

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331500905>

# Sistema Automatizado para el Control de Cilindros de Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Conference Paper · May 2015

---

CITATIONS

0

READS

984

12 authors, including:



[Jose Franco](#)

Tecnomática- Cuban Computer Automation and Telecommunication Co...

25 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Orlando Fonseca Guiarate](#)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

7 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



[Mediciones automaticas en tanques de almacenamiento](#) [View project](#)



[Injectivity Transient Tests](#) [View project](#)



# Sistema Automatizado para el Control de Cilindros de Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Autores:

Franco Fernández J, Estévez Alonso A, Ortega Groero L, Tamayo Lestón J.E, Angulo Almarales A, Ayala Figueredo A, Fonseca Guilarte O, López Herrera Y, Pérez Hernández S, Lizama Someillan A, Portal Fraga J, Aparicio Perera L

# Introducción

**La trazabilidad y seguimiento de objetos es ampliamente utilizada para el control de los activos en muchas organizaciones. Se pueden encontrar aplicaciones para el control de envases retornables, animales afectivos, ganado, herramientas y otros muchos casos de objetos fijos o móviles que se necesita controlar de manera automática.**

**Ante la necesidad de implementar un registro efectivo del número de serie de los cilindros de GLP para controlar su ubicación y ciclo de mantenimiento, se estudiaron varias alternativas de solución a partir de las tecnologías existentes y las experiencias de otros países como la India, Turquía y España.**

**Toda la ingeniería y el desarrollo de las aplicaciones asociadas se realizó por Tecnomática.**



# Introducción

Las empresas que manejan cilindros de GLP requieren:

- Control de sus activos
- Maximizar la circulación de los cilindros
- Optimizar el inventario de cilindros
- Mejorar la gestión de la cadena de abastecimiento
- Rastrear cilindros pertenecientes a la empresa
- Detectar cilindros fraudulentos



Las tecnologías más utilizadas para la automatización del rastreo de objetos móviles son: Etiquetas de código de barras, etiquetas RFID, escáneres laser.



