

LA ADMINISTRACIÓN DE CILINDROS DE ALTA PRESIÓN Y SU IMPACTO EN LA ATENCIÓN A LOS USUARIOS DE GASES DEL AIRE COMPRIMIDO

Fernández Ronquillo Jorge ¹

Resumen. *El mercado de gases del aire comprimido ha sido manejado desde sus inicios por políticas directas y rígidas de compañías transnacionales. Los pocos controles que existen para la distribución de cilindros de alta presión han sido creados e implementados por estas empresas, con procedimientos de trabajo que se concentran en impedir el crecimiento de competidores, utilizando mecanismos que afectan la libre decisión del consumidor, aprovechando sus títulos de “empresas de alta seguridad”, como mecanismo para mantener la concentración del mercado. Este estudio describe lo que ocurre con los cilindros de alta presión y sugiere modificaciones a los procesos logísticos, que garanticen al usuario un buen servicio, a un precio adecuado, con altos estándares de seguridad y entregados en el tiempo adecuado. En este artículo se desarrolla una metodología de administración de cilindros de alta presión que permite diferenciar y controlar aquellos que son de uso privado con los de las empresas comercializadoras..*

Palabras Claves: Distribución cilindros, Logística cilindros, Gases del aire, Cilindros alta presión, Mercado de gases comprimidos, Seguridad y transporte.

Abstract: *Since its inception, the compressed gas market has been managed by the direct and rigid policies of transnational companies. The few existing controls on the distribution of high-pressure cylinders have been created and implemented by these companies; the working procedures focus on preventing the development of competitors by employing mechanisms that impair the free choice of the consumer. These companies take advantage of their “high security firm” title by using it as a mechanism to maintain the concentration of the market. This study seeks to understand the current situation of high pressure cylinders and to suggest modifications to the logistical procedures that can guarantee the consumer a quality service, a fair price, high security standards, and a timely delivery. This article will develop an administration methodology to establish a differentiation between the private use cylinders with the cylinders marketer companies.*

Keyword: Distribution cylinders, cylinders logistics, air gases, high pressure cylinders, compressed gas market, security and transport.

Recibido: Enero 2015.

Aceptado: Marzo 2015.

1. INTRODUCCIÓN

Administración es el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, este estudio se limita al campo del manejo de cilindros de alta presión, desde el punto de vista de transporte, manejo, control y operación en clientes.

Este estudio es una base para la decisión de cómo manejar los cilindros de alta presión en un mercado que ha mantenido políticas de intercambio altamente riesgosas y en manos de pocos operadores.

El mercado de gases se concentra la mayoría en empresas multinacionales y en unas pocas empresas medianas que captan un mercado residual.

Se estima que el 50% de los cilindros de alta presión son de propiedad de empresas privadas internacionales y el restante se reparte entre empresas medianas y clientes directos. Los cilindros de las empresas son entregados a los usuarios bajo la modalidad de contrato de arriendo o de comodato para uso temporal.

De la mayoría de los cilindros se desconoce su paradero, no es posible ubicarlos en el mercado

y pueden tener usos diferentes para los cuales ellos fueron fabricados o acondicionados. Es usual la rotación en que la empresa productora de gases entrega un cilindro de su propiedad y recibe uno del cliente; y el solo hecho de intercambiarlo produce el efecto legal de cambiar automáticamente la propiedad.

Los números seriales de los cilindros, usualmente únicos e irrepetibles son llevados en documentos que posteriormente se utilizan para el caso de reclamos y/o trazabilidad exigida por la ley, pero esto se limita solamente para el producto que contiene y no tienen ninguna validez para demostrar la propiedad del cilindro intercambiado. Es usual considerar al mercado de cilindros de alta presión como un mercado común del que todos son dueños de una parte de la “porción” y la propiedad se demuestra a través de la posesión del bien.

El respeto por el uso de los cilindros, no se da en el mercado de los cilindros de alta presión, a pesar de ser extremadamente peligrosos (presiones de 2000 a 3000 libras), costos muy elevados (100 a 300 dólares), con un mercado concentrado en unas pocas empresas que manejan la comercialización.

