



**INCREMENTO DE LA FLEXIBILIDAD OPERACIONAL DE LOS SISTEMAS DE  
BOMBEO DE LAS CASA DE BOMBAS 1 Y C DEL DEPARTAMENTO DE  
MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS DE LA GRB ECOPETROL S.A**

**ANNY MILENA VÁSQUEZ VANEGAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2009**



**INCREMENTO DE LA FLEXIBILIDAD OPERACIONAL DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO DE LAS CASA DE BOMBAS 1 Y C DEL DEPARTAMENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS DE LA GRB ECOPETROL S.A**

**ANNY MILENA VÁSQUEZ VANEGAS**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Química**

**DIRECTOR: CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA**

**INGENIERO QUÍMICO, Msc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, por dejarme ser lo que soy  
Por regalarme cada día todas las capacidades para ser aún mejor,  
Por su grandeza en el amor y sus bendiciones que no conocen límites.

A MIS PADRES, por ser el apoyo de mis sueños,  
Por su gran forma de ser los mejores papás  
Y porque todas sus enseñanzas han tenido eco en lo que soy.

A MIS HERMANOS, por su compañía incondicional,  
Por los momentos que nos han unidos aún más  
Y porque aunque cada uno es un mundo diferente, en todos puedo descubrir el  
Verdadero amor.

### **A TI PORQUE HAS SIDO:**

Palabras que me confortan cuando estoy triste,  
Sentimientos que me acogen cada día para hacerme más feliz  
Una gran luz para mi corazón y la alegría de mi alma,  
Y el nuevo encuentro de mis ojos con la vida.

AI DEPARTAMENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS de la GRB,

Por la ayuda que me brindaron en este nuevo camino y

Por hacer de mi primera experiencia laboral un

Aprendizaje constante y significativo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	2
1.1 <b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	2
1.2 <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	2
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	4
<b>3.1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL CASA BOMBAS C: HIDROTRATAMIENTO DE ACPM EN LA PLANTA UNIBÓN</b> .....	4
<b>3.2 OPERACIÓN EN CASA BOMBAS 1: ENTREGA DE PRODUCTOS TERMINADOS AL LLENADERO DE CARROTANQUES</b> .....	5
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL</b> .....	7
<b>4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE CASA BOMBAS 1</b> .....	7
4.1.1 <b>Despachos</b> .....	8
4.1.2 <b>Equipos que se encuentran en operación en falla y en Stand By</b> .....	9
4.1.2.1 <b>Equipos de bombeo en operación en falla</b> .....	9
4.1.2.2 <b>Equipos de bombeo en Stand By equipo en lucro cesante</b> .....	9
<b>4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE CASA BOMBA C</b> .....	10
4.2.1 <b>Envío de carga de ACPM hacia el K-2654</b> .....	10
<b>5. ESPECIALIDAD DE PROCESOS</b> .....	11
<b>5.1 REVISIÓN HIDRÁULICA DE CASA BOMBAS C: BOMBA DE CARGA DE ACPM A UNIBÓN</b> .....	11
5.1.1 <b>Actividades que se realizan para la evaluación hidráulica</b> .....	11
5.1.1.1 <b>Búsqueda de información</b> .....	11
5.1.1.2 <b>Recopilación de datos en campo</b> .....	11
5.1.1.3 <b>Implementación de la hoja de cálculo</b> .....	13
5.1.1.4 <b>Elaboración de la curva del sistema</b> .....	14
<b>5.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD Y CAÍDAS DE PRESIÓN EN CADA SECCIÓN DE TUBERÍA</b> .....	15
<b>5.3 REVISIÓN HIDRÁULICA DE LAS BOMBAS UBICADAS EN CASA BOMBAS 1</b> .....	18
<b>6. FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....	21
6.1 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES EN CASA BOMBAS 1</b> .....	21

<b>6.1.1</b>	<b>Productos blancos-medios.....</b>	<b>21</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Productos blancos-gasolinas.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Productos blancos-disolventes.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1.4</b>	<b>Productos negros bases.....</b>	<b>27</b>
<b>6.1.5</b>	<b>. Productos negros.....</b>	<b>27</b>
<b>6.2</b>	<b>COMPRA DE UNA BOMBA CENTRIFUGA-MOTOR.....</b>	<b>28</b>
<b>6.3</b>	<b>INSTALACIÓN DE LA BOMBA P-3143B COMO SPARE DE NP-2664.....</b>	<b>28</b>
<b>6.4</b>	<b>INSTALACIÓN DE LA BOMBA P-3143B Y P3143A EN UNA CONFIGURACIÓN EN PARALELO COMO EQUIPOS SPARE DE LA BOMBA NP-2664.....</b>	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Propiedades generales del ACPM.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 2. Características de la Bomba.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 3. Características de la línea de succión.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 4. Equipos encontrados en el seguimiento de las líneas de succión y descarga.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 5. Características de la línea de descarga compuesta por secciones de diferente diámetro.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 6. Curva de la bomba P-3143B a 2000RPM.....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 1. Tren de medición en el llenadero de carrotanques.....</b>	<b>18</b>
<b>Diagrama 2. Esquema de conexiones correspondientes al manifold de productos blancos-medios.....</b>	<b>22</b>
<b>Diagrama 3. Esquema de conexiones correspondientes al manifold de productos blancos-gasolinas.....</b>	<b>23</b>
<b>Diagrama 4. Esquema de conexiones correspondientes al manifold de productos blancos-gasolinas.....</b>	<b>25</b>

## ÍNDICE DE GRAFICAS

<b>Gráfica 1. Curva del sistema para la bomba P-2664 a diferentes revoluciones y variaciones de nivel en el tanque K-2654 .....</b>	<b>17</b>
<b>Gráfica 2. Curva del sistema Disolventes y curva de la bomba P-3131 que se maneja como Spare de Disolventes.....</b>	<b>26</b>
<b>Gráfica 3. Curva de la Bomba P-3143B a 2000 RPM, intersecada con la curva del sistema de ACPM hacia UNIBÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>Gráfica 4. Curva de las bombas en una configuración en paralelo intersecada con la curva del sistema para los diferentes niveles de volumen del tanque. ....</b>	<b>31</b>
<b>Gráfica 5. Bomba P-3151, Servicio: Diesel Marino.....</b>	<b>63</b>
<b>Gráfica 6. Bomba P-3122, Servicio: Diesel regular .....</b>	<b>66</b>
<b>Gráfica 7. Bomba P-3152, Servicio: Jet A1 .....</b>	<b>69</b>
<b>Gráfica 8. Bomba P-3124, Servicio: Avigas .....</b>	<b>72</b>
<b>Gráfica 9. Bomba P-3112, Servicio: Gasolina Motor Regular.....</b>	<b>75</b>
<b>Gráfica 10. Bomba P-3113, Servicio: Disolvente 1 .....</b>	<b>78</b>
<b>Gráfica 11. Bomba P-3106, Servicio: Disolvente 2.....</b>	<b>80</b>
<b>Gráfica 12 Bomba P-3116, Servicio: Disolvente 3.....</b>	<b>82</b>
<b>Gráfica 13. Bomba P-3117, Servicio: Disolvente 4.....</b>	<b>85</b>
<b>Gráfica 14. Bomba P-3120, Servicio: Hexano .....</b>	<b>88</b>
<b>Gráfica 15. Bomba P-3143C, Servicio: Base Parafínica Media.....</b>	<b>92</b>
<b>Gráfica 16. Bomba P-3143D, Servicio: Base Parafínica Bright Stock .....</b>	<b>95</b>
<b>Gráfica 17. Bomba P-3142C, Servicio: Aceite Industrial Nafténico .....</b>	<b>97</b>
<b>Gráfica 18. Bomba P-3142D, Servicio: Destilado Nafténico Pesado .....</b>	<b>99</b>
<b>Gráfica 19. Bomba P-3150: Combustóleo .....</b>	<b>103</b>

## TABLA DE ANEXOS

<b>ANEXO A. Despacho consolidado de cada producto vendido en el llenadero de carrotanques desde el 14 de agosto hasta el 9 de diciembre.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO B. Ventas Nacionales de Petroquímicos desde el año 2002 hasta el 2007 .....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO C. Ingreso de carrotanques en el mes de noviembre .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO D. Lección aprendida y Análisis de falla de la bomba P-2664.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO E. Plan 11, para lubricación de sellos .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO F. Caracterización de los tanques: tipo de techo, servicio, alturas de referencia, capacidad máxima.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO G. Caracterización de Bombas: Best Eficcient Point (BEP), punto de operación, ventanas operativas y flujos de operación normal registrados en el llenadero.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO H. Muestra de algunos Isométricos realizados .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO I. Curva de la Bomba NP-2664 ESCANEAR.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO J. Data sheet de la Bomba NP-2664.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO K. Plano del Drum D-2652.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO L. Data Sheet de la Válvula de Control FIC26506 .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO M. Hoja de cálculo utilizada para la evaluación de la Bomba P-2664</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO N. Criterios de dimensionamiento de las líneas de ECOPETROL S.A .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO O. Resultado de las velocidades y caídas de presión en las tuberías de succión y descarga de la Bomba NP-2664 .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO P. Productos y condiciones de operación en el llenadero .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO Q. Distribución de los productos en las islas de llenado .....</b>	<b>59</b>

<b>ANEXO R. Resultados generales de la evaluación hidráulica realizada para cada uno de los sistemas de acuerdo a su clasificación.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO S. Hojas de cálculo en Excel asociadas a los sistemas ubicados en Casa Bombas1 .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO T. Recopilación de datos de las válvulas de seguridad del tren de medición en el llenadero de Carrotanques.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO U. Data Sheet Filtro Smith 34-E3.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO V. Data Sheet Filtro Smith 44-E3.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO W. Data Sheet Medidor de desplazamiento positivo E3-S1.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO X. Data Sheet Medidor de desplazamiento positivo G6-S1 .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO Y. Data Sheet Válvula Set Stop 210 .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO Z. Data sheet Válvula de seguridad Crosby.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO AA. Cotización de la nueva bomba Centrífuga.....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1. Sistema de productos.....</b>	<b>114</b>
<b>Foto 2. Tren de medición en el llenadero .....</b>	<b>114</b>
<b>Foto 3. Filtro Smith 34-E3.....</b>	<b>115</b>
<b>Foto 4. Medidor de desplazamiento positivo.....</b>	<b>115</b>
<b>Foto 5. Pressure Transmitter Rosemount Inc.y Temperature transmitter Rosemount Inc.....</b>	<b>115</b>
<b>Foto 6. Válvula set stop Smith.....</b>	<b>116</b>
<b>Foto 7. Dan Load Daniel 610 .....</b>	<b>116</b>
<b>Foto 8. Casa Bombas 1. ....</b>	<b>117</b>
<b>Foto 9. Sistema Manifold de descarga de la Bomba P-3131, Spare de Disolventes.....</b>	<b>117</b>
<b>Foto 10. Llenadero de Carrotanques, Isla 3 y 4.....</b>	<b>118</b>
<b>Foto 11. Desmantelamiento de la Bomba p-3121 y aplicación del SAS(Sistema de Aislamiento Seguro).....</b>	<b>119</b>
<b>Foto 12. Líneas de descarga hacia el Llenadero.....</b>	<b>120</b>
<b>Foto 13. Bomba P-3117, cumple con la Norma API, plan 11 .....</b>	<b>120</b>

## RESUMEN

**TITULO:** Incremento de la flexibilidad operacional de los sistemas de bombeo de las casa de bombas 1 y c del Departamento de Materias Primas y Productos de la GRB ECOPEPETROL S.A.\*

**AUTOR:** Anny Milena Vásquez Vanegas\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Bombas centrífugas, equipos spare, evaluación hidráulica.

Este proyecto es un análisis hidráulico detallado de las bombas centrífugas de las Casa Bombas 1 y C del Departamento de Materias Primas y Productos de la GRB ECOPEPETROL S.A, con el fin, de generar propuestas que permitan solucionar algunas restricciones encontradas en las diferentes bombas y que incrementen la flexibilidad de la operación, especialmente, en la ocurrencia de casos de emergencia.

La problemática encontrada consiste específicamente en la inexistencia de equipos spare o de relevo que se puedan ajustar a las operaciones actuales de bombeo de ACPM hacia la planta UNIBÓN y el bombeo de productos terminados hacia el llenadero de Carrotanques de la GRB, ECOPEPETROL S.A.

Por tanto en el desarrollo de la práctica industrial se establece un cronograma de trabajo que abarca el conocimiento general de las operaciones del Departamento de Materias Primas y Productos, concretamente las Casa Bombas 1 y C, la recopilación de información en campo sobre las bombas centrífugas a estudiar y el seguimiento de los sistemas de succión y descarga, para posteriormente realizar las evaluaciones hidráulicas correspondientes e identificar las restricciones operacionales en cada uno de estos sistemas. Finalmente, se definen los equipos spare que podrían ser utilizados, teniendo en cuenta los equipos en lucro cesante encontrados, y de esta forma, proponer alternativas viables, eficaces y de un buen impacto económico.

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Msc. Crisóstomo Barajas Ferreira, Ingeniero Químico. Codirector: Nicolás Santos, Ingeniero de Petróleos, Director de Escuela, Universidad Industrial de Santander.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** Increasing Operational Flexibility of pumping System in Pumping House 1 and C of GRB ECOPETROL's Product and Raw Material Department\*

**AUTHOR:** Anny Milena Vásquez Vanegas\*\*

**KEY WORDS:** Centrifugal Pumps, spare devices, hydraulic testing

This project consist in a detailed hydraulic analysis of centrifugal pumps in Pumping House 1 and C of GRB ECOPETROL's Product and Raw Material Department with the aim of generate proposals which allow to overcome some restrictions founded in different pumps, to increase operational flexibility, especially in case of emergency events.

Founded problems consist specifically in the existence of spare or relay devices that can be adjusted to actual pumping operations of DIESEL to UNIBON plant, and finished products pumping to GRB ECOPETROL's filling facility of tankers.

Thus, on development of this industrial practice, a work schedule was established, which covers general knowledge of operations in Product and Raw Material Department, specifically in Pumping House 1 and C, the study of field information collected about centrifugal pumps and monitoring suction and discharge systems, to subsequently do hydraulic testing to identify operational restrictions in each system. Finally, the spare devices which could be used are defined, taking into account, the devices currently found as lost profits, and according to it, suggest efficient, feasible alternatives with a positive economical impact.

\* Degree Work

\*\* Physical-Chemical Engineering Faculty. Chemical Engineering Department. Advisor: Msc. Crisóstomo Barajas Ferreira, Chemical Engineer. Co-Advisor: Nicolás Santos, Petroleum Engineer. Universidad Industrial de Santander.