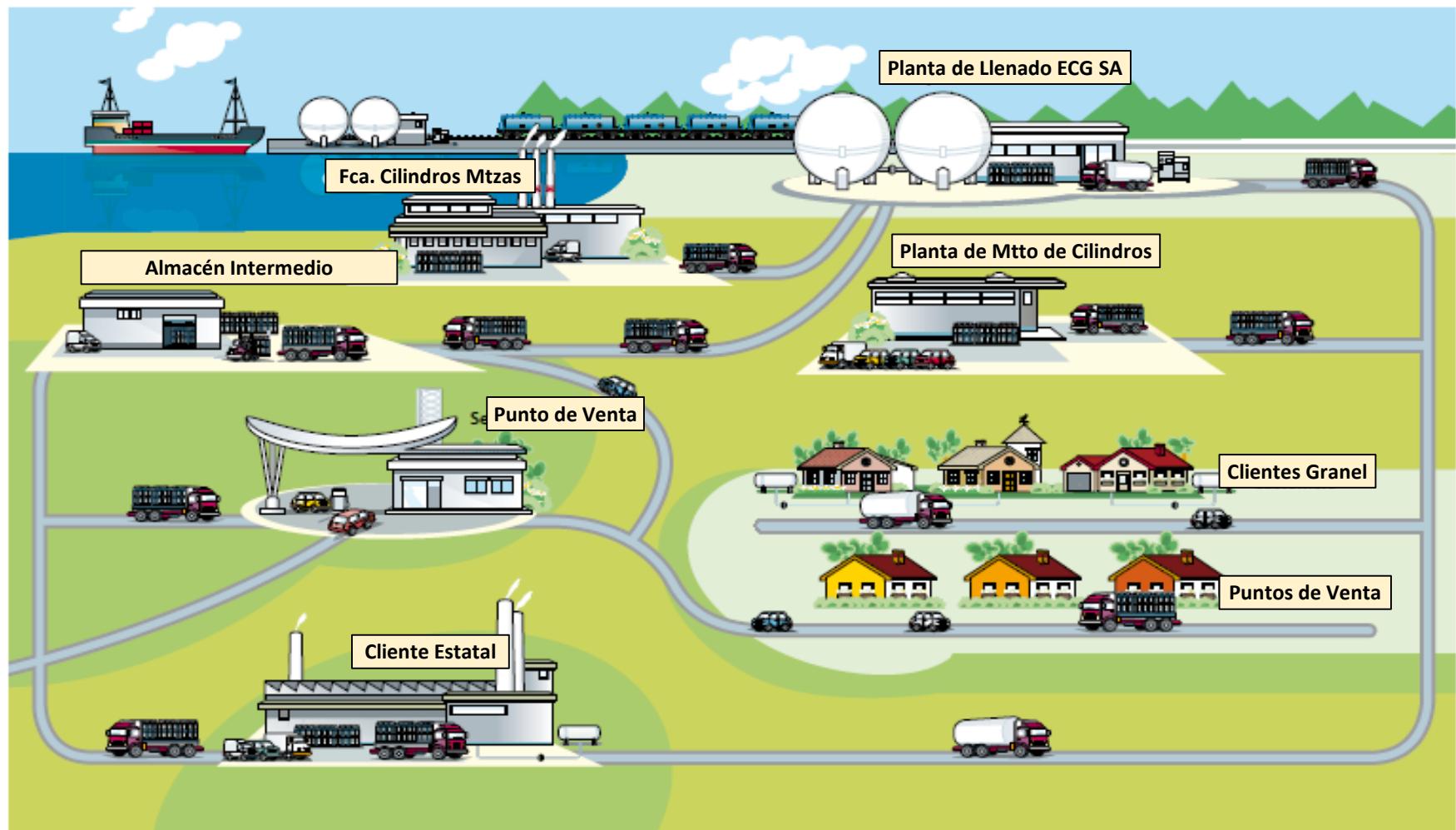
# Objetivos

- Identificar todos los cilindros de GLP de manera única y fiable, controlando en todo momento su ubicación y uso y detectando cualquier manipulación incorrecta de los mismos.
- Automatizar el proceso de lectura y almacenamiento de los números de los cilindros, reduciendo el tiempo necesario para esta actividad y aumentando la productividad en las operaciones de carga y descarga.
- Reducir significativamente los desvíos de cilindros y el consumo de Gas Licuado por los clientes normados, acercándolo lo más posible a sus necesidades reales.
- Incrementar la seguridad de explotación de los cilindros de GLP al contar con un medio más fiable para el control de sus ciclos de mantenimiento y su retiro del servicio.

# Alcance

- Colocar en cada cilindro una etiqueta RFID que puede ser leída por un sensor especializado.
- Instalar en los puntos de venta, planta de llenado y demás lugares donde se opera con los cilindros, sensores para la lectura automática de los mismos.
- Crear una aplicación informática que permita controlar el identificador del cilindro y conocer su estado y ubicación en cada momento.
- Desplegar un sistema de comunicaciones que permita el intercambio de información entre los diferentes componentes de la aplicación.

# Ejemplo cadena logística GLP



**Flujo de distribución de la industria**

# Descripción del Funcionamiento

# Tecnología RFID

El lector envía una señal de radio de baja potencia hacia el objeto marcado.

La etiqueta RFID o transpondedor recibe la señal, se activa y responde enviando otra señal que contiene su Identificador u otra información almacenada en ella.

A diferencia del código de barras, esta tecnología no requiere un alineamiento especial entre el lector y la etiqueta y funciona a través de pintura, grasa, suciedad, condiciones de ambientes metálicos, etc.

Las etiquetas tienen una duración de hasta 20 años.