Los cilindros en su mayoría se fabrican para 5 años de duración, periodo en el que puede ser revalidado a través de una prueba hidrostática. Esta prueba la realizan empresas, que por

¹ Profesor de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Departamento de Investigación Científica (e-mail: jfernandezr@ulvr.edu.ec)

razones de comercialización y no de seguridad, solo aceptan como válidas las realizadas en sus instalaciones. Este procedimiento podría considerarse como aceptable, si cada empresa fuese responsable de sus cilindros y no necesariamente de todo el parque del país..

2. BASE TEÓRICA DEL SISTEMA

Resulta imprescindible identificar los cilindros que transportan gases medicinales. Las etiquetas RFID (Radio Frequency Identification), también denominadas DSRC (Dedicated Short Range Communication), son sistemas para identificar objetos mediante ondas de radio. La etiqueta RFID, también denominada chip o transponedor, contiene una pequeña antena emisora que puede ser activa o pasiva (permanece inactiva hasta que se le solicita información). La información que alberga debe ser leída con un receptor de baja frecuencia, que emite ondas de radio a una distancia de hasta dos metros y suelen ser pasivas, de media y de alta frecuencia. La identificación por radiofrecuencia o RFID es una tecnología de identificación remota e inalámbrica en la cual un dispositivo lector o reader vinculado a un equipo de cómputo, se comunica a través de la antena con un transponedor (también conocido como tag o etiqueta) mediante ondas de radio.

La tecnología RFID no necesita una línea de visión, no requiere de intervención humana (Ideal para automatizar), trabaja en distancias de lectura hasta de 2 metros, tiene lectura simultánea de múltiples artículos (protocolo anticolidión), puede realizar hasta 500 lecturas por minuto (más de 5 veces más rápido que un código de barras), no le afectan los ambientes sucios y tiene capacidad de lectura y escritura.

RFID Pasivo confía en la energía de Radio Frecuencia transferida del lector a la etiqueta para activar la etiqueta. RFID refleja la energía del lector o absorbe y temporalmente guarda una cantidad muy pequeña de energía de la señal del lector para generar su propia respuesta rápida. En cualquier caso, el funcionamiento de RFID Pasivo requiere señales muy fuertes del lector, y la fuerza de la señal devuelta de la etiqueta es forzada a niveles muy bajos por la energía limitada

Para RFID pasiva, el rango de comunicación es limitado por la necesidad de señales muy fuertes recibidas por la etiqueta para activarse, limitando al lector al rango de la etiqueta, y por la pequeña cantidad de potencia disponible para que una etiqueta responda al lector, limitando la etiqueta al rango del lector. Estos factores típicamente limitan el funcionamiento de RFID Pasivo a 2 metros o menos. Un sistema básico de RFID Pasivo requiere de 3 segundos para

identificar 20 etiquetas. Con un rango de comunicación de dos metros.

Las tecnologías disponibles de RFID pueden guardar los datos dinámicamente dentro de la etiqueta. Sin embargo, proporcionan típicamente sólo una cantidad pequeña de almacenamiento de datos de lectura/escritura, en el orden de 128 bytes (1000 bits) o menos. RFID Pasivo es apropiado cuando el movimiento de materiales es altamente consistente y controlado, y cuando es requerida una capacidad de almacenamiento pequeña y sin requerimientos de sensibilidad.

Para poder identificar los cilindros que conforman una paleta y crear una relación unívoca entre ambos que permita mantener su trazabilidad, es necesario realizar lecturas masivas hasta de 240 cilindros simultáneamente. La lectura correcta de todos y cada uno de estos cilindros en su interior resulta extremadamente compleja, debido a que las "capas" metálicas que conforman las paletas generan barreras a la transmisión y flujo de las ondas de radiofrecuencia que irradian los lectores RFID para poder energizar a cada uno y obtener los datos almacenados en él.

El sistema desarrollado y que se presenta en este artículo, incluye el uso del RFID en todas las etapas del proceso, desde la identificación de los cilindros, hasta el control de un lote completo en la línea de llenado dentro de la empresa, así como el transporte en doble vía y el almacenamiento en la bodega del cliente, cerrando con el retorno de los cilindros a la empresa.

Los resultados de los ensayos confirmaron la utilización de Tecnología RFID en la identificación de cilindros con oxígeno medicinal como una herramienta confiable y segura, que no afecta los procesos de manufactura ni logística y permite al mismo tiempo optimizar el control de los gases medicinales y los cilindros que los transportan.