## INTRODUCCIÓN

La Refinería de Barrancabermeja trabaja diariamente en virtud de garantizar el abastecimiento de combustibles y petroquímicos al país como también la exportación de los mismos.

Así mismo su funcionamiento genera rentabilidad y se preocupa por mantener estándares altos de calidad, a través de una infraestructura adecuada en los procesos de refinación y transporte.

La calidad de los productos y servicios está basada en el mejoramiento de sus procesos productivos y en la generación de valor agregado a los productos, en armonía con el medio ambiente y la comunidad. Por ello, operar procesos que reduzcan la emisión de sustancias contaminantes, protejan la seguridad de su personal y las instalaciones, la reducción de costos operativos, y la implementación de sistemas de medición confiables contribuye a generar confianza en sus clientes y a asegurar esta industria en los márgenes de competitividad nacional para el desarrollo económico, social y político.

Para alcanzar tales objetivos, es necesario una buena práctica operativa, medición, y control que permitan un aseguramiento de recibo y entrega de las materias primas y productos de la refinería, y que en consecuencia se sustenten bajo el marco estratégico de Ecopetrol, que pretende en su consolidación organizacional una excelente operación para incrementar la competitividad y eficiencia ,que asegure la gestión integral de la refinería y la orientación de los resultados hacia los clientes y el mercado que son el eje del negocio.

Por este motivo, a través del siguiente proyecto se busca consolidar esta administración de recursos y productos, ya que permitirá dar confiabilidad a sistemas de bombeo, equipos esenciales en el transporte de fluidos, contribuyendo definitivamente en el negocio de Suministro, transporte y mercadeo de productos que se logran al culminar el proceso de refinación.

El proyecto es una iniciativa, propuesta por el departamento de materias primas y productos para evaluar su viabilidad como una alternativa útil en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la GCB y de ECOPETROL S.A.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar y formular soluciones, por medio del análisis ingenieril que se contempla en la fase 1 del Modelo de Maduración de Proyectos de ECOPETROL S.A, que permitan una flexibilidad operacional a través de equipos spare para los sistemas de bombeo de las casa de bombas 1 y C.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar un diagnóstico de las restricciones operacionales existentes que necesiten sistemas de respaldo en los equipos de bombeo de la Casa de Bombas 1 y C.
- Realizar una evaluación hidráulica de los sistemas de bombeo para presentar una propuesta de solución a las limitaciones que se encuentren en estos sistemas.
- Considerar equipos de bombeo en lucro cesante que se encuentran ubicados en casa bombas 1, para proporcionarles valor agregado, al ser utilizados como equipos spare de los sistemas de bombeo actuales.
- Estructurar la fase I de esta iniciativa teniendo en cuenta el Modelo de Maduración de Proyectos de Ecopetrol S.A.
- Elaborar un documento como solución a las restricciones operacionales identificada.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La estrategia de calidad de combustibles está inscrita en la política de Responsabilidad Social de Ecopetrol, su compromiso es lograr que en Colombia se produzcan y distribuyan: combustibles y petroquímicos, con los mismos estándares de calidad que se exigen en los países más avanzados.

Para poder hacer realidad esta política, mientras están terminadas las obras de modernización de las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja, se han asumido acciones inmediatas, tales como:

- Hidrotratamiento de ACPM en UNIBÓN para utilizarlo como componente corrector en el blending de diesel.
- Importación de diesel de alta calidad (entre 18000 y 24000 BPD), por un valor de estimado de 850 millones de dólares.
- Proyectos de producción de Biodiesel, para ser mezclados con el diesel y obtener un combustible más limpio.

Para el hidrotratamiento de ACPM se requiere asegurar la carga de ACPM entre 16000 BPD y 18000 BPD a la planta UNIBÓN, y para el año 2009 incrementar la carga hasta 22000 BPD, por tanto es importante:

- a) Optimizar la operación y mantener la confiabilidad de la bomba NP-2664 como único equipo encargado de realizar esta función.
- b) Prevenir el incumplimiento de la entrega de ACPM a la planta UNIBÓN, si en algún momento la bomba NP-2664 entra en falla, con la instalación de una bomba centrífuga como equipo spare que pueda cumplir esta función.

Por otra parte, el incremento de las ventas de petroquímicos líquidos año tras año, ha generado un gran potencial económico en las ganancias de ECOPETROL S.A, (Anexo A, Anexo B, Anexo C), lo cual hace indispensable asegurar la entrega de productos para los carrotanques, evitando incumplimientos en el suministro, que puedan ocasionar pérdidas económicas y el pago de multas del orden de 20MU\$.

Bajo esta premisa es necesario considerar soluciones al proceso que permitan reducir la probabilidad de ocurrencia de trabajos de emergencia, por medio de la instalación de sistemas spare que aporten flexibilidad operacional en las casa de bombas 1 ayudando a mitigar estos riesgos por incumplimiento de productos para la venta.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1 FLEXIBILIDAD OPERACIONAL CASA BOMBAS C: HIDROTRATAMIENTO DE ACPM EN LA PLANTA UNIBÓN**

Durante los días 26 al 29 de marzo y 19 al 24 de Junio de 2007 se llevaron a cabo las primeras corridas de referencia con el objetivo principal de implementar la calidad del producto hidrotratado. En estas corridas que se han venido realizando de HDT de ACPM la planta ha presentado buenas condiciones a nivel hidráulico y de proceso pero se requiere la revisión técnica de algunos equipos como válvulas de control y la Bomba NP2664, los cuales tienen que validarse para este incremento de carga (22000BPD).

La bomba NP-2664 presentó algunas fallas mecánicas en los meses de mayo y julio debido a que se encontraron partículas metálicas de la nueva línea soldada y residuos internos del tramo de tubería vieja, los cuales llegaron al área entre la camisa y el buje y ocasionaron el paro de la bomba. Estos acontecimientos fueron registrados en un análisis de falla y se generó una lección aprendida. (Anexo D)

La carga de la unidad de hidrotratamiento Unibón normalmente se realiza con DMO con una capacidad de 22000BPD, pero cuando se programan las corridas de ACPM se baja la carga de la unidad a 18000 BPD; esto se debe a que el ACPM hidrotratado es descargado al cabezal de diesel regular que tiene su punto final en blending en casa bombas 9, en donde se debe tener un mayor control en la regulación del flujo para operar dentro de las especificaciones y producir Diesel regular con los índices de calidad definidos dentro de la normatividad actual del País, los cuales son adoptados por Ecopetrol para cada uno de sus productos.

Un aspecto importante para mantener el Diesel regular con la especificación de 2500ppm, es la adecuación del tanque TK948 (recibo de ACPM Hidrotratado de Unibón) el cual permitirá mantener un stock de ACPM de bajo azufre para ser utilizado como corrector en el blending de Diesel y no se descargará directamente al cabezal de Diesel regular como se viene ejecutando, sino que se podrá disponer de la cantidad necesaria para la producción del diesel regular con 2500ppm.

### **3.2 OPERACIÓN EN CASA BOMBAS 1: ENTREGA DE PRODUCTOS TERMINADOS AL LLENADERO DE CARROTANQUES**

Por medio de las diferentes reformas al llenadero local de ventas del Complejo Industrial de Barrancabermeja, proyecto que tuvo sus inicios en el año de 1994 con la elaboración de la ingeniería básica, se pretendía mejorar la eficiencia en la operación, el control de la entrega de productos y descongestionar el llenadero, cumpliendo con las normas de seguridad y preservación del medio ambiente para el manejo y distribución de combustibles. Con la culminación de este proyecto, se lograron los siguientes beneficios:

Disponer de sistemas automáticos de medición computarizados, garantizando una rápida y efectiva facturación (precisión de cada medidor: 0.25%) disminuyendo la pérdida por errores en el procedimiento humano y eliminando la probabilidad de suplantación de productos.

Eliminar los riesgos de accidentes en el área del llenadero descongestionando el tránsito de vehículos, debido a la nueva disposición y tamaño de las islas de llenado, ya que con los sistemas de medición automática se omite la necesidad de pesar los carrotanques.

Mayor control operacional en cada despacho, favoreciendo el sistema de facturación.

Mayor seguridad en el llenado de carrotanques debido a que con la instalación del sistema automático de despacho, de un sistema para inyección de espuma y báscula electrónica (cumplimiento del decreto 285 de 1986) y con la construcción de las nuevas islas se tendrá control sobre conexiones a tierra, sobrellenado, derrame de productos y posibles incendios.

Teniendo en cuenta lo anterior y además, los volúmenes de venta de cada producto por mes y el promedio de carrotanques despachados durante el día, se hizo una distribución de 27 productos líquidos para venta local, en 8 islas de llenado con liquidación automática por medio de medidores de desplazamiento positivo donde se podrán despachar simultáneamente 16 carrotanques.

Con la adecuación de los tableros de control de las bombas centrifugas-motor se obtiene el suministro de productos hacia la venta por carrotanques en operación automática –remota con los brazos de las islas de llenado y desde el terminal del computador ubicado en la oficina del supervisor de campo. Con este sistema se

han reducido riesgos operativos ya que con el ajuste de apertura de las válvulas de control set stop ubicadas en el tren de medición de las islas de llenado se eliminan deterioros en los equipos por sobrepresiones y se mantiene un flujo constante hasta que el sensor de sobrellenado indique el cierre de la válvula y el paro automático de la bomba.

Con los beneficios y cambios mencionados anteriormente se evidencia algunos sistemas con falencias operativas, tales como:

- a) Bomba de relevo de disolventes y hexano P-3131, la cual no está instalada en un sistema automático con el DCS del llenadero, por tanto se presentan inconvenientes en el encendido y apagado sincronizado con los supervisores del llenadero.  
Esta bomba no cumple con las normas establecidas para la adecuación de un cuadro de circulación mínimo. El diámetro de la succión es igual al diámetro de la descarga.
- b) La mayoría de los sistemas no están asociados a equipos spare que podrían ser utilizados en caso de daño, mantenimiento o reparación de alguno de los equipos principales utilizados normalmente para bombear los productos hacia el llenadero de carrotanques.
- c) Existen bombas, motores y tramos de líneas que no están conectadas, por tanto representa lucro cesante el cual debe ser recuperado ya sea con la puesta en servicio o llevado a mantenimiento en donde pueda estar seguro de las abrasiones del medio.
- d) Algunas bombas no presentan protección del sello para una correcta lubricación definido en la norma API STD 682 Sistemas de sellado de flechas para bombas centrífugas y rotatorias (Shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps), plan 11 (Ver Anexo E).  
Las bombas que no presentan protección del sello, Plan 11, son: P3106, P3120, P3131, P-3116, P3119, P3122.

## **4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL**

### **4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE CASA BOMBAS 1**

El área de Casa bombas 1 está ubicada en la zona industrial de la refinería de ECOPETROL de Barrancabermeja, en esta Casa Bombas se reciben, almacenan, preparan y se entregan los productos y servicios que satisfacen y cumplen los requisitos acordados con los clientes a través de la VSM por carrotanques.

La Casa Bombas 1 recibe productos directamente de producción y por transferencia de tanques. Dentro de los productos recibidos de producción se encuentran: Asfaltos, Acido Sulfúrico, Disolventes 1, 2, 3, 4, Hexano, Jet 1A, ACPM, Diesel Marino, Destilado Nafténico Pesado, Aceite Industrial Nafténico. Por otra parte los productos por transferencia de tanques, son: Gasolina Motor Regular, Avigas, Combustóleo, Base Parafínica Media y Base Parafínica Bright Stock.

El operador de CB1 realiza seguimiento permanente a las especificaciones de las corrientes que están recibiendo directamente de planta, para garantizar que cuenten con los requerimientos de calidad exigidos por el producto, este seguimiento es realizado a través de la verificación de los datos obtenidos por el laboratorio y registrados en el CDLAB de las muestras tomadas por las Plantas.

De igual manera los tanques que están recibiendo son monitoreados a través de una muestra de control, el operador de la CB1 toma la muestra, la envía a laboratorio y la crea en el sistema SILAB (Sistema de Información de Laboratorio). Si la corriente recibida tiene algún dato por fuera de especificación se desvía o se suspende para evitar que se contamine el producto.

Antes de que los productos sean entregados a ventas se debe asegurar que cumplan con las especificaciones de calidad requeridas por los clientes. Este aseguramiento es realizado a través de: Muestras tomadas cuando el tanque ha dejado de recibir completamente, Aplicación de todos los procedimientos de recibo y preparación definidos para cada producto y liquidación en el sistema de información operacional SIO.

Diariamente el operador de la CB1 anuncia a la Vicepresidencia de Suministro y Mercadeo VSM a través de la oficina de ventas sobre la existencia de productos con V°B° y sus inventarios netos, para la respectiva programación de despacho.

Una vez anunciado el producto, el operador procede a alinear cada sistema hacia el Llenadero de ventas para su despacho, al igual realiza el registro del nivel y temperatura del tanque, en el momento de la apertura y cierre de movimientos en el SIO, cuantificando al final del día el volumen de despacho del producto.

La CB1 toma la información del numero de entregas diarias, cantidad de producto y tiempo de entrega; las procesa a través de un indicador denominado ENTREGAS PERFECTAS en donde se evalúa: el numero de entregas diarias por carrotanque, la cantidad entregada correspondiente al volumen requerido por el cliente y el tiempo de entrega con relación a lo establecido para su despacho.

#### **4.1.1 Despachos**

- Carrotanques: disolvente 1, disolvente 2, disolvente 3, disolvente 4 (varsol), hexano, gasolina motor regular, Diesel regular, queroseno, asfalto, jet, base Parafínica media, base Parafínica bright stock, combustóleo pesado, Avigas y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Botes: Diesel marino, gasolina motor regular, disolvente 4 y asfalto.
- Servicios Industriales: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- PTAR: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y aguas aceitosas
- Alquiler: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Los siguientes anexos describen los tanques y bombas utilizadas en Casa Bombas 1:

Anexo F. Caracterización de los tanques: tipo de techo, servicio, alturas de referencia, capacidad máxima.

Anexo G. Caracterización de Bombas: Marca, tipo, tamaño, servicio, diámetro de succión, descarga y diámetro del impeler. Best Efficient Point (BEP), entre otros.

## **4.1.2 Equipos que se encuentran en operación en falla y en Stand By**

### **4.1.2.1 Equipos de bombeo en operación en falla**

- Bomba P-3122: Se le retiro deflector por que se encontraba partido. Problemas de rodamientos, pendiente llevar al taller.
- Bomba P-3128: Presenta goteo constante de producto por el sello.
- Bomba P-3143D: Presenta leve escape por sello.
- Bomba P-3131: Spare de Disolvente y Hexano, Opera en Falla: Presenta alta temperatura en rodamiento del motor.