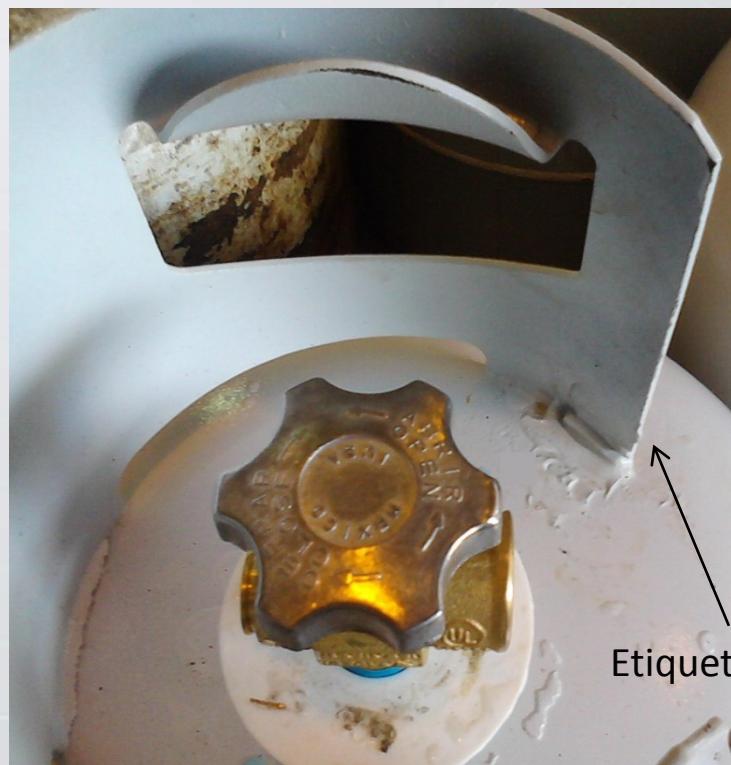


# Fijación de la etiqueta al cilindro

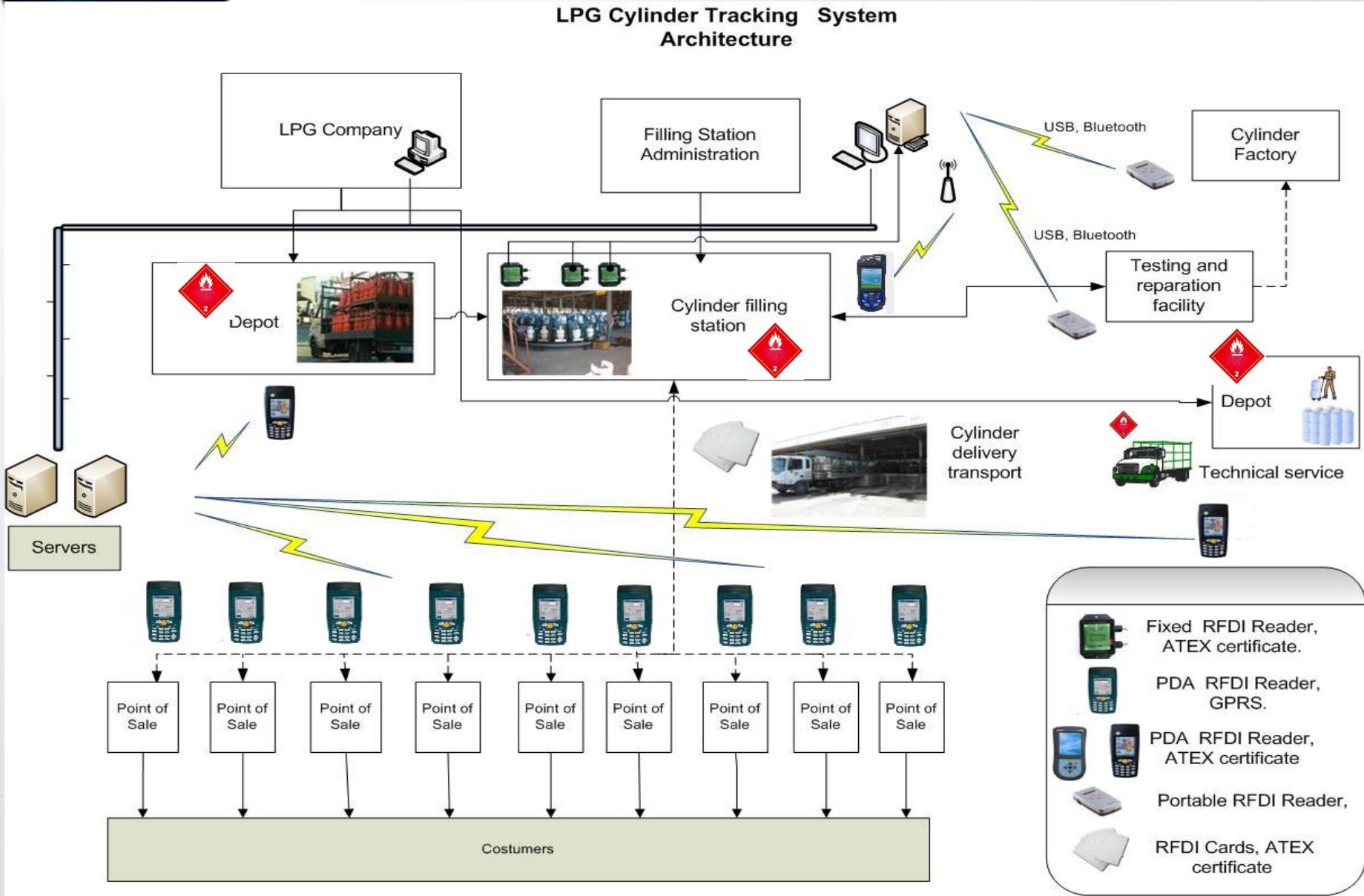
Este proceso es sencillo y rápido para poder marcar gran número de cilindros en corto tiempo y a la vez robusto para evitar que la población pueda desprender las etiquetas intencionalmente y para que resista los procesos de retimbrado del cilindro.

