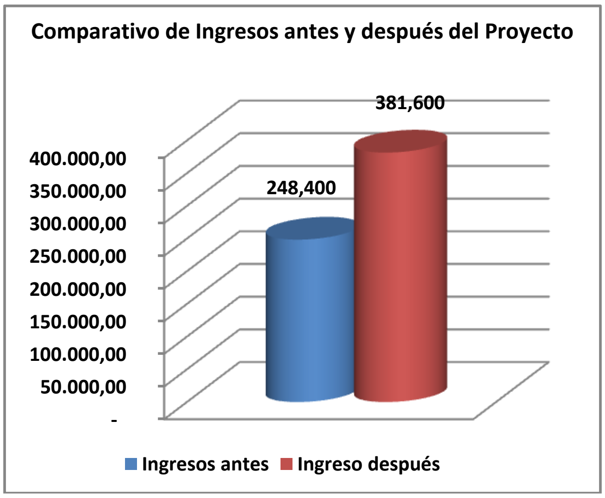

Figura 3. Comparativo de ingresos anuales

Existen otros tipos de beneficios con la implementación del sistema, los considerados intangibles:

- Obtener estadísticas de las principales causas de daño de las maquinarias.
- Mantener bitácora detallada de la evolución de las mediciones en cada cliente.
- Disminuir los procesos operativos para procesar los datos recolectados.
- Minimizar errores de digitación.
- Consolidar información de las diferentes sucursales.
- Facilitar gestión de ventas de los asesores comerciales.

.

6.3.2 Beneficios intangibles para los clientes de la empresa. La atención al cliente también se ve beneficiada, claro está que la imagen empresarial mejorará gracias a que los usuarios contentos y satisfechos por la agilidad y rapidez con que son atendidos serán una publicidad gratuita con los buenos comentarios sobre las mejoras de la empresa.

Entre los beneficios que obtiene el cliente, tenemos:

- Rápida atención en sus pedidos.
- Presentación profesional de los análisis de los proyectos.
- Cálculo de las fugas, más exactos y confiables.
- Tener un historial del cliente.
- Demostrar al cliente el tiempo de retorno de la inversión y el ahorro al contratar el servicio ofrecido.
- Demostrar al cliente los costos en que está incurriendo debido a las pérdidas y fugas en las maquinarias que utilizan aire comprimido.
- Análisis y evaluación del ahorro de energía neumática.

7. Conclusiones

De acuerdo a la presente investigación realizada al personal operativo que trabaja directamente con el Sistema automático de aire comprimido, se han determinado las siguientes afirmaciones:

- El sistema logra el objetivo de reducir el trabajo operativo y los tiempos de respuesta para los proyectos de aire comprimido, por ende pueden ser atendidos más clientes.
- Se proyecta una mejor imagen a los clientes, con la presentación de los informes más profesionales y con la eficiencia con la que se atiende requerimientos.

8. Recomendaciones

- La empresa acaba de adquirir nuevos equipos de medición, los cuales permiten transmitir los datos recolectados. En una futura mejora se transferirían esos datos al sistema mediante web servicie, siendo así más eficiente y confiable.
- El modulo de seguridad puede ser mejorado para que el otorgamiento de accesos sea dinámico, es decir, manipulable por los usuarios administradores, ya que actualmente se maneja por 5 perfiles pre establecidos.

9. Referencias

[1] Ecuainsetec, http://www.ecuainsetec.com.ec/
[2] Unidad de planeación minero energética, http://www.si3ea.gov.co/
[3] Ponce de León Amador, P.J. y Saquete Boro E. (2009), Introducción a la programación orientada a objetos, Kindle eBook.
[4] LAUDON, Keneth, (2009). Administración de los Sistemas de Información. España. décima edición. Prentice Hall.
[5] MUÑO-ALONSO, Sonia. (2008). Sistema de Gestión. España. Colección Fragua.
[6] Sistema de Gestión Documental, ECUAINSETEC Cía. Ltda.
[7] PARDO L. Valdes T. (2006). Simulación Aplicaciones prácticas en la empresa. Madrid.

MSIG Gustavo Galio M.
Director de Proyecto