### **4.1.2.2 Equipos de bombeo en Stand By equipo en lucro cesante**

- Bomba P-3119: Solo sirve para circular el K-671, no para entregar a carro tanques se reviso equipo por parte de mantenimiento.
- Bomba P-3140: Succión de K-617 y alcanos (El tanque y el producto no están en CB 1).
- Bomba P-3141: Agua Industrial (Este equipo no se opera).
- Bomba P-3143A: Fuera de Servicio, el motor se encuentra desconectado.
- Bomba P-3143B: Fuera de Servicio (Succión de K-204 y K-651 estos tanques no existen, el motor se encuentra desconectado, no tiene protector de acople).
- Bomba P-3150A: Importante solicitar a eléctricos para “meguear”, se encuentra baja de aislamiento porque hace bastante tiempo no se opera el equipo.

## **4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE CASA BOMBA C**

Desde las Topping se envían tres componentes al Blending de Diesel de la GCB: ACPM de alto azufre, ACPM de bajo azufre y JET sin tratamiento.

El componente ACPM de alto azufre (cabezal de 10") es el de mayor flujo para el Blending de Diesel de la GCB. Está compuesto por el ACPM de las Unidades de Destilación Primaria que se encuentran en corrida de crudo Mezclado/Nafténico, por los gasóleos livianos de vacío y degradaciones excepcionales de ACPM de bajo azufre y Jet sin tratamiento por problemas de calidad (oscurecimiento).

El ACPM de bajo azufre es el segundo componente de mayor flujo para el Blending de Diesel. Está compuesto por el ACPM de las Unidades de Destilación Primaria que se encuentran en corrida de crudo Cusiana/Cupiagua, y por degradaciones excepcionales de Jet sin tratamiento (oscurecimiento). Se caracteriza por tener un azufre menor a 0.1 % en peso y un cetano entre 48-51.

El tercer componente es el JET sin tratamiento de las Unidades de Destilación Primaria, tiene dos destinos: como producto de venta luego del tratamiento con soda en la U-4600, y como componente del Diesel. Se caracteriza por tener un cetano entre 40-42 y un azufre menor a 0.2 % en peso.

Estos tres componentes son de consumo obligatorio en el Blending de Diesel. El volumen de estos componentes debe ser utilizado en su totalidad para la producción de los diferentes grados de Diesel, porque de lo contrario se presentaría presionamiento en plantas y consecuentes disturbios operacionales en las torres atmosféricas.

### **4.2.1 Envío de carga de ACPM hacia el K-2654**

El envío de ACPM segregado hacia el K-2654 se hace a través de una línea de 6" que va desde la actual conexión de ACPM de alto azufre hacia UBAL en el cabezal de 10" hasta el manifold de recibo del K-2654. Para habilitar esta facilidad se utiliza en un tramo del trazado la antigua línea de 6" de solvente a UBAL desde las esferas que se encontraban en Casa de bombas 2.

Con esta facilidad se dejará de usar el K-813 como almacenamiento de ACPM, para que el tanque pueda retornar al servicio de gasóleo.

## **5. ESPECIALIDAD DE PROCESOS**

### **5.1 REVISIÓN HIDRÁULICA DE CASA BOMBAS C: BOMBA DE CARGA DE ACPM A UNIBÓN**

Se realizó una revisión hidráulica en el sistema de carga de ACPM hacia UNIBÓN para constatar las condiciones de operación actual y evaluar si este sistema respondía correctamente para un aumento de carga de 22000 BPD que se tiene pronosticado para el año 2009.

Para esta evaluación se implementó una hoja de cálculo la cual permite hallar las pérdidas por fricción en las tuberías, accesorios y equipos. Se elaboró la curva característica de la bomba y se relacionó con la curva del sistema para obtener el BEP (punto de mejor eficiencia) y determinar si la bomba se encontraba operando cerca a este punto lo que comúnmente se conoce como zona dulce.

#### **5.1.1 Actividades que se realizan para la evaluación hidráulica:**

##### **5.1.1.1 Búsqueda de información**

Data sheet de la bomba NP-2664, planos P&ID's de la línea de succión y línea de descarga, plano del Drum D-2652 (Drum de almacenamiento final, del cual se inicia la carga a la planta UNIBÓN con la bomba NP-2651 A/B), data sheet de la válvula de control FV26506.

##### **5.1.1.2 Recopilación de datos en campo**

Se realizó un seguimiento de la línea de succión y la línea de descarga de la bomba, (la línea de succión empieza desde el tanque K-2654 y termina en la bomba NP-2664 ubicada en casa bombas C, la línea de descarga comienza en la bomba y termina en la planta de UNIBÓN), estas líneas se muestran en el Anexo H. (Isométricos) y a continuación se describen algunas características del sistema, los accesorios conectados a lo largo de las líneas y los equipos acoplados a este sistema:

**Tabla 1. Propiedades generales del ACPM**

PROPIEDADES DEL ACPM	
API	32,5
Azufre	0,52 g/100g
Agua	0,52 g/100g
Densidad(15°C)	875,4 Kg/m <sup>3</sup>
Índice Cetano	48
Punto fluidez	-12°C
Punto de inflamación	176 F
Porcentaje reflectancia	89%
Contenido Aromático	27,02% vol
Punto final de ebullición	717,8 F
Punto inicial de ebullición	430 F

*Fuente: Sistema de Información de Laboratorio de la GRB, ECOPETROL S.A*

**Tabla 2. Características de la Bomba****NP-2664**

BOMBA NP-2664	
Marca	Pacífica Pumps
Tipo	SVC
Tamaño	8" LX
Velocidad	1750 RPM
Diámetro impeler (pulg)	18 3/4

*Fuente: Recopilación de datos en campo*

**Tabla 3. Características de la línea de succión**

LÍNEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	12
Longitud (pies)	487,2
Cantidad Codos 90°	5
Cantidad Codos 45°	7
Cantidad Válvulas de compuerta	2
Cantidad Filtro	1

*Fuente: Recopilación de datos en campo*

**Tabla 4. Equipos encontrados en el seguimiento de las líneas de succión y descarga**

EQUIPOS
Una Válvula control 4" FV26506
Un Intercambiador E2653 A/B(paralelo)
Un Intercambiador E2652 A/B(serie)
Un Filtro F2651 A/B
Un Drum D2652

*Fuente: Recopilación de datos en campo*

**Tabla 5. Características de la línea de descarga compuesta por secciones de diferente diámetro**

LÍNEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	8	Diámetro (pulg)	6	Diámetro (pulg)	4
Longitud (pies)	2478	Longitud (pies)	61,86	Longitud (pies)	1,05
Cantidad Codos 90°	39	Cantidad Codos 90°	10	Cantidad Codos 90°	1
Cantidad Codos 45°	18	Cantidad Codos 45°	2		
Cantidad Válvulas de compuerta	2	Cantidad Válvulas de compuerta	2		
Cantidad Válvulas de cheque	1	Cantidad Válvulas de globo	1		

*Fuente: Recopilación de datos en campo*

### 5.1.1.3 Implementación de la hoja de cálculo

Se introducen los datos recopilados en campo que sean requeridos para la evaluación de cada uno de los tramos de línea, y se va determinando para cada sección de tubería la velocidad, las caídas de presión por cada 100 ft, las pérdidas por fricción en las líneas y accesorios y el régimen de flujo a partir del Reynolds. Esto es importante para conocer si se pueden presentar golpes de ariete o por el contrario sedimentación de algunas partículas suspendidas en el fluido.

Con estos valores y con la curva de la bomba se va construyendo una tabla en la cual se registran la presión de succión y la presión de descarga para los valores de flujo establecidos como guías de control (máxima y mínima) y ventanas operativas (máxima y mínima), los cuales se hallan bajo el criterio de Velocidad Específica de Succión (Nss) para el flujo en la ventana operativa mínima y al 120% y 125 % del flujo en el BEP para la guía de control máxima y ventana operativa máxima respectivamente.

Al final de este documento se encuentran los anexos utilizado para la evaluación de este sistema. Ver Anexo I, Anexo J, Anexo K y Anexo L.

El Anexo M. Corresponde a la hoja de cálculo utilizada para la evaluación hidráulica.

#### 5.1.1.4 Elaboración de la curva del sistema

Las bombas son diseñadas y utilizadas para cumplir las necesidades del sistema, estas necesidades se reconocen como la altura total dinámica (TDH) o curva del sistema. Para la elaboración de esta curva se debe tener en cuenta las cuatro presiones o alturas en el sistema de bombeo, estas son:

- Altura estática,  $H_s$ : Cambio de elevación medido en pies, esta medición se toma desde la superficie del líquido en el tanque de succión hasta la altura donde la bomba deposita el líquido.
- Altura de presión,  $H_p$ : Cambio de presión en el sistema, expresado en pies.
- Altura de velocidad,  $H_v$ : la energía perdida dentro del sistema debida a la velocidad del líquido desplazado a lo largo de la tubería
- Altura de pérdidas por fricción,  $H_f$ : es la medición de la fricción entre el fluido bombeado y las paredes internas de las tuberías, válvulas y otros accesorios. Se expresa en pies de altura.

En la determinación de las pérdidas por fricción se tuvieron en cuenta las caídas de presión en los equipos:

- Intercambiador E-2653 A/B, paralelo: 5 psi (la caída de presión máxima es 10 psi)
- Intercambiador E-2652 A/B, serie: 10 psi (la caída de presión máxima es 20 psi)
- Filtro F-2651 A/B: 10 psi (la caída de presión máxima es 20 psi)
- Drum D-2652: 25 psi
- Válvula de control FV-26506: En el catálogo de esta válvula se encontró el  $C_v$  para apertura máxima pero a diferentes flujos. En el data sheet se encontraron dos valores de  $C_v$  correspondientes a dos flujos de operación, teniendo en cuenta que la válvula es de característica lineal se encontró la recta para interpolar los valores de  $C_v$  a diferentes flujos. Con estos valores de  $C_v$  se determinaron las caídas de presión en la válvula que se tuvieron en cuenta en las pérdidas totales. (Este procedimiento se encuentra en el Anexo M. hoja de cálculo BOMBA P-2664 ACPM Casa de Bombas C, en la pestaña válvula).

Los cuatro elementos mencionados anteriormente se determinaron para diferentes valores de flujo y diferentes alturas en el tanque de succión, se obtuvieron tres curvas: en la altura de la ventana operativa máxima del tanque (44,5 pies), en la altura de la ventana operativa mínima del tanque (2,3 pies) y en la altura de operación normal del tanque (25,5 pies). Las tres curvas del sistema se graficaron junto con la curva de la bomba para hallar el punto de intersección o punto de operación.

## **5.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD Y CAÍDAS DE PRESIÓN EN CADA SECCIÓN DE TUBERÍA**

**A partir de los criterios de dimensionamiento de las líneas de Ecopetrol S.A se obtiene, (Ver Anexo N y Anexo O):**

En la tubería de succión de la bomba se presenta la velocidad adecuada en la mayoría de los flujos y la caída de presión se mantiene en los parámetros adecuados, en el flujo de operación actual la velocidad es baja lo cual podría ocasionar formación de depósitos por sedimentación de partículas en suspensión.

Para el sistema de descarga de 8", en el rango de flujo operativo actual 450 GPM (15500 BPD) a 525 GPM (18000 BPD) y en el punto de operación 800 GPM se mantiene la velocidad adecuada descrita por los criterios. Por otra parte, vemos que en este rango de flujos, el  $\Delta P/100$  ft no excede el criterio (1-2 psi/100ft), lo cual es un indicador de que la tubería de 8" es adecuada para el sistema porque se evitan ondas de sobrepresión (ondas transientes) que suelen ir seguidas de ondas de depresión, que puedan ocasionar golpes de ariete deformando las tuberías y eventualmente destruyéndolas.

En la tubería de succión de la bomba se presenta la velocidad adecuada en la mayoría de los flujos y la caída de presión se mantiene en los parámetros adecuados, en el flujo de operación actual la velocidad es baja lo cual podría ocasionar formación de depósitos por sedimentación de partículas en suspensión.

Para el sistema de descarga de 8", en el rango de flujo operativo actual 450 GPM (15500 BPD) a 525 GPM (18000 BPD) y en el punto de operación 800 GPM se mantiene la velocidad adecuada descrita por los criterios. Por otra parte, vemos que en este rango de flujos, el  $\Delta P/100$  ft no excede el criterio (1-2 psi/100ft), lo cual es un indicador de que la tubería de 8" es adecuada para el sistema porque

se evitan ondas de sobrepresión (ondas transientes) que suelen ir seguidas de ondas de depresión, que puedan ocasionar golpes de ariete deformando las tuberías y eventualmente destruyéndolas.