Pueden ubicarse en el borde de la guardera o directamente sobre el refuerzo que rodea a la válvula.

Se utiliza una resina epoxica especial de alta durabilidad y resistencia.



# Arquitectura del Sistema CGLP



# Planta de Llenado

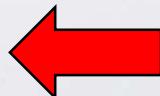


1. Se inicia la operación con la tarjeta del chofer.



2. El sensor lee el código de cada cilindro lleno que se carga en el camión o de cada cilindro vacío que llega y se almacenan en la BD local.

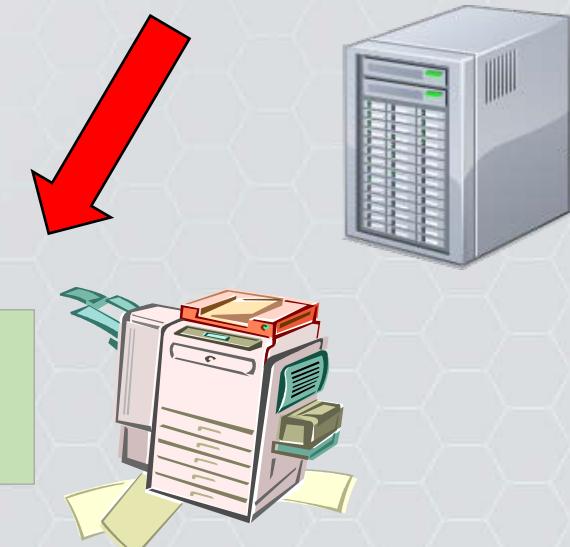
5. Se registran los movimientos internos con un sensor portátil.



4. Se cierra la operación con la tarjeta del chofer. Se envían los datos a la BD Central.



3. Se imprime un comprobante de carga para el camión



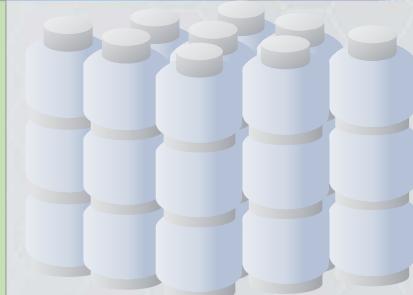
# Punto de Venta



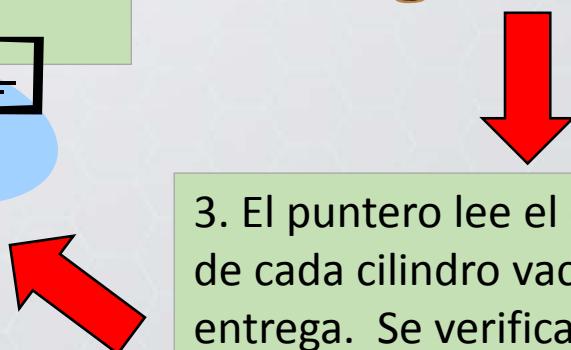
1 y 4. La operación se inicia y se concluye con la tarjeta del chofer.