3. DATOS GENERALES DE LOS CILINDROS

Cilindros de Alta Presión.- Son construidos por extrusión en caliente, y se identifican por algunas marcas que poseen en los cuellos.

DOT.- Especifica el material y el tipo de fabricación del cilindro, en algunos cilindros se incluyen la máxima presión de servicio, cerca de ella se incluyen las palabras SPUN o PLUG, las cuales especifican la forma de fabricación del cilindro.

Todo cilindro debe tener estampado en bajo relieve: el nombre del propietario del cilindro; la presión máxima de servicio o la presión de prueba; el peso tara del cilindro siempre que se

trate de gases licuados; el volumen del cilindro en litros de agua; fecha de la última prueba hidrostática, indicando mes, año, logotipo del laboratorio de prueba hidrostática; norma técnica de fabricación del cilindro y número serial de identificación del mismo. No se deben remover, cambiar o alterar marcas o números de identificación de los cilindros, porque eso automáticamente es causa de rechazo del cilindro.

Datos de clasificación

- Norma de clasificación.- la norma de referencia internacional bajo la cual fue fabricado el cilindro.
- Tipo de Material fabricación.- composición del material utilizado para la fabricación (3A, 3AA).
- Presión de diseño o de servicio WP.- presión nominal de trabajo para el cual fue fabricado el cilindro.

Datos de fabricación

- Número de serie del cilindro.- es el número único del cilindro que puede contener letras y números.
- Identificación del Fabricante.- la marca que pone el fabricante al cilindro.
- Fecha de fabricación.- fecha de fabricación del cilindro
- Procedencia.- país en donde el cilindro fue fabricado.
- Marca oficial de inspección reconocida
- Capacidad m³.- capacidad en metros cúbicos del cilindro con gas comprimido a la presión de servicio.
- Tara en kg.- peso del cilindro vacío.
- Volumen lt.- volumen físico del cilindro en litros (volumen de agua)

Datos particulares

- Propietario.- nombre del propietario del cilindro
- Presión de llenado.- presión a la que fue llenado el cilindro
- Tipo de gas.- código del gas que contiene el cilindro
- Color.- color del cilindro
- Tipo de tapa.- tapa fija o móvil