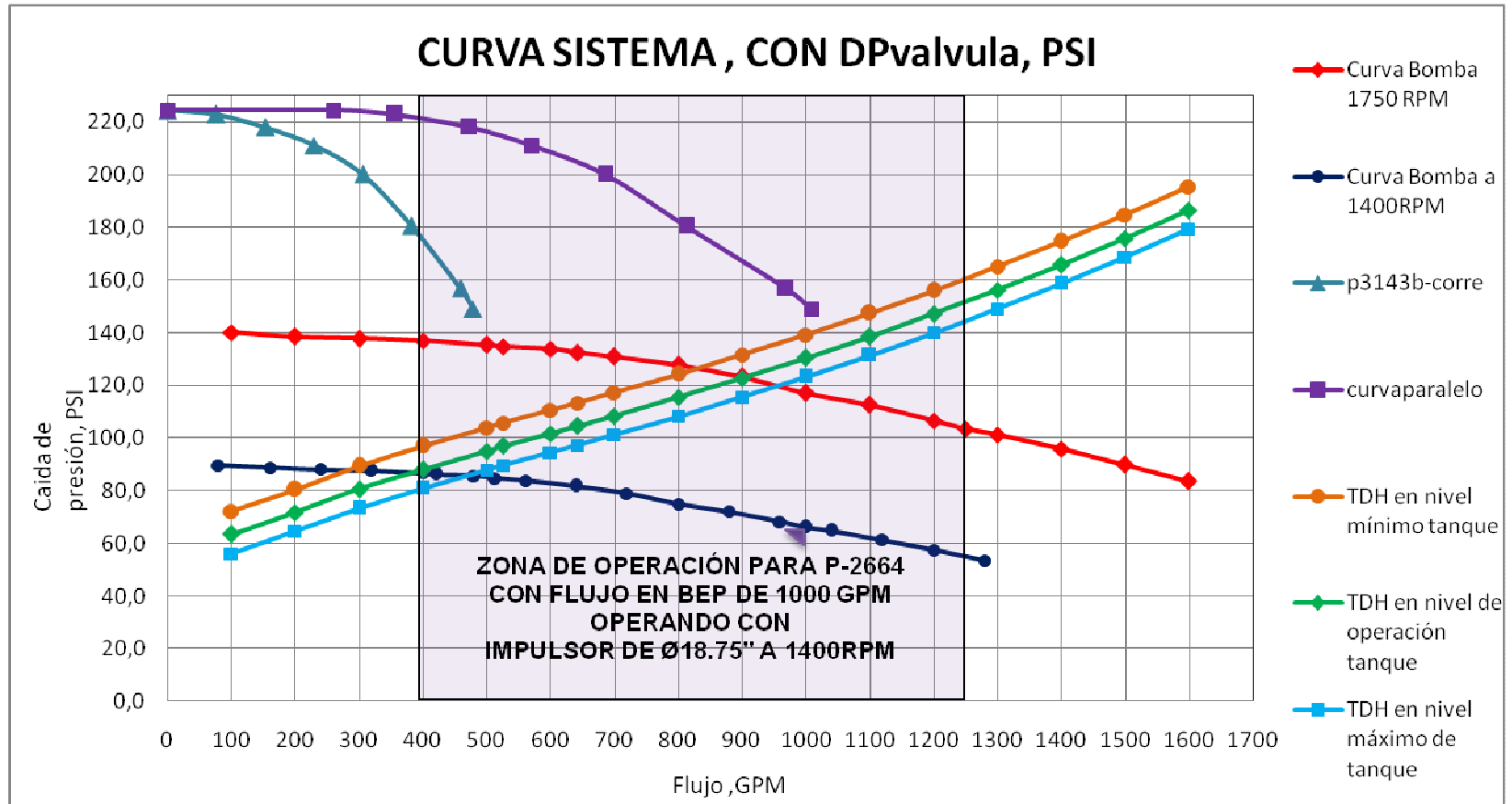
Los tramos de 6" tienen una velocidad adecuada para el rango de 300 GPM a 500 GPM, el  $\Delta P/100$  ft está por debajo de los límites recomendables para este rango pero esto no proporciona ningún riesgo en la circulación del fluido.

Como se muestra en la Grafica 1, al intersecar la curva del sistema con la curva de la bomba a 1750 RPM, el punto de operación, cuando el tanque se encuentra en la altura de operación normal, es de 860 GPM (29500 BPD), este punto se encuentra muy lejos del punto de operación actual 450 GPM (15500 BPD). Esto nos muestra que la bomba está sobre diseñada para el sistema, por tanto es recomendable instalar un impulsor de menor diámetro, o disminuir la velocidad de la bomba que mantenga la confiabilidad mecánica ya que se podrían presentar cargas radiales que pueden recortar la vida útil del sello mecánico, los rodamientos y daño del eje. Ya que la bomba esta accionada por vapor de 150 psig, el operador de casa bombas C, regula la velocidad de la bomba logrando disminuirla hasta 1400 RPM (se realizó una prueba con el ingeniero rotativo del área y se halló esta velocidad).

Para realizar un correcto análisis del sistema, se elaboró la curva de la bomba a 1400 RPM por medio de la ley de afinidad con la que se halló la cabeza de presión para cada flujo, y se interceptó con la del sistema, para este análisis se determinó el punto de operación en 400 GPM, el cual es muy cercano al flujo de operación actual 450 GPM.

El flujo actual, 450 GPM, se encuentra dentro de la "zona dulce de operación", esta zona está delimitada por la ventana operativa mínima y máxima de la bomba a una velocidad de 1400 RPM, la ventana operativa mínima se definió por el criterio de velocidad específica de succión  $N_{ss}$ , y en este caso corresponde al 40% del flujo en el BEP (1000 GPM).

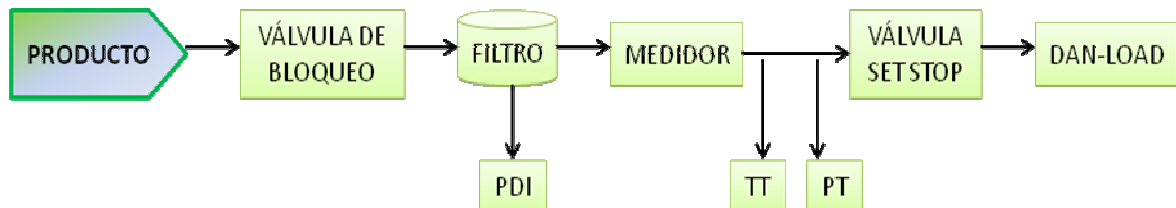
El NPSH requerido de la bomba para el flujo de operación 450 GPM es de 6 ft, y el NPSH disponible es de 33,48 ft, lo cual me indica que hay suficiente energía en la presión de succión de la bomba para sobrepasar la energía existente en el líquido debido a la presión de vapor.



**Gráfica 1. Curva del sistema para la bomba P-2664 a diferentes revoluciones y variaciones de nivel en el tanque K-2654**

### 5.3 REVISIÓN HIDRÁULICA DE LAS BOMBAS UBICADAS EN CASA BOMBAS 1

El proceso de entrega de productos terminados está compuesto principalmente por el sistema de productos: tanques, bombas, productos y control automático (SIO, CDLAB, PI) y el tren de medición en el llenadero: Válvulas de bloqueo Crosby, Filtro Smith 34-E3, PDI Rosemount Inc. (Diferencial Pressure Transmitter), Medidor de desplazamiento positivo Smith E3, PT Rosemount Inc. (Pressure Transmitter), TT Rosemount Inc. (Temperature Transmitter), Válvula Set-stop Smith 210, el Dan load Foxboro seria I/A y los sistemas de control de ventas SAV y SAP.



**Diagrama 1. Tren de medición en el llenadero de carrotanques**

Se realizó una revisión hidráulica de cada uno de los sistemas que se operan en casa bombas 1 y son suministrados al llenadero de carrotanques, en el Anexo P se muestra la relación de cada producto despachado en el llenadero con las condiciones de operación normal que manejan estos sistemas y que son registradas en el computador del DCS; en el Anexo Q se muestra la distribución de las islas para cada una de las divisiones de los productos.

Para la ejecución de las evaluaciones hidráulicas se siguió el mismo procedimiento descrito para la bomba NP-2664:

- Búsqueda de información: Base de datos, Macro Excel, Ver Anexo AC<sup>2</sup>
- Recopilación de datos en campo
- Implementación de la hoja de cálculo
- Elaboración de la curva del sistema: Punto de operación
- Comparación punto operación teórico con el punto de operación actual

<sup>2</sup> Este Anexo se encuentra en el CD entregado

Para facilidad de manejo y operación se ha distribuido Casa bombas 1 en diferentes grupos de bombas, de acuerdo a las propiedades del fluido a manejar.

Las divisiones son las siguientes:

#### PRODUCTOS BLANCOS-MEDIOS

- Jet A1
- Diesel regular
- Diesel marino
- Querosén (Jet A1)

#### PRODUCTOS BLANCOS-GASOLINAS

- Avigas
- Gasolina motor regular

#### PRODUCTOS BLANCOS-DISOLVENTES

- Disolvente 1
- Disolvente 2
- Disolvente 3
- Disolvente 4
- Hexano

#### PRODUCTOS NEGROS BASES

- Base Parafínica media
- Base bright stock
- Aceite industrial naftenico
- Destilado Nafténico pesado

#### PRODUCTOS NEGROS

- Asfaltos
- Combustóleos

Se realizó un estudio hidráulico para cada una de las bombas teniendo en cuenta las divisiones mencionadas, este estudio se hizo como se describió en el capítulo 6.1 del presente documento. Se obtuvo para cada sistema una descripción detallada del producto que se maneja y la gráfica que muestra la curva de la bomba intersecada con la curva del sistema, además de todos los parámetros que comprende la evaluación hidráulica. (Ver Anexo R) PONER TODOS LOS RESULTADOS DE LAS BOMBAS DESDE PAGINA 36 HASTA 84).

Una revisión más completa y detallada se encuentra en las hojas de cálculo asociadas a cada sistema (ver Anexo S), los documentos utilizados para el desarrollo de la evaluación se encuentran listados al final del documento.

Ver los siguientes Anexos:

- Anexo H. Isométricos de cada sistema.
- Anexo T. Recopilación de datos válvulas de seguridad del tren de medición en el llenadero de carrotanques.
- Anexo U. Data Sheet Filtro Smith 34-E3
- Anexo V. Data Sheet Filtro Smith 44-E3
- Anexo W. Data Sheet Medidor de desplazamiento positivo E3-S1
- Anexo X. Data Sheet Medidor de desplazamiento positivo G6-S1
- Anexo Y. Data Sheet Valvula Set Stop 210
- Anexo Z. Data sheet Valvula de seguridad Crosby.

## 6. FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS

Dentro de las alternativas formuladas para incrementar la flexibilidad operacional en las casa bombas 1 y C se plantearon:

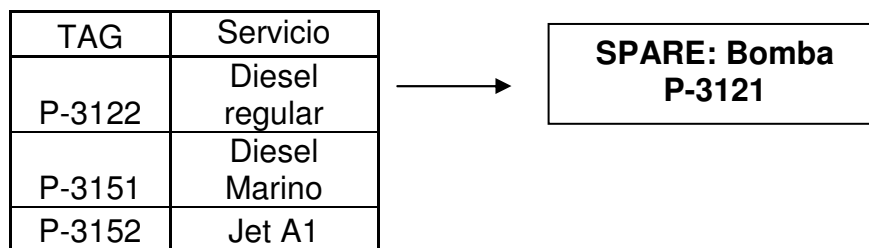
- Modificaciones e instalación de equipos spare en Casa Bombas 1 y compra de una bomba centrífuga como spare de la bomba NP-2664 en Casa Bombas C.
- Modificaciones e instalación de equipos spare en Casa Bombas 1 y la instalación de la bomba P-3143 B ubicada en casa bombas 1 como spare de la bomba NP-2664 en Casa Bombas C.
- Modificaciones e instalación de equipos spare en Casa Bombas 1 y la instalación de las bombas P-3143 B y P-3143 A en una configuración en paralelo como spare de la bomba NP-2664 en Casa Bombas C.

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES EN CASA BOMBAS 1

Para las divisiones seleccionadas se presentan las siguientes propuestas para incrementar la flexibilidad operacional en casa bombas 1.

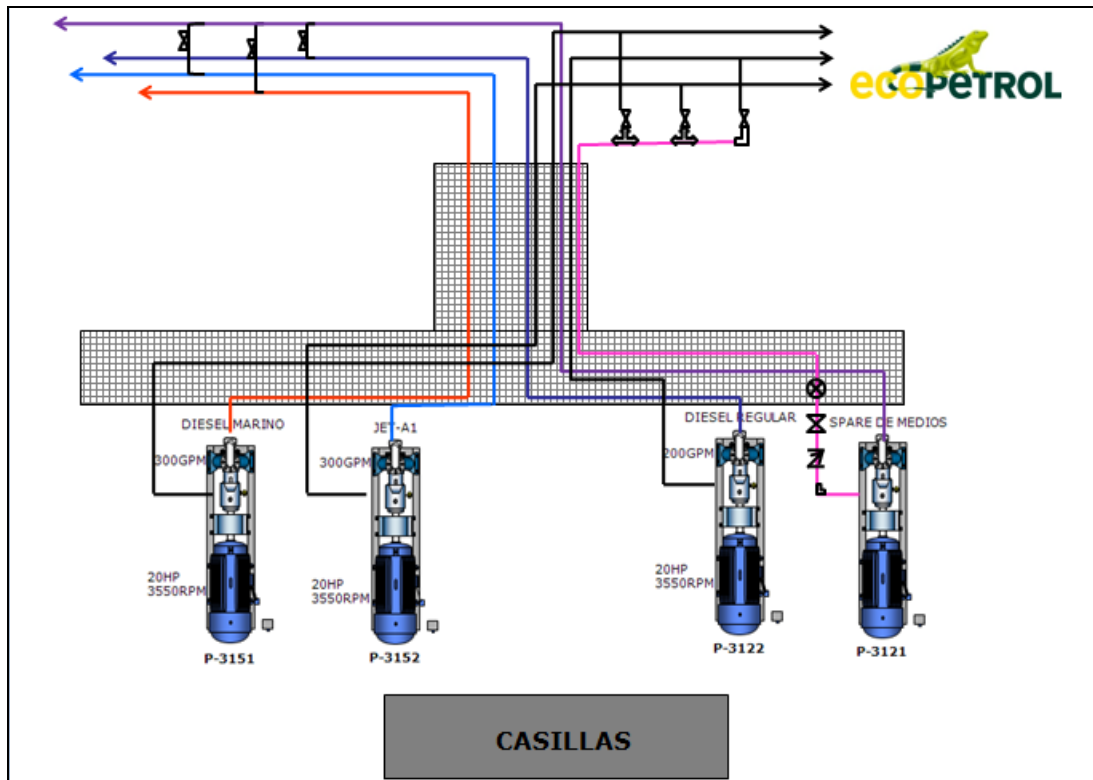
El tipo de adecuación que se quiere llevar a cabo es en manifold en donde se encuentren las facilidades en la succión y descarga, de forma que el equipo spare pueda manejar cada uno de los productos cuando esta operación sea requerida.

#### 6.1.1 Productos blancos-medios



La bomba propuesta como spare se ubicará en el sitio donde se encuentra actualmente. El diámetro de la succión es de 3" y el diámetro de la descarga es de 4". El diámetro del impeller es de 6" y es de 3500 RPM. Cabe anotar que esta bomba es igual a la bomba P-3122.

En años anteriores los tanques K-16 y K-17 se utilizaban para los servicios: Queroseno y Jet A1 respectivamente, actualmente estos productos se almacenan sólo en el tanque K-17 y el tanque K-16 se utiliza para almacenar Diesel regular. Estos dos tanques tienen una facilidad en la succión lo cual permite que la bomba P-3122 pueda bombear JET A1 y la bomba P-3152, Diesel Regular. En el diagrama 2. Se muestra el esquema general básico de este sistema.



**Diagrama 2. Esquema de conexiones correspondientes al manifold de productos blancos-medios**

### 6.1.2 Productos blancos-gasolinas

TAG	Servicio
P-3112	Gasolina Regular motor
P-3124	Avigas

→

**SPARE: Bomba P-3119**

La bomba P-3119 es utilizada actualmente como recirculación del tanque K-671 (Avigas), esta bomba tiene la facilidad de succionar de los tanques K-671 y K-99 utilizados para almacenar Avigas. Se debe hacer las reformas para conectar a la línea de succión del tanque K-674 y K-620 los cuales almacenan gasolina motor regular. El manifold estará conectado a las líneas de descarga de las bombas P-3112 y P-3124 como se ilustra en el diagrama 3.