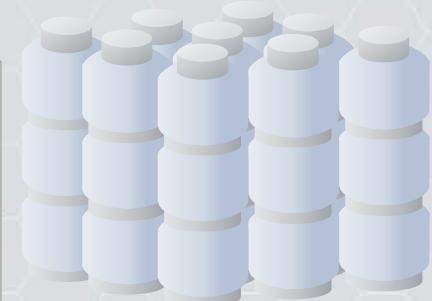
2. El puntero lee el código de cada cilindro lleno que recibe. Se verifica que coincidan con los que se cargaron en la planta.



Cilindros Llenos



3. El puntero lee el código de cada cilindro vacío que entrega. Se verifica que coincidan con el piso existente.



Cilindros Vacíos

# Punto de Venta - Despacho



1. El puntero recibe los documentos del cliente, registra su Nº de contrato y verifica si le corresponde la venta por ciclo.



3. El Puntero lee el código del cilindro que entrega al cliente. Se cierra la operación y se almacenan los datos en la BD Central.



2. El puntero lee el código del cilindro vacío que recibe del cliente y verifica que le pertenece.

4. Se entrega el cilindro lleno y el comprobante de venta al cliente y se efectúa el cobro.



# Equipamiento (I)



**TERMINAL:** Equipo portátil (PDA) con sensor para lectura de etiquetas RFID y memoria para almacenar los códigos leídos. Es capaz de validar las operaciones y se comunica con la Base de Datos Central por la red celular (GPRS). Se utilizarán en los Puntos de Venta, Camiones de servicio mecánico y otros lugares donde se requiera.

**ETIQUETA RFID:** Identificador único que se coloca a cada cilindro. Es leído por el terminal o sensor a cierta distancia por medio de frecuencias de radio. Estas etiquetas tienen gran durabilidad y resistencia mecánica.



**IMPRESORA PORTATIL:** Se utiliza para imprimir tickets en los Puntos de Venta y de control de movimiento en almacenes. Comunicación por bluetooth

# Equipamiento (II)



**LECTOR RFID:** Sensor fijo que permite leer las etiquetas con gran precisión y velocidad. Se ubica en las esteras de la planta de llenado para controlar la entrada y salida de cilindros. Está diseñado para trabajo en zonas con peligro de explosión Z1.

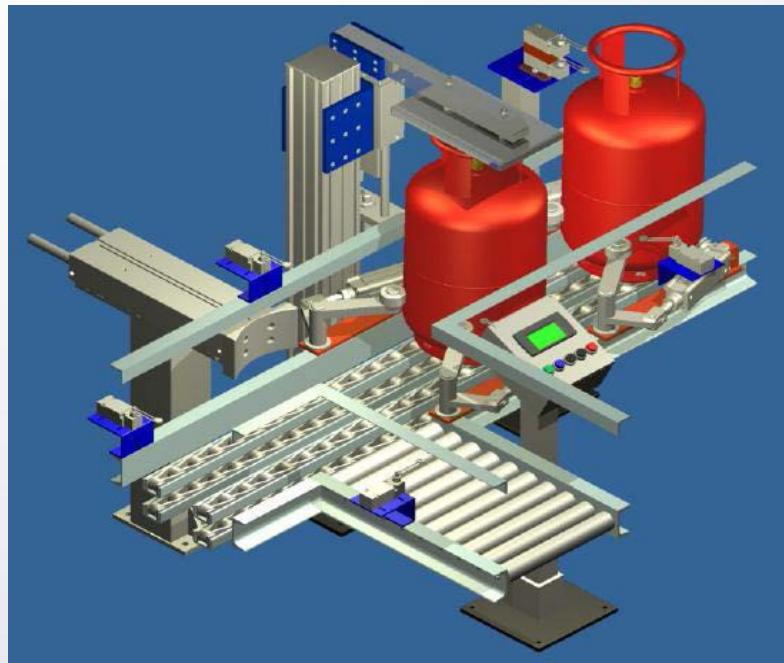


**Terminal RFID para Z1:** Es un equipo portátil (PDA) diseñado para trabajo en zonas con peligro de explosión tienen además comunicación Wifi. Fundamentalmente se destina para realizar cambios operativos en la Base de datos en la planta de llenado.