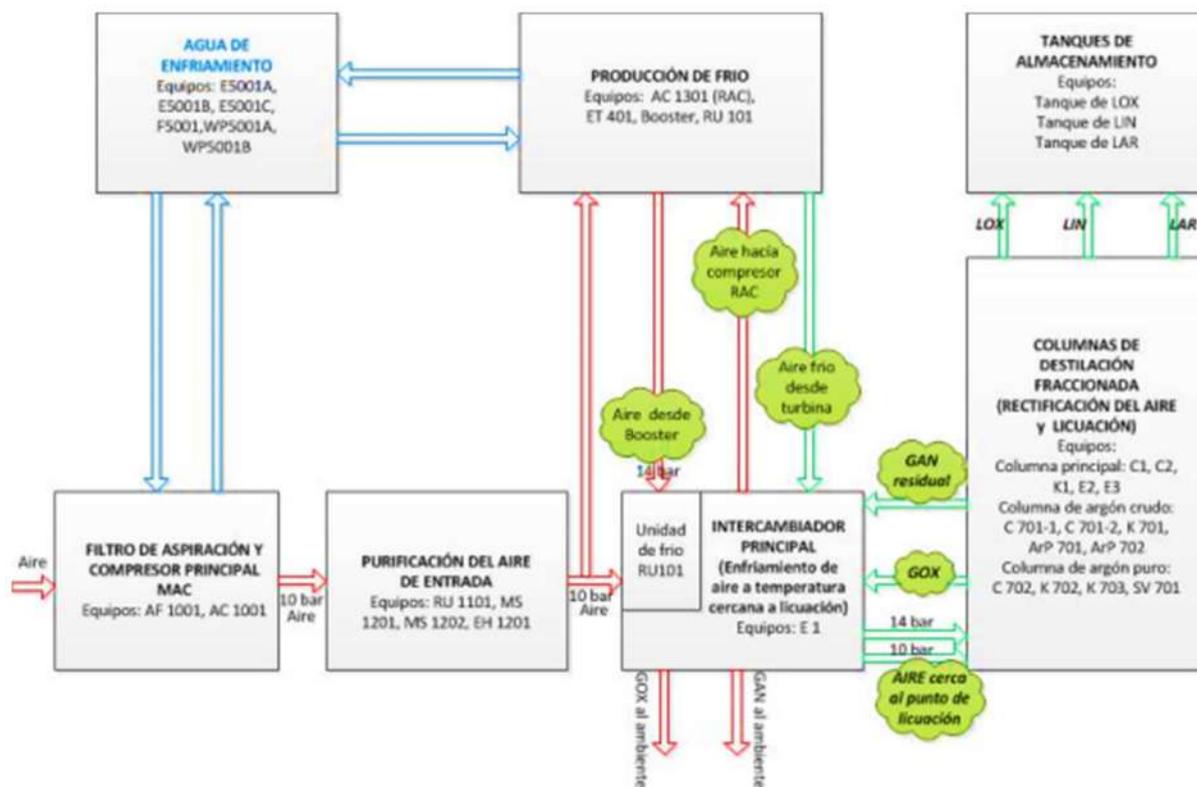
Datos de prueba hidrostática

- Presión de prueba.- presión hidrostática a la que fue sometido al momento de la prueba
- Fecha de última inspección.- fecha de la última prueba hidrostática
- Expansión volumétrica total.- volumen al cual se expandió cuando se le hizo la prueba
- Expansión volumétrica permanente.- volumen al cual retornó luego de quitarle la presión
- Expansión volumétrica elástica.- diferencia entre las expansiones anteriores
- Empresa que hizo la prueba.- nombre de la empresa que realizó la última prueba
- Color del anillo.- color del anillo ubicado entre la válvula y el domo como referencia del año
- Fecha cambio de válvula.- fecha del último cambio de válvula.
- Tipo de válvula.- código de la válvula que tiene el cilindro.
- Fecha de próxima revisión.- fecha en la cual el cilindro debe volver a ser probado.
- Fecha de rechazo.- fecha cuando el cilindro es rechazado luego de haberse realizado la prueba hidrostática.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ATENCIÓN A CLIENTES CON CILINDROS DE ALTA PRESIÓN

El proceso inicia en las fábricas de producción de gases del aire, que obtienen y almacenan el producto en estado líquido obtenido a través de un proceso de destilación. La materia prima es el aire y los productos obtenidos en la mayoría de las aplicaciones son Oxígeno Líquido (LOX), Nitrógeno Líquido (LIN) y Argón Líquido (LAR). El procedimiento que las plantas de producción siguen para la obtención de los gases derivados del aire, se resume en la FIGURA I:

FIGURA. I
El procedimiento que las plantas de producción siguen para la obtención de los gases derivados del aire
Proceso de Fabricas