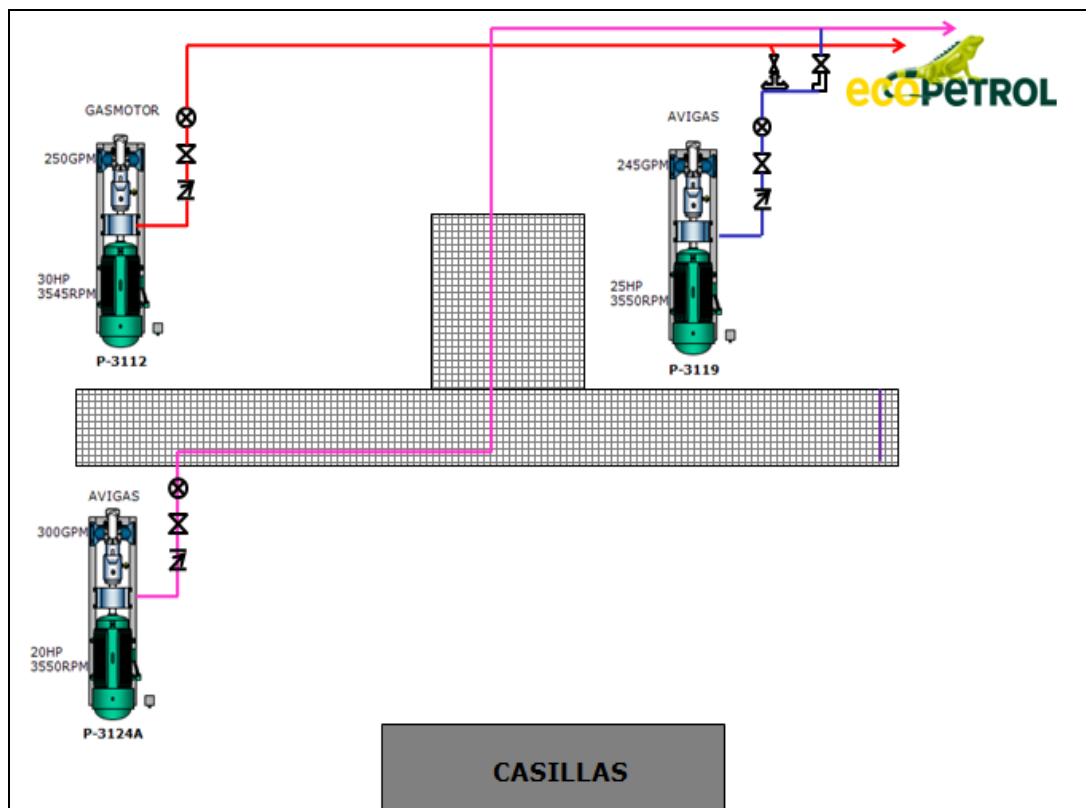


Diagrama 3. Esquema de conexiones correspondientes al manifold de productos blancos-gasolinas

### 6.1.3 Productos blancos-disolventes

TAG	Servicio
P-3106	Disolvente 2
P-3113	Disolvente.1
P-3116	Disolvente.3
P-3117	Disolvente.4
P-3120	Hexano

→

<b>SPARE: Bomba P-3131</b>
--------------------------------

La bomba P-3131 actualmente es operada como spare de disolventes, primordialmente se utiliza con disolvente 1. Por medio de la evaluación hidráulica realizada para cada uno de los productos se observa que la bomba está sobredimensionada para los requerimientos del sistema, esto se contempla en las gráficas donde se interseca la curva de la bomba y la curva del sistema. Para mejorar estas condiciones operativas se recomienda cambiar el diámetro actual del impeler 11" a un diámetro menor de 9", de esta forma garantizamos encontrar puntos de operación para todos los disolventes. Ver grafica 2.

La principal desventaja de este equipo es que no se encuentra operando en control remoto automático, esto genera en muchas ocasiones, problemas de sincronización en el encendido y apagado de la bomba ubicada en casa bombas 1 con los controles de nivel de sobrellenado de los tanques y las válvulas de control de flujo en el llenadero.

Para esta bomba se debe revisar el cuadro de circulación para flujo mínimo ya que no cumple la norma descrita para este tipo de adecuación, también presenta una presión de descarga baja porque los diámetros en la succión y la descarga son iguales y no cumple con la norma API STD 682 Sistemas de sellado de flechas para bombas centrífugas y rotatorias (Shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps), plan 11 (Anexo E).

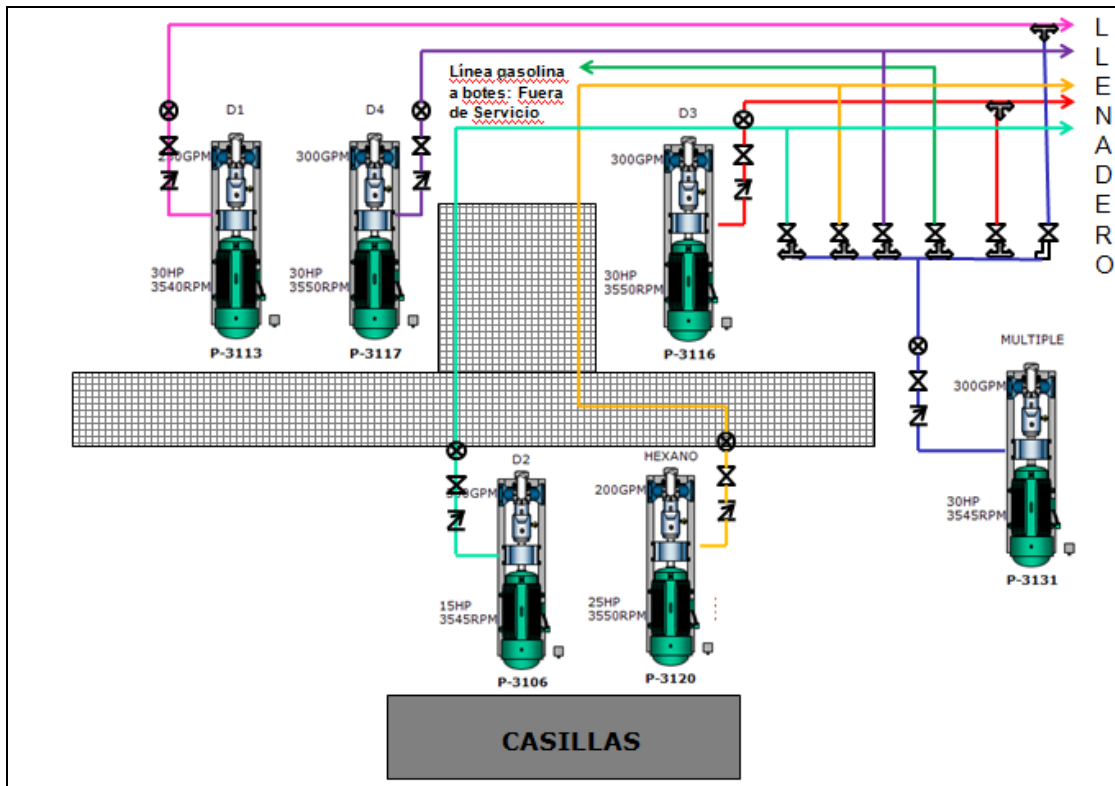
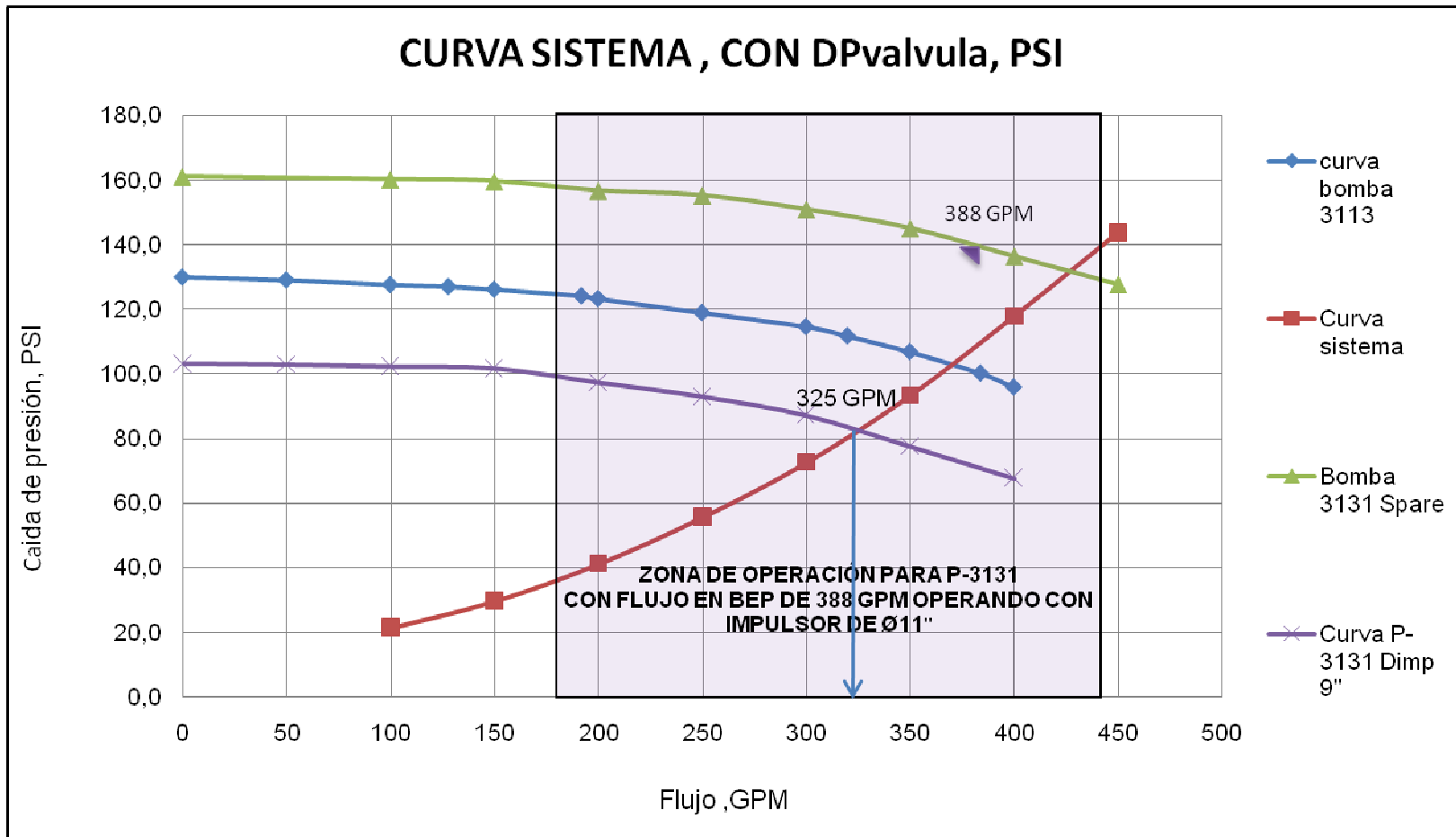


Diagrama 4. Esquema de conexiones correspondientes al manifold de productos blancos-gasolinas



**Gráfica 2. Curva del sistema Disolventes y curva de la bomba P-3131 que se maneja como Spare de Disolventes**

#### 6.1.4 Productos negros bases

TAG	SERVICIO
P-3142C	Aceite Industrial Nafténico
P-3142D	Destilado Nafténico Pesado
P-3143C	Base Parafínica Media
P-3143D	Base Bright Stock



La bomba P-3143A está ubicada en casa bombas lubricantes, esta bomba tiene las conexiones hacia los tanques K-675 y K-3111 utilizados para almacenar Base Parafínica Media y Base Bright Stock respectivamente, lo cual representa una ventaja porque se ahorran costos en la construcción de líneas nuevas. Para este sistema se debe tener en cuenta el calentamiento a lo largo de las tuberías que manejan estos productos, en el dan load del llenadero se registran temperaturas de 98° a 107°F

#### 6.1.5. Productos negros

TAG	SERVICIO
P-3150	Combustóleo



La bomba P-3150A se encuentra actualmente asociada a los tanques K-201, K-202 y K-203 utilizados para el almacenamiento de este producto por medio de una conexión con la línea de succión de la P-3150, para la descarga hacia el llenadero, se debe hacer la conexión con la línea de descarga de la P-3150. Para este sistema existen 3 brazos de llenado en las islas del llenadero, cuando se están utilizando los tres brazos al mismo tiempo el flujo y la presión se mantienen en condiciones normales, pero en el momento de finalización de un brazo la presión se aumenta, lo cual podría ocasionar derrames del producto y un registro erróneo de la cantidad despachada; es por esto que se recomienda un sistema de control de presión que pueda regular estos cambios y lograr una operación segura y eficiente.

## 6.2 COMPRA DE UNA BOMBA CENTRIFUGA-MOTOR

Especificaciones para la nueva bomba: El Costo Bomba centrifuga: 30,480 USD

1. **Nombre del fluido de operación:** ACPM
2. **Lugar de instalación:** Casa Bombas C, caseta externa.
3. **No TAG:** La turbina actual es NP-2664
4. **Gravedad específica:** 0,879
5. **Viscosidad del fluido:** 5,1 Cp.
6. **Presión de vapor:** 2(Max)
7. **Caudal:** 28000 BPD (816,7 GPM)
8. **Temperatura de operación:** 120 F
9. **Presión de descarga:** 127,6 psig
10. **Presión de succión:** 37,84 ft
11. **NPSH disponible:** 32,6 ft
12. **Posición de la bomba:** Horizontal

La cotización de esta bomba se encuentra en el Anexo AA.

## 6.3 INSTALACIÓN DE LA BOMBA P-3143B COMO SPARE DE NP-2664

La bomba P-3143B es de 3550 RPM, anteriormente tenía como servicio base Bright Stock.

Esta bomba puede ser utilizada como spare con las siguientes recomendaciones:

- a) La capacidad máxima que puede ser entregada a Unibón es de 260 GPM es decir 8900 BPD.
- b) La bomba debe ser modificada a 2000 RPM

Estos cálculos y resultados se pueden observar en el Anexo M, hoja: Ley de Afinidad para P-3143B<sup>3</sup>. La curva de la bomba a 2000 RPM, se puede observar a continuación Tabla 6 y en la grafica 3 se puede observar la curva del sistema junto a la curva de la bomba a 2000 RPM.

---

<sup>3</sup> La hoja de cálculo de Excel: Ley de Afinidad para P-3143B, se encuentra en el CD entregado.