( Certificado ATEX)

 II 2 G EEx ia IIC T4  
II 2 D T 95°C IP65

# Otro equipamiento tecnológico



Equipamiento automático de lectura  
y expulsión de cilindros



PC industrial



Access point para Z 1



Switch para Z 2

# Desarrollo del software

**Aplicación móvil en planta de llenado**

**Equipo: IROC**

**SO: Windows mobile 6.0**

**Requisitos: SQL compact 3.5, compact framework 3.5**

**Funcionalidad: Se utiliza para monitorear las operaciones en los andenes**

**Conexión: Se conecta por tecnología WIFI al servidor de planta de llenado**



Ex-designation:



ATEX Gas (Zone 1) IICT4,  
ATEX Dust (Zone 21) IIIC IP 64



IECEx Gas (Zone 1) IICT4,  
IECEx Dust (Zone 21) IIIC IP 64



PDA OS Window 6 Embedded,  
Procesador OMAP Multi core,  
1 GHz 512MB RAM 1GB  
Flash, SD Card 32 GB ,  
RFID 125/134 kHz,  
bluetooth 2,1  
Wifi 802,11,a/b/g

# Desarrollo del software

Servicio window en servidor planta de llenado

**Equipo: Servidor**

**SO: Windows server 2008**

**Requisitos: SQL 2008 R2, framework 4, IIS**

**Funcionalidad: Procesar las lecturas RFID de los lectores fijos para la carga y descarga, controlar los cilindros en lista negra**

**Conexión: Realiza la sincronización de datos con el servidor central a través de la red de Cupet**



# Desarrollo del software

## Módulo Web administración en servidor central

**Equipo: Servidor**

**SO: Windows server 2008**

**Requisitos: SQL 2008 R2, framework 4, IIS, Crystal Report 13**

**Funcionalidad: Mostrar sistema de reportes, administrar nomencladores, clientes, usuarios, gestionar lista negra**

**Conexión: Realiza la sincronización de datos a través de la red de Cupet o por GPRS**



The screenshot shows the login page of the 'Control de Cilindros' web application. The header features the Cupet logo and the title 'control de cilindros'. The navigation menu includes links for Inicio, Cilindros, Administración, Reportes, Logs, Cambiar Contraseña, and Cerrar Sesión. A welcome message 'Bienvenido: Linaida Aparicio' is displayed. Below the menu, a banner reads 'Bienvenido a la pagina de administración de Control de Cilindros.' An image of a worker handling blue gas cylinders in a facility is shown. A section titled 'NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE CILINDROS' lists safety guidelines:

- Almacenar los cilindros con precaución, en forma vertical con sus respectivas tapas protectoras, en ambientes ventilados, ojalá en el exterior, protegidos del sol (NO sobrepase los 50 C°), lejos de cualquier fuente de ignición o circuito eléctrico.
- Señalarizar en los recintos de almacenamiento con : NO FUMAR.
- Transportar el cilindro, en un carro debidamente amarrado, con su tapa protectora, utilizando zapatos y guantes de seguridad.
- Asegurar los cilindros en forma vertical, mediante una cadena a una muralla o a un poste, cuando el cilindro este almacenado o en uso.

# Desarrollo del software

Aplicación móvil en punto de venta y camiones de servicios mecánicos

Equipo: TT8000 o TT7000

SO: Windows CE 5.0

Requisitos: SQL compact 3.5, compact framework 3.5

Funcionalidad: Realizar operaciones de carga y descarga , hacer inventario, balance y cierre, efectuar venta de cilindros que pueden ser liberadas o normadas que en el caso del punto se rigen por un ciclo de venta.

Conexión: Se conecta por GPRS o por cable USB a través de una computadora conectada a la red de Cupet para sincronizar con el servidor central.

Se conecta por Bluetooth a una impresora Zebra.



# Desarrollo del software

Aplicación móvil en almacenes y nave de etiquetado

**Equipo: TT8000**

**SO: Windows CE 5.0**

**Requisitos: SQL compact 3.5, compact framework 3.5**

**Funcionalidad:** Realizar operaciones de carga y descarga, hacer inventario, balance y cierre, Registrar o modificar cilindros.

**Conexión:** Se conecta por GPRS o por cable USB a través de una computadora conectada a la red de Cupet para sincronizar con el servidor central.

Se conecta por Bluetooth a una impresora Zebra.



# Pruebas realizadas

# Pruebas del Software

Las pruebas de software constituyen el conjunto de herramientas, técnicas y métodos que evalúan la excelencia y el desempeño de un software.