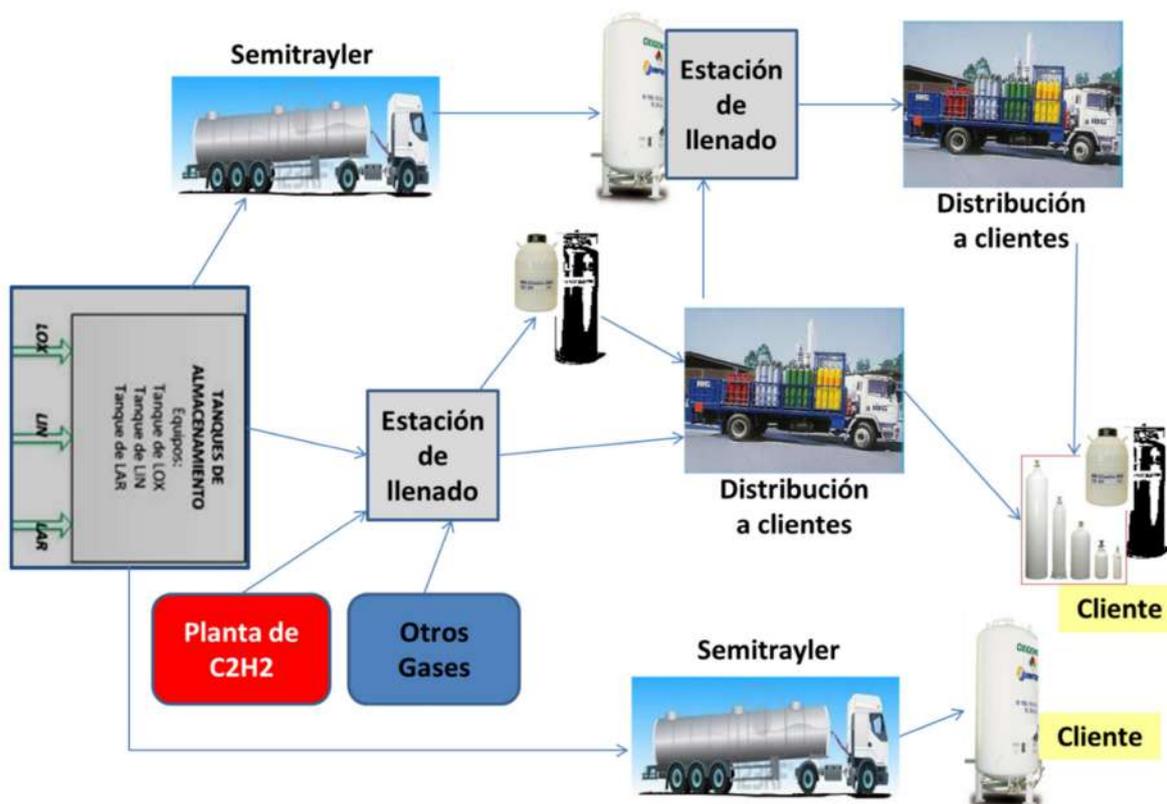


El producto obtenido se lo debe transportar a los clientes y usualmente se utilizan 2 formas de hacerlo:

1. Distribución Líquido
2. Distribución Gaseosa

En la Figura II se resumen los procesos para la distribución de gases tanto a clientes como a estaciones de llenado, en cada uno de ellos se debe activar el RFID como paso requerido para que el sistema funcione. Es usual que las plantas de producción de gases del aire incluyan otros gases como complemento del mercado, ese es el caso del Acetileno (C_2H_2) y de gases para aplicaciones especiales y mezclas.

FIGURA. II
los procesos para la distribución de gases tanto a clientes como a
estaciones de llenado
Proceso de Distribución



La seguridad de los cilindros se ve afectada por el procedimiento que se utiliza para el reparto y atención a los clientes. El ciclo de movimiento de cilindros inicia desde el momento en que se prepara el parque para el llenado y termina en cuanto regresan del punto de consumo que usualmente es el cliente de gases del aire. La Figura 3 ilustra el ciclo del cilindro y presenta los puntos relevantes en donde se registra el movimiento con el lector de RFID para analizar su logística:

1. Recepción de Pedidos.- centro de servicios recibe los pedidos o llama a clientes. Registra sus necesidades.
2. Preparación de Ruta.- logística utiliza la información de:
 - a. Rutas óptimas de tránsito de la ciudad
 - b. Ordenanzas municipales de circulación
 - c. Direcciones de clientes
 - d. Datos de camiones calificados
 - e. Prioridades de clientes
3. Preparación del parque de cilindros.- en base a la disponibilidad, se organizan los cilindros para el llenado:
4. Los propios para identificar los de la empresa productora, identificados con el número de serie único para identificación.
5. Los de otros propietarios a los cuales se necesita llevar el control de la numeración por la trazabilidad.
6. Los almacenados en bloque o grupo, son cilindros de otros propietarios que no requieren de trazabilidad y el serial no es necesario.
7. Los cilindros nuevos son aquellos que recién van a iniciar su trabajo, por lo tanto aún no están registrados en el ciclo de proceso.
8. Llenado de cilindros.- producción recibe los cilindros vacíos, los clasifica y agrupa de acuerdo a las necesidades y procede con el llenado. Si bien se pueden llenar todos los cilindros al mismo tiempo, se recomienda hacerlo de acuerdo a la clasificación previa.
9. Problemas en llenado.- Los cilindros que por alguna causa, no pueden ser llenados se los separa y se los envía a la probadora para su recuperación o baja del parque de cilindros.
10. Despacho de cilindros:
11. Los cilindros pueden ser despachados a los clientes en camiones propios a través de la Ruta de Camiones preparada previamente con los pedidos e incluyen entre la documentación la Guía correspondiente.
12. El camión puede llevar cilindros libres para ser intercambiados en el camino sin que haya existido un pedido previo, a eso

se llaman cilindros en contingencia. Para ellos se debe preparar una Guía itinerante.