**Tabla 6. Curva de la bomba P-3143B a 2000RPM**

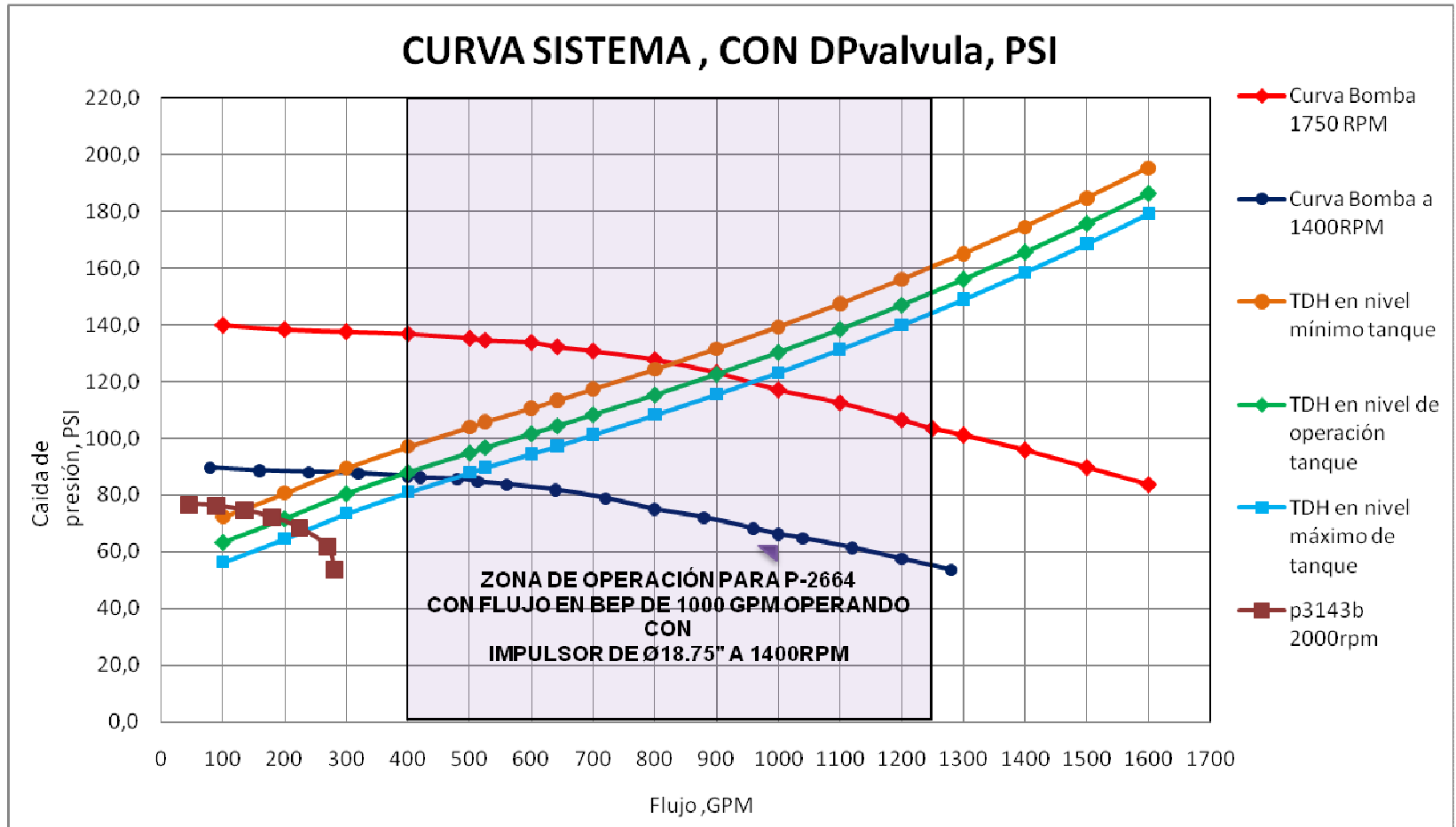
Flujo, GPM	Cabeza, PSI
0	76,7597762
44,9505544	76,2229945
89,9011088	74,6126496
134,851663	72,1971321
179,802218	68,4396606
224,752772	61,7298899
269,703326	53,6781652
280,940965	50,9942569

#### **6.4 INSTALACIÓN DE LA BOMBA P-3143B Y P3143A EN UNA CONFIGURACIÓN EN PARALELO COMO EQUIPOS SPARE DE LA BOMBA NP-2664**

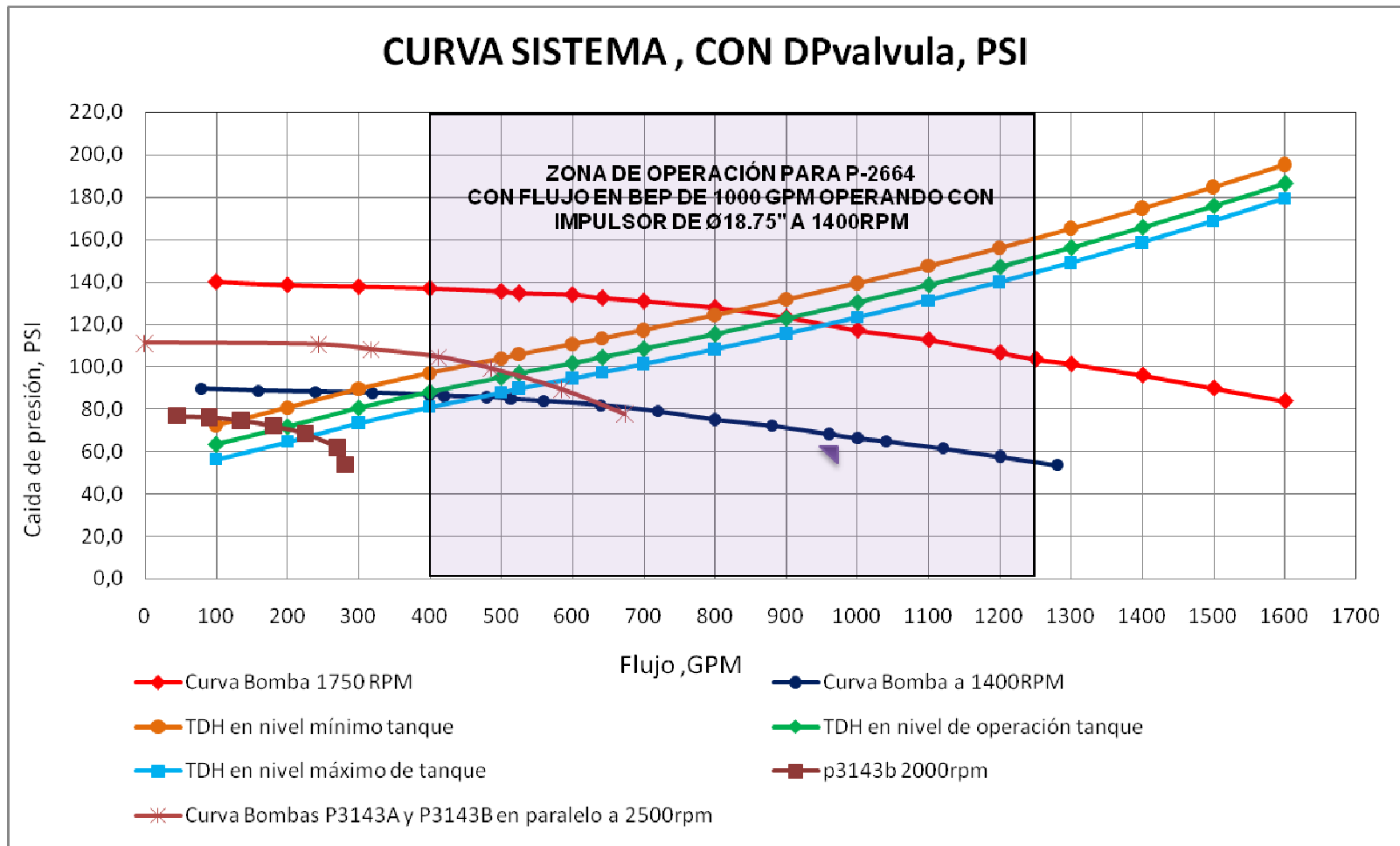
Esta configuración tiene la ventaja de aumentar la capacidad del flujo, la evaluación se hizo para las bombas operando a 2500 RPM ya que para la velocidad actual, 3550 RPM, no se logra obtener un punto de operación óptimo en el cual se pueda operar el sistema.

Para esta configuración, se obtiene el punto de operación en 500 GPM para el tanque en un nivel normal de operación, es decir que esta propuesta en términos hidráulicos me brinda gran confiabilidad porque se ajusta a las condiciones de capacidad que se manejan en la planta UNIBÓN.

En la grafica 4 se puede observar las curva de las bombas en una configuración en paralelo intersecada con la curva del sistema para los diferentes niveles de volumen del tanque.



**Gráfica 3. Curva de la Bomba P-3143B a 2000 RPM, intersecada con la curva del sistema de ACPM hacia UNIBÓN**



**Gráfica 4. Curva de las bombas en una configuración en paralelo intersecada con la curva del sistema para los diferentes niveles de volumen del tanque.**

## 7. CONCLUSIONES

1. La práctica industrial permitió la ampliación y reafirmación de conocimientos en la industria petrolera, y gracias al departamento de Materias Primas y Productos una profundización y aplicación real de los conceptos de manejo y transporte de fluidos adquiridos durante el estudio de la carrera.
2. El aprendizaje adquirido durante la práctica industrial permitió un desenvolvimiento en el medio laboral, adaptación al medio, conocimientos en seguridad industrial y un manejo equilibrado de las emociones para afrontar situaciones nuevas y propias de la industria, cumpliendo los objetivos personales planteados.
3. Se identificaron las restricciones operacionales de los sistemas ubicados en Casa Bombas 1 y Casa Bombas C, a través del seguimiento en campo de las líneas involucradas, reconocimiento de las características de cada bomba y un entendimiento de la logística manejada para cada producto.
4. Los equipos en lucro cesante localizados en Casa Bombas 1 pueden ser utilizados como una alternativa de solución a los requerimientos de sistemas que necesiten un equipo spare, proporcionándoles un valor agregado y convirtiéndose en un medio de prevención en situaciones de emergencia.
5. Se presentaron alternativas de solución para realizar las configuraciones tipo Manifold dependiendo de la clasificación de los productos y la evaluación hidráulica para la posible instalación de equipos en paralelo en Casa Bombas C.
6. Se presentó un documento al departamento de Materias Primas y Productos de la GRB de Ecopetrol S.A, el cual fue la base fundamental para la realización de los documentos que estructuran la Fase 1 del Modelo de Maduración de Proyectos.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Mantener las placas de las bombas en buen estado para facilitar la toma de información técnica en campo y reconocimiento de las principales características de los equipos.
2. Utilizar el macro elaborado en Excel como una forma viable en la organización de la información, ya que puede ser empleada como una base de datos de fácil acceso.
3. Generar un plan para cumplir la norma API 682, plan 11, Lubricación del sello de las bombas mencionadas anteriormente, con el soporte técnico de los ingenieros mecánicos de equipo rotativo.
4. Realizar una revisión del equipo P-3131 Spare de disolventes y de los equipos propuestos como relevo de las bombas principales para mejorar las falencias descritas.
5. Evaluar un sistema de control de la presión para el sistema de combustóleo ya que se registran altas presiones cuando no se utilizan los 3 brazos de llenado.
6. Cumplir los estándares para la instalación de bombas centrifugas descritos en la norma API 610 Centrifugal Pumps For Petroleum, Petrochemical And Natural Gas Industries, API 682 Pumps – Shaft Sealing Systems For Centrifugal And Rotatory Pumps.
7. Se debe realizar una revisión mecánica de las bombas P-3121, P-3143A, P-3119, P-3150A, P-3131 y elaborar un procedimiento que aplique para las labores de limpieza, para que finalmente puedan ser utilizadas como Equipos Spare de buen rendimiento.
8. Continuar el desarrollo del Modelo de Maduración de Proyectos de Ecopetrol S.A para ejecutar la ingeniería básica y detallada, obteniendo claros alcances en adecuaciones civiles y de tuberías requeridas para el montaje de los equipos y facilidades asociadas a este proyecto.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PERRY, R. H, Green, D. W., Maloney, J. O. “Perry’s Chemical Engineering Handbook”, 7th ed.”, Mc Graw Hill, New York, 1999.
- CRANE. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías, 15 ed, Mc Graw Hill, New York.
- W.L.Nelson. Petroleum Refinery Engineering, Mc Graw Hill, New York, 1949.
- Viquer, J.M. Mecánica de Fluidos, 9ª Ed, Mc Graw Hill, España.
- Norma American Petroleum Institute – API 610, Información GRB Ecopetrol S.A, Centro de Información Técnica, CIT.
- Manuales Bombas FlowServe Corporation, Información GRB Ecopetrol S.A, Centro de Información Técnica, CIT.
- Manuales Bombas Pacific Pumps, Información GRB Ecopetrol S.A, Centro de Información Técnica, CIT.
- Artículo Rules of thumb: Summary
- Artículo Properties of liquids
- Manual de Bombas centrifugas, información confidencial GRB, Ecopetrol S.A, Centro Información Técnica.
- [On line].  
<http://www.diee.unican.es/pdf/MF%20T06.pdf>
- [On line].  
[http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/seleccionbomba\\_scentrifugas/seleccionbombascentrifugas.html](http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/seleccionbomba_scentrifugas/seleccionbombascentrifugas.html)
- [On line].  
<http://www.savinobarbera.com/espanol/scelta-pompe.html>

## ANEXOS

### ANEXO A. Despacho consolidado de cada producto vendido en el llenadero de carro tanques desde el 14 de agosto hasta el 9 de diciembre