Se diseño el Plan de Pruebas del Proyecto y el entorno de destino simulado, se procedió a la ejecución de las pruebas planificadas.

Durante el proyecto se ejecutaron fundamentalmente pruebas de aptitud, las cuales persiguen la validación de los requisitos de software.

El enfoque de pruebas a utilizar en el marco del proyecto fue:

- Pruebas de caja negra para casos de uso, elementos de interfaz con el usuario, procesos de negocio, reglas de negocio y lógica de autorización.
- Pruebas de caja blanca para los ítems de software cuyo diseño se inspecciona.

Se utilizaron los siguientes métodos de prueba:

- Ejecución de procedimientos manuales.
- Inspección visual.
- Inspección del diseño.



# Pruebas de Etiquetas

Por cuanto el proceso de retimbrado o recalificación de los cilindros incluye el decapado con granalla metálica y pintura térmica a 200 C se realizaron pruebas de supervivencia de las etiquetas en estas condiciones.



Instalación para granallado



Cilindros después del granallado



Lecturas de etiquetas después de granallado



# Pruebas de Etiquetas



Cilindro en la línea de pintura



Panel del horno: temperatura 204 °C



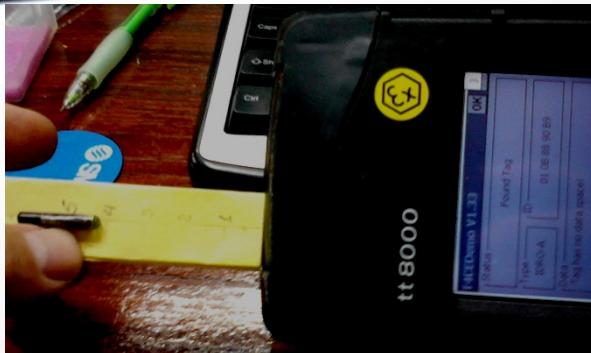
Cámara de pintura



Cilindro después de pintura y horneado

Las etiquetas tienen una elevada supervivencia a los procesos de mantenimiento del cilindro

# Pruebas lecturas



Lectura frontal de 3,5 cm hasta 4 cm



Lectura lateral de 3 cm hasta 3,5 cm

## Resumen lecturas con PDA

Etiquetas	Distancias de lecturas en cm			
	Tectus 13mm	India 22 mm	Agillox 22 mm	India 34 mm
Lectura frontal	2	4	3,5-4	4,5
Lectura lateral	1,5	3	3-3,5	3,2

Se seleccionan las etiquetas RFID 22 mm procedentes de la India



# Lecturas con PDA



Lectura con PDA y determinación de las distancias



Lecturas con los PDA

# Pruebas lecturas

Distancias de lecturas con lectores fijos y ubicación de etiqueta



Lectura etiqueta 22 mm distancia  
21 cm, lectura etiqueta 34 mm  
distancia 25cm



Lecturas en la banda transportadora a 21 cm y lecturas a 30 cm

# Prueba Piloto Ventas



# Prueba Piloto Planta



# Conclusiones

Este proyecto representa la mejor alternativa para el control efectivo de los cilindros. Las tecnologías que se utilizan son las comúnmente se emplean en otros países, el software es un desarrollo totalmente propio y se adapta fundamentalmente a las peculiaridades del entorno cubano permitiendo de forma general:

- Mayor eficiencia en la logística, lo que redunda en una utilización óptima del parque de cilindros existente y por consiguiente en una menor demanda de cilindros nuevos.
- Control preciso de los ciclos de mantenimiento y de vida de los cilindros, garantizando la explotación óptima de los existentes y la planificación precisa de la reparación y de la fabricación de cilindros nuevos por reposición.
- Se evitan de accidentes en las viviendas y en las instalaciones de la Empresa, ya que impide que se introduzcan sistema cilindros fuera de servicio o recuperados ilegalmente.
- Reducción de los costos de supervisión y control. Al facilitar la realización de estas acciones y reducir su duración permite aumentar la cantidad de acciones que se pueden realizar con el mismo personal y aumentar simultáneamente su profundidad y frecuencia sin incrementar la cantidad de personal e incluso reduciendo el existente



Gracias por su tiempo

Dr. C. José Franco Fernández  
[jose@tm.cupet.cu](mailto:jose@tm.cupet.cu)