13. Existe además la posibilidad que el cliente se acerque a la rampa a retirar su producto sin necesidad de contratar el transporte.
14. Los cilindros que llevan productos medicinales, se deben registrar con los números seriales de manera que permita la trazabilidad.
15. La entrega a los Clientes se realiza con un documento de intercambio de cilindros en el que se registra el número serial del cilindro lleno que se entrega y el número serial del cilindro vacío que se recibe. Este documento es importante porque además de registrar el propietario del cilindro, permite conocer la estadística de rotación que se analizará posteriormente.
16. Es necesario un documento de Novedades en Ruta, de cuya existencia el cliente conoce y el chofer debe poner a disposición del cliente para registrar observaciones que luego permitirán mejoras del procedimiento de trabajo.
17. Al retornar el camión, se solicita al guardia el conteo de cilindros. Debe ser instruido para que lleve el control de movimiento de cilindros tanto a la salida como al retorno de la ruta.
18. Es necesario, habilitar los RFID de cada cilindro al retorno de los camiones. Todo cilindro debe entrar y salir de las instalaciones debidamente identificados.
19. Los documentos de ruta se deben entregar al retorno para el cuadro y registro de novedades.
20. Los cilindros vacíos en buen estado se preparan para el llenado.
21. Los cilindros vacíos en mal estado se preparan para el ingreso a la probadora.
22. Es una buena medida implementar la Inspección aleatoria en Ruta que debe hacer el responsable del control de cilindros.
23. Los choferes, ayudantes y personal que prepara la Ruta de Camiones deben conocer las Leyes y Ordenanzas de Circulación, donde se indiquen los horarios y avenidas por las cuales pueden transitar los vehículos.

5. RESULTADOS

El proceso de producción, distribución y atención a clientes con cilindros de alta presión y controlado con RFID, descrito en este documento, garantiza un servicio eficiente, con costos mínimos, a un precio reducido. La forma de control y trazabilidad ofrece estándares de seguridad de acuerdo a las normas del país y se

logra la entrega en el tiempo adecuado. En este artículo hemos desarrollado un Sistema de Administración de Cilindros de alta presión que nos permite controlar tanto los de uso privado del cliente, como los de las empresas comercializadoras.

El software desarrollado sigue las siguientes políticas:

1. Entrega de cilindros llenos Cpropio por cilindros vacíos Cpropio.
2. Entrega de cilindros llenos Cpropio por vacíos del cliente Cpartic, con firma de responsabilidad, de que se los recibe para el llenado, porque son legalmente de su propiedad y con el compromiso que les serán devueltos.
3. Préstamo y/o arriendo con garantía bancaria o póliza de seguro.
4. Control de inventario de cilindros Cpropio en el cliente y si él lo desea, control de inventario de los cilindros que tiene el cliente Cpartic.

5. Es necesario disponer de un parque de cilindros para rotación con clientes y distribuidores que no acceden al control de su inventario Cbloque.
6. Inventario diario de cilindros: cuadro físico vs registro de movimientos realizado por la empresa al ingreso y/o egreso de los cilindros de las instalaciones.

El Control del inventario de cilindros de alta presión es independiente entre la empresa comercializadora y el parque de propiedad del cliente, tanto el que corresponde a Cpartic como el que corresponde a Cbloque. La diferencia entre los dos parques es que en el primero es imprescindible tener la trazabilidad por ser para uso medicinal y el segundo solo se controla para que su rotación sea eficiente.