Nombre Producto	Volumen Neto 60(gal)	Volumen Neto 60(bbl)	Volumen Neto 82(gal)	Volumen Neto 82(bbl)	Vol. Temp. Amb.(gal)	Vol Temp. Amb. (bbl)	Peso Neto(kg)
ACEITE INDUSTRIAL NAFTENICO	10641,80	253,38	10748,22	255,91			35000,00
ACEITE RESID.B.STOCK	0,99	0,02	1,00	0,02	7826,00	186,33	25935,63
ACEITE RESIDUAL LIVIANO	33924,53	807,73	34290,94	816,45	22398,00	533,29	106043,89
ACEITE/BASE NAFT. HIDROG. MEDIA	1959524,18	46655,34	1977920,45	47093,34	1307244,00	31124,86	6749735,16
ACEITE/BASE NAFTENICO HIDROG.	31161,76	741,95	31475,43	749,42			101910,00
ACEITE/BASE PARAF. HIDROG. B. STOCK	310165,76	7384,90	313131,81	7455,52	271774,00	6470,81	1053119,69
ACEITE/BASE PARAF. HIDROG. LIVIANO	1029177,27	24504,22	1039573,00	24751,74	986118,00	23479,00	3352592,86
ACEITE/BASE PARAF. HIDROG. MEDIO	1397830,44	33281,68	1411665,10	33611,07	1184881,00	28211,45	4628242,79
ACIDO SULFURICO							2003740,00
ACPM	11140,05	265,24	11253,68	267,94	906473,00	21582,69	3134782,58
ACPM DE EXPORTACION	28927370,19	688746,91					
AROMATICOS PESADOS	143544,41	3417,72	145201,84	3457,19			474350,00
ASFALTO PAVIM. 60/70	21143005,90	503404,90	21315141,35	507503,37			85226894,00
ASFALTO PAVIM. 80/100	15535805,37	369900,13	15662709,90	372921,66			62232342,00
AVIGAS	1427939,76	33998,57	1451665,06	34563,45	1359920,00	32379,05	3791578,46
AZUFRE LIQUIDO							5735740,00
BARREDURA DE POLIETILENO							38580,00
BASE NAFTENICA PESADA	2379544,66	56655,83	2401640,12	57181,91	950195,00	22623,69	8269208,67
BENCENO	5533,82	131,76	5615,55	133,70			18510,00
BIODIESEL B2 EXTRA							4190,00
BUTANO							176170,00
CATALIZADOR GASTADO							1073890,00
CHATARRA							1286960,00
CICLOHEXANO	1278558,34	30441,87	1297584,92	30894,88			3786890,00
COMBUSTIBLE DECOMISADO							-43310,00
COMBUSTOLEO PESADO (SSF 180 - 300) C. NAL	8959578,21	213323,29	9031132,41	215026,96	8895253,00	211791,74	34988120,67
COMBUSTOLEO PESADO FLOTA	83375634,65	1985134,16					
DESTILADO NAFTENICO PESADO	235197,49	5599,94	237339,00	5650,93	212904,00	5069,14	830189,74
DIESEL MARINO	1151068,37	27406,39					
DISOLVENTE No. 1	924976,88	22023,26	941540,51	22417,63	859979,00	20475,69	2340534,08
DISOLVENTE No. 2	219381,41	5223,37	222836,24	5305,62	198595,00	4728,45	602934,50
DISOLVENTE No. 3	418816,63	9971,82	425005,00	10119,17	374124,00	8907,71	1199662,56
DISOLVENTE No. 4	3070753,54	73113,18	3106817,59	73971,85	2990389,00	71199,74	9220868,47
EMULSION ASFALTICA							7490,00
FERTILIZANTE LIQUIDO							-115690,00
GASOLINA MOTOR REGULAR	9038,91	215,21	9176,30	218,48	86674,00	2063,67	307393,47
GRASA DE POLIETILENO	211,00	5,02	211,00	5,02			7061,00
HEXANO	211390,18	5033,10	215174,63	5123,21	37901,00	902,40	534902,74
METIL ETIL CETONA - MEK							-399900,00
NAFTA CRACKEADA	11952779,58	284589,99					
NITROGENO							-301770,00
ORTHOXILENO	518141,41	12336,70	524214,99	12481,31			1732650,00
OTROS							-645440,00
PARAFINA LIVIANA	1663241,71	39600,99	1681653,27	40039,36			5234244,00
PARAFINA MEDIA	1104980,42	26309,06	1116992,05	26595,05			3440109,00
POLIETILENO 640 PRIME EMPACADO	2725,32	64,89	2746,03	65,38			765680,00
POLIETILENO 641 EMPACADO GCB	19766,39	470,63	19916,61	474,20			80434,40
POLIETILENO 641 FE II EMPACADO	48530,02	1155,48	48898,84	1164,26			1308960,86
POLIETILENO 641 PRIME GRANEL	35982,57	856,73	36256,03	863,24			6262252,14
POLIETILENO 641 PRIME GRANEL-EMPACADO							134070,00
POLIETILENO SCRAP LIMPIO 640							17350,00
POLIETILENO SCRAP LIMPIO 641	1838,27	43,77	1852,24	44,10			1154580,37
POLIETILENO SCRAP SUCIO 640							33330,00
POLIETILENO SCRAP SUCIO 641	13867,25	330,17	13972,64	332,68			261449,32
PROPILENO(C3-C3=)	7627225,40	181600,60	5844156,56	139146,58			13280136,00
QUEROSENO	10486,67	249,68	10604,00	252,48	10622,00	252,90	32226,80
RESIDUOS HIDROCARBUROS							-10890,00
SODA CAUSTICA							-3283670,00
SULFATO DE ALUMINIO							-281320,00
TOLUENO	2003862,71	47711,02	2030155,51	48337,04			6605000,00
TORTA DE POLIETILENO							12940,00
TURBOCOMBUSTIBLE JET A-1	282457,10	6725,17	285614,64	6800,35	257800,00	6138,10	868311,38
XILENO	2355648,30	56086,86	2384123,22	56764,84			7736310,00

**ANEXO B. Ventas Nacionales de Petroquímicos desde el año 2002 hasta el 2007**

PRODUCTO	2002			2003			2004		
	Volumen en KBDC o KTON D	Precio \$/Galón o \$/Ton	Ingresos Millardos \$	Volumen KBDC o KTOND	Precio \$/Galón o \$/Ton	Ingresos Millardos \$	Volumen KBDC o KTOND	Precio \$/Galón o \$/Ton	Ingresos Millardos \$
<b>Petroquímicos Líquidos</b>	<b>7,05</b>	<b>1,940</b>	<b>210</b>	<b>8,64</b>	<b>2,528</b>	<b>335</b>	<b>7,93</b>	<b>2,715</b>	<b>331</b>
Disolventes Alifáticos	1,24	1,969	37	1,17	2,902	52	1,21	3,346	62
Bases Lubricantes	0,89	2,800	38	0,68	3,378	35	0,69	3,767	40
Subproductos	0,13	3,037	6	0,08	3,122	4	0,08	3,399	4
Asfaltos	3,38	1,318	68	3,81	1,828	107	3,37	1,766	91
Disolventes Aromáticos	1,42	2,762	60	1,57	3,996	96	1,38	4,868	104
<b>Petroquímicos Sólidos</b>	<b>0,24</b>	<b>1,426,864</b>	<b>124</b>	<b>0,18</b>	<b>1,730,414</b>	<b>111</b>	<b>0,19</b>	<b>2,413,952</b>	<b>172</b>
Parafinas (Ton)	0,07	1,214,209	32	0,05	1,577,850	28	0,06	1,887,363	39
Polietileno (Ton)	0,12	2,010,508	90	0,08	2,673,407	80	0,09	4,038,506	129
<b>TOTAL PETROQUIMICOS (Barriles Equivalentes)</b>	<b>8,65</b>	<b>2,519</b>	<b>334</b>	<b>9,73</b>	<b>2,990</b>	<b>446</b>	<b>9,13</b>	<b>3,580</b>	<b>503</b>

PRODUCTO	2005			2006			2007		
	Volumen KBDC o KTOND	Precio \$/Galón o \$/Ton	Ingresos Millardos \$	Volumen KBDC o KTOND	Precio \$/Galón o \$/Ton	Ingresos Millardos \$	Volumen KBDC o KTOND	Precio \$/Galón o \$/Ton	Ingresos Millardos \$
<b>Petroquímicos Líquidos</b>	<b>9,59</b>	<b>3,075</b>	<b>452</b>	<b>11,59</b>	<b>3,569</b>	<b>634</b>	<b>12,66</b>	<b>3,488</b>	<b>677</b>
Disolventes Alifáticos	1,17	4,259	76	1,23	4,886	92	1,15	5,006	88
Bases Lubricantes	0,92	4,400	62	0,93	5,180	74	1,05	5,485	89
Subproductos	0,22	3,836	13	0,36	4,044	22	0,54	2,915	24
Asfaltos	4,05	1,835	114	5,46	2,227	186	7,37	2,276	257
Arotar	1,48	1,746	40	1,55	2,340	56	0,39	1,988	12
Disolventes Aromáticos	1,74	5,505	147	2,06	6,467	204	2,16	6,260	207
<b>Petroquímicos Sólidos</b>	<b>0,23</b>	<b>2,396,015</b>	<b>201</b>	<b>0,23</b>	<b>2,289,059</b>	<b>188</b>	<b>0,23</b>	<b>2,278,664</b>	<b>190</b>
Parafinas (Ton)	0,06	1,994,854	46	0,05	2,324,052	45	0,08	2,096,550	60
Azufre (Ton)	0,06	245,867	6	0,05	236,504	4	0,04	203,635	3
Polietileno (Ton)	0,10	3,904,803	149	0,13	3,034,496	139	0,11	3,235,885	127
<b>TOTAL PETROQUIMICOS (Barriles Equivalentes)</b>	<b>11,00</b>	<b>3,871</b>	<b>653</b>	<b>13,02</b>	<b>4,121</b>	<b>822</b>	<b>14,15</b>	<b>3,999</b>	<b>867</b>

## ANEXO C. Ingreso de carrotanques en el mes de noviembre

Día	Ingresos
2008/Nov/01	49
2008/Nov/02	40
2008/Nov/03	32
2008/Nov/04	106
2008/Nov/05	101
2008/Nov/06	107
2008/Nov/07	132
2008/Nov/08	60
2008/Nov/09	30
2008/Nov/10	117
2008/Nov/11	113
2008/Nov/12	104
2008/Nov/13	101
2008/Nov/14	106
2008/Nov/15	59
2008/Nov/16	42
2008/Nov/17	36
2008/Nov/18	90
2008/Nov/19	100
2008/Nov/20	97
2008/Nov/21	113
2008/Nov/22	73
2008/Nov/23	40
2008/Nov/24	82
2008/Nov/25	101
2008/Nov/26	96
2008/Nov/27	93
2008/Nov/28	107
2008/Nov/29	81
<b>Total general</b>	<b>2408</b>

Estos datos<sup>4</sup> muestran la importancia de contar con una confiabilidad operacional excelente en casa bombas 1, ya que de esta operación se obtiene un valioso ingreso económico y se mantiene la estabilidad logística entre operaciones y ventas de productos, aminorando riesgos como la acumulación de productos terminados en tanques llegando posiblemente al límite operativo máximo.

---

<sup>4</sup> Estos datos fueron suministrados por el Ingeniero Carlos Reinol Sanabria, líder de entrega de ventas VSM

## ANEXO D. Lección aprendida y Análisis de falla de la bomba P-2664



### LECCIONES APRENDIDAS ANALISIS DE FALLA EQUIPO ROTATIVO PMR



NP 2664

**EVENTO:** Bomba pegada debido a roce entre la camisa y el buje central

#### Información del equipo:

Se utiliza para entregar ACPM del k 2654 a Unibón y esta ubicada en CBC, La bomba es marca PACIFIC, operada por turbina Marca ELLIOT de una etapa. Los componentes a lubricar son:  
**Turbina:** Cojinetes lado gobernador y lado acople con turbina 68, lubricados por el método de anillos.  
**Gobernador:** Mecanismo de contrapesas, con UCONAL 46 tipo sintético, lubricación por anillos.  
**Bomba:** Rodamiento lado acople y secundario, turbina 68, lubricados por el método de inmersión.

#### Antecedentes:

Este equipo se puede considerar confiable, dentro de los principales eventos de mantenimiento se encuentran: Cambio de carbones y revisión de chumaceras en el 2004, Cambio de eje y chumacera en el 2005, revisión del gobernador en el 2006, Reparación de sello y cambio de rodamientos en el 2008. Igualmente presenta varias limpiezas de filtro, sobre todo en el 2005 (5), y algunos trabajos en la válvula de seguridad, aislamiento, plan de sello y sistema de enfriamiento.

#### Modo de falla:

La condición de los componentes que sufrieron la falla, muestran señales de roce entre la camisa y el buje central, ocasionado por ingreso de material particulado al cuerpo de la bomba y demás sistemas internos.

#### Causas Inmediatas:

Falta de asegurar: Presencia de material metálico en el producto almacenado en el K 2654, el cual ocasiona que la bomba se queda pegada, debido a la fricción entre el buje y la camisa.

#### Causas Básicas:

Control deficiente: Reutilización de línea de Butano con mas de 13 años de estar Fuera de Servicio, sin el respectivo análisis de riesgo y procedimiento requerido para poner en servicio

#### Lección Aprendida

Antes de utilizar una línea que ha estado fuera de servicio por varios años se debe implementar un buen procedimiento para garantizar que no llegue sedimentación y partículas metálicas, a los diferentes equipos que componen el sistema.

#### Acciones inmediata



Se instalo: malla de sacrificio de menor diámetro y PI en la succión. Se realizo limpieza de línea de succión, Se implemento procedimiento para empacar, drenar y girar manualmente el sistema antes de operar.

#### Acciones Correctiva

Realizar limpieza del sistema de recibo, limpieza el tanque k 2654 y realizar procedimiento para asegurar la reutilización de sistemas que han estado fuera de servicio por varios años.



IRIS / Gestión documental / Consulta documentos / documentos de calidad / GCB / Directrices

## ANEXO E. Plan 11, para lubricación de sellos

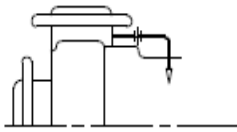
The American Petroleum Institute (API) issues guide lines to help petroleum people select and then pipe various types of controls for mechanical sealing applications. These piping arrangements are described in a series of plans issued by the API.

Although 17 plans are described, only a few are really needed. Any time you have 17 choices there is bound to be some confusion. In the following paragraphs I will describe those API plans that I use on a regular business. In the following paragraphs I will describe where I use these plans and, in the process, hopefully simplify your selection decisions

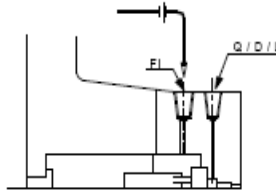
**Plan 11.** A line is connected from the discharge side of the pump and recirculated through an orifice into the gland flush connection. Orifices are hard to size and since many pumping fluids contain solids orifices are easy to clog.

Plan 11 (Tubería para sello sencillo y primario de sellos duales no presurizados).

ESQUEMÁTICO



HORIZONTAL




VERTICAL

No  
recomendable  
para bombas  
verticales

Recirculación desde la descarga de la bomba a través de un orificio de control de flujo (si se requiere) al sello. El flujo entra a la cámara de sello adyacente por las caras del sello mecánico.

**ANEXO F. Caracterización de los tanques: tipo de techo, servicio, alturas de referencia, capacidad máxima.**

 <b>TANQUES DE ALMACENAMIENTO ECOPETROL SA.</b> CARTAS DE AFORO FECHA ELABORACIÓN: 2004 ACTUALIZACIÓN: Aug-08 PROBLEMAS SERIOS TANQUE EN MANTENIMIENTO CORRECCIONES									
TANQUE	PRODUCTO	FECHA DE AFORO	TIPO DE TECHO	POR	ALTURA DE REFERENCIA			CAPACIDAD MÁXIMA	CAPACIDAD MÍNIMA
					TABLA	TANQUE	SIO		
<b>K-12</b>	ACPM Marino	16-Jun-05	CONICO	CMAC	9396	9396	10177	8396 bls	494 bls
<b>K-16</b>	ACPM	17-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	14150	14150	14150	5079 bls	184 bls
<b>K-17</b>	Turbo Acido	17-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	14095	14095	14095	5068 bls	174 bls
<b>K-27</b>	Sulfurico Acido	15-Mar-96	CONICO	CMAC	7005	7005	7005	2221 bls	192 bls
<b>K-28</b>	Sulfurico	23-Jul-02	CONICO	IMC	7028	7028	7028	2205 bls	192 bls
<b>K-44</b>	Disolvente 1	17-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	10137	10137	10137	4541 bls	224 bls
<b>K-53</b>	Base para. Med.	18-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	10242	10242	10242	3467 bls	232 bls
<b>K-56</b>	Disolvente 4	17-Nov-06	CONICO	SAYBOL	10138	10138	10138	1604 bls	104 bls

		06		T					
<b>K-94</b>	Disolvente 2	17-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	10083	10083	10083	3630 bls	413 bls
<b>K-95</b>	Disolvente 4	20-Dec-06	CONICO	SAYBOL T	12042	12042	12042	9579 bls	915 bls
<b>K-99</b>	Avigas	20-Dec-06	CONICO	SAYBOL T	9830	9830	9830	3086 bls	181 bls
<b>K-200</b>	Asfalto Comb.	20-Feb-04	CONICO	IMCO SAYBOL	13006	13006	13006	10369 bls	480 bls
<b>K-201</b>	Pesado Comb.	16-Nov-06	CONICO	T	8308	8308	8308	4792 bls	326 bls
<b>K-202</b>	Pesado Comb.	16-Jun-05	CONICO	CMAC	10790	10790	10790	3500 bls	185 bls
<b>K-203</b>	Pesado Comb.	16-Jun-05	CONICO	CMAC	10713	10713	10713	3492 bls	184 bls
<b>K-205</b>	Asfalto	14-Sep-99	CONICO	SGS SAYBOL	11932	no tiene	11760	11766 bls	666 bls
<b>K-206</b>	Asfalto	26-Dec-06	CONICO	T	11802	11802	11802	11861 bls	666 bls
<b>K-600</b>	BPM		CONICO		NT	no tiene	13062	5154	289
<b>K-601</b>	BPM		CONICO		NT	no tiene	13068	5154	289
	dest.								
<b>K-606</b>	Naftenico pes.	16-Nov-06	CÓNICO	SAYBOL T	9444	9444	9444	1537 bls	90 bls
<b>K-620</b>	Gasolina Motor	20-Dec-06	CONICO	SAYBOL T	10668	10668	10668	3370 bls	354 bls
<b>K-656</b>	DNM	16-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	7863	7863	7863	648 bls	72 bls
<b>K-669</b>	Base para. Med.	16-Jun-05	CONICO	CMAC	13189	13189	13189	9224 bls	364 bls
<b>K-671</b>	Gas. Aviacion	18-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	15795	15795	15795	5535 bls	210 bls

<b>K-672</b>	Hexano	25-Sep-04	CONICO	SGS	7632	no tiene	8420	2939 bls	203 bls
<b>K-673</b>	Disolvente 3	18-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	8461	8461	8461	2901 bls	296 bls
<b>K-674</b>	Gasolina	16-Jun-05	CONICO	CMAC	15725	15725	15725	5368 bls	165 bls
<b>K-675</b>	Base para. media	16-Jun-05	CONICO	CMAC	13058	13058	13058	9255 bls	364 bls
<b>K-3110</b>	Hexano	4-Mar-04	CONICO	IMCO	12045	12045	12045	2745	188 bls
<b>K-3111</b>	Base B.Stock	16-Nov-06	CONICO	SAYBOL T	12115	12115	12115	2737 bls	120 bls

**ANEXO G. Caracterización de Bombas: Best Eficcient Point (BEP), punto de operación, ventanas operativas y flujos de operación normal registrados en el llenadero.**

Bomba	Servicio	BEP		Ventana Operativa Actual, BPH		Guía de Control Actual, BPH	
		Flujo, gpm	DP, Ft	VO Mín	VO Max	GC Mín	GC Max
P-3106	Disolvente 2	325	182	172	540	257	515
P-3108	Asfalto	Reformas					
P-3112	Gasolina Regular motor	320	385	143	455	215	429
P-3113	Disolvente.1	320	385	143	455	215	429
P-3116	Disolvente.3	290	116	172	540	257	515
P-3117	Disolvente.4	420	290	172	540	257	515
P-3119	Avigas	Recirculación					
P-3120	Hexano	200	195	114	358	172	343
P-3121	ACPM Marino	FS					
P-3122	Diesel regular	290	116	128	535	257	513
P-3124	Avigas	390	215	172	540	257	515
P-3128	Asfalto	Reformas					
P-3129	Asfalto						
P-3131	Disolventes & Hexano	388	471	243	538	300	514
P-3140	Lube Oil	sb					
P-3141	Agua Industrial	sb					
P-3142C	Aceite Indust Naftenico	340	590	193	802	385	770
P-3142D	Destilado Naft. Pesado	340	590	193	802	385	770
P-3143A	Base Paraf Media	sb					
P-3143B	Base Bright Stock	sb					
P-3143C	Base Paraf Media	333		193	802	385	770

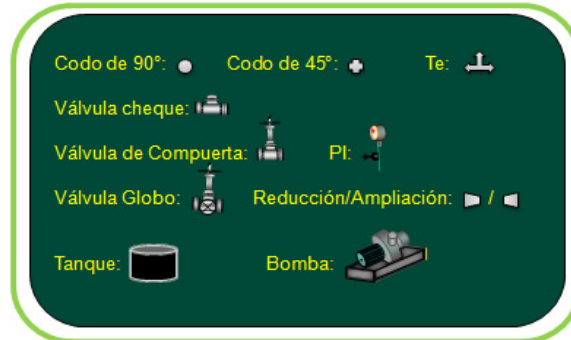
P-3143D	Base Bright Stokes	299	427	193	802	385	770
P-3148	ácidofres	Reformas					
P-3149	ácidogast						
P-3150	Combustoleo	299	488,4	463	1450	695	1390
P-3150A	Combustoleo	SB					
P-3151	Diesel Marino	410	228	234	732	351	703
P-3152	Jet A1	390	215	172	540	257	515

Bomba	Ventana Operativa, BPH		Guía de Control, BPH		Punto Operación		Flujo Operación Llenadero, gpm
	VO Mín	VO Max	GC Mín	GC Max	Flujo, gpm	DP, psi	
P-3106	186	580	279	557	330	55	245
P-3112	183	571	274	549	350	118	280
P-3113	183	571	274	549	315	110	270
P-3116	166	518	249	497	260	40	266
P-3117	240	750	360	720	470	95	350
P-3120	114	357	171	343	225	50	270
P-3122	166	518	249	497	200	50	250
P-3124	223	696	334	669	315	70	195
P-3131	222	693	333	665	425	130	270
P-3142C	194	607	291	583	380	192	215
P-3142D	194	607	291	583			130
P-3143C	190	595	285	571	380	182	256
P-3143D	171	534	256	513	260	200	150
P-3150	540	1687,5	810	1620	480	190	160
P-3151	234	732	351	703	360	82	220
P-3152	223	696	334	669	395	75	310

## ANEXO H. Muestra de algunos Isométricos realizados<sup>4</sup>

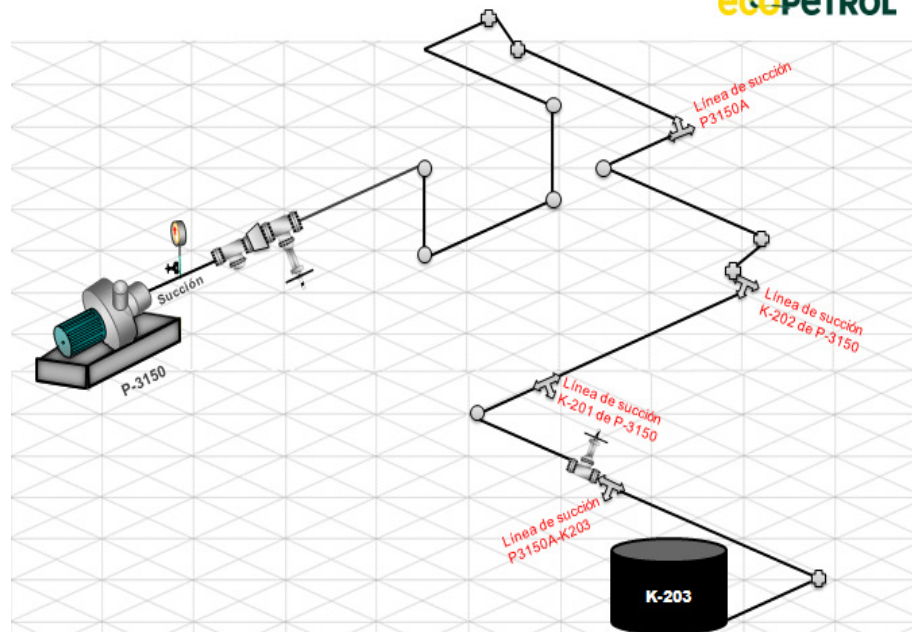


### CONVENCIONES DE LOS DIAGRAMAS



- Sistema de Succión Combustóleo, Bomba P-3150 del tanque K-203

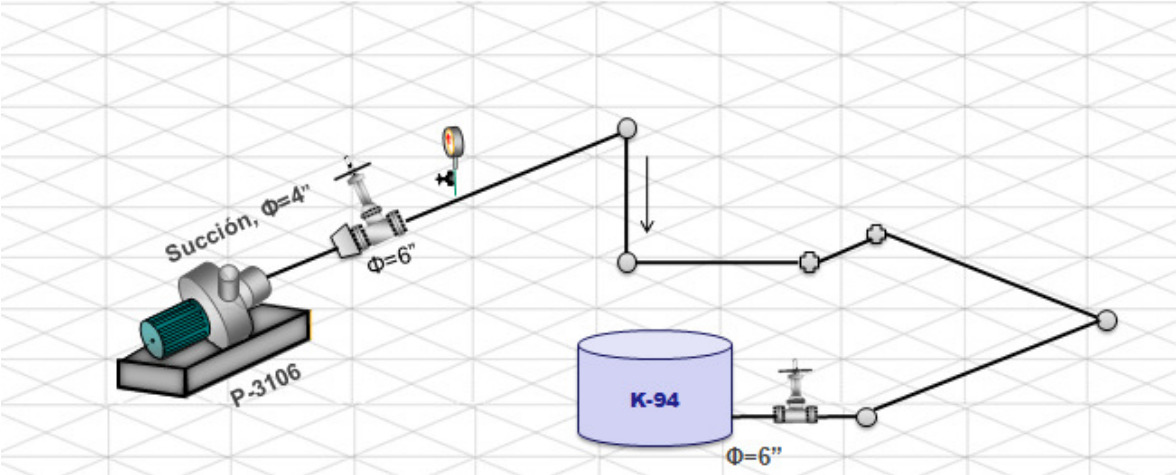
### COMBUSTÓLEO



### Sistema de Succión Disolvente No 2, Bomba P-3106 del tanque K-94

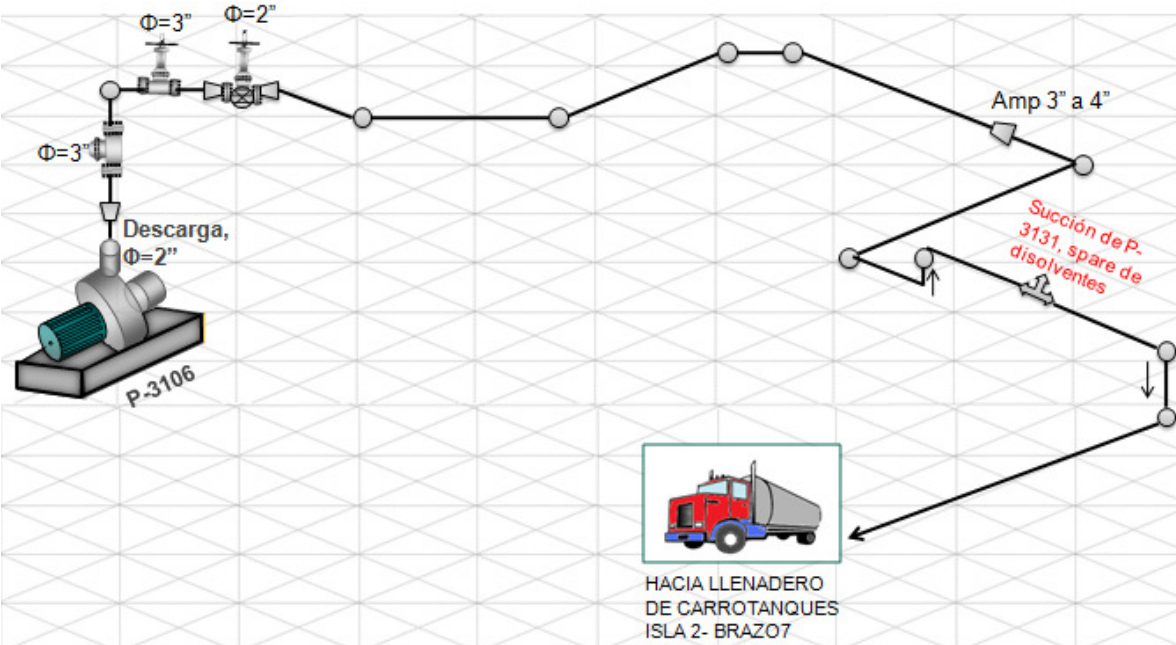
<sup>4</sup> Los isométricos de cada uno de los sistemas de encuentran en el CD entregado.

# DISOLVENTE NO. 2



Sistema de descarga de Disolvente No.2, Bomba P-3106 hacia llenadero de Carrotanques