Si los cilindros retornan por otra vía que no sea la del mismo cliente, no afecta su inventario, solo el balance entre propios y particulares. Ejemplo de un reporte de control de este programa, realizado en una corrida del Sistema de Administración de Cilindros es como sigue:

TABLA. I
reporte de control de este programa, realizado en una corrida del Sistema de Administración de Cilindros
Resultados numéricos

<i>Fecha</i>	<i>Inventario Cliente</i>			<i>CLI-999</i>				<i>CLI-998</i>
	<i>Cilindro Cpropio</i>	<i>Cilindro Cpartic</i>	<i>Total</i>	<i>Entrega Cpropio</i>	<i>Entrega Cpartic</i>	<i>Recepción Cpropio</i>	<i>Recepción Cpartic</i>	<i>Recepción Cpropio</i>
1	10	5	15	6		6		
2	10	5	15	5	2	4	3	
3	11	4	15		4		2	
4	11	6	17	4		5		
5	10	6	16					1
6	9	7	16	6			6	
7	15	1	16	3			1	
8	18	0	18	2				
9	20	0	20					2
10	18	2	20	4			4	
11	22	-2	20					

Se puede observar en la Figura 4, que el sistema permite controlar con el Documento de Intercambio, la propiedad y ubicación de los cilindros, sea que los retorne el cliente usando los camiones de la comercializadora o a través de terceros.

Este sistema asegura la trazabilidad exigida para gases de uso medicinal.

Los dispositivos electrónicos RFID permiten los inventarios diarios porque pueden leer hasta 240 cilindros automáticamente con cada barrida. Esta cantidad es suficiente para los vehículos que circulan dentro y fuera de la ciudad.

6. CONCLUSIONES

1. El Sistema de Administración de Cilindros de alta presión es una solución informática y de control válido para la seguridad en el manejo de los cilindros que se encuentran en el mercado.
2. Los gases medicinales que requieren de la obtención de Buenas Prácticas de Manufactura previo a la obtención del Registro Sanitario, pueden basar sus procesos en el control que proporciona este sistema.
3. Los RFID permiten los registros suficientes para el control y administración de los cilindros que transportan gases medicinales.
4. La rotación de cilindros y el uso adecuado de ellos, se logra con uso de este sistema de administración.
5. Este sistema ha sido probado y validado por empresas comercializadoras y distribuidoras de cilindros.

7. RECOMENDACIONES

1. Este modelo debería ser implementado en empresas que se encuentran laborando bajo estándares de seguridad y calidad vigentes para los gases de uso medicinal, de acuerdo no solo a las leyes ecuatorianas, sino a las normas internacionales.
2. El Sistema de Administración de Cilindros de alta presión es una herramienta desarrollada particularmente, que debe ser mejorada continuamente, y adecuada a las características de cada empresa comercializadora.
3. Es necesario exigir nuevas regulaciones que eviten la rotación de cilindros para garantizar la seguridad de los usuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ASAMBLEA NACIONAL, E. (2008).** LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD. Montecristi, Manabí, Ecuador: Suplemento del Registro Oficial 398.
2. **LUIS A. D'ANGELO, D. R. (ABRIL DE PRIMERA EDICIÓN 2011).** Unicef. Obtenido de Unicef: http://www.unicef.org/argentina/spanish/clima_conflicto_violencia_escuelas.pdf.
3. **M.I. CONCEJO CANTONAL, G. (2001).** ORDENANZA DE CIRCULACIÓN DEL CANTÓN GUAYAQUIL. Guayaquil, Ecuador: Diario El Universo 010322-242.
4. **MERCADO, S. D. (2011).** LEY ORGÁNICA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL PODER DE MERCADO. Quito, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 555.
5. **MUY ILUSTRE MUNICIPALIDAD, G. (12 DE 07 DE 2013).** Vías – Áreas de Restricción Carga Descarga. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
6. **NORMALIZACIÓN, I. E. (1984).** IDENTIFICACIÓN DE CILINDROS QUE CONTIENEN GASES INDUSTRIALES. Quito: Registro Oficial No. 92.
7. **NORMALIZACIÓN, I. E. (1995).** CILINDROS PARA GASES DE ALTA PRESIÓN. REVISIÓN. Quito: Registro Oficial No. 793.
8. **NORMALIZACIÓN, I. E. (2010).** TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS. Quito: Registro Oficial No. 107.
9. **REPÚBLICA, P. C. (2012).** Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Quito, Ecuador: Registro Oficial N° 731.
10. **TORRES, C. (2012).** 11-91 Ecuador LOX1500 PID-Model . Guayaquil: MEGAPRINT.
11. **VASQUEZ, M. (22 DE OTUBRE DE 2010).** Eroski Consumer. Obtenido de Eroski Consumer: http://www.consumer.es/web/es/educacion/escola_r/2010/10/22/196660.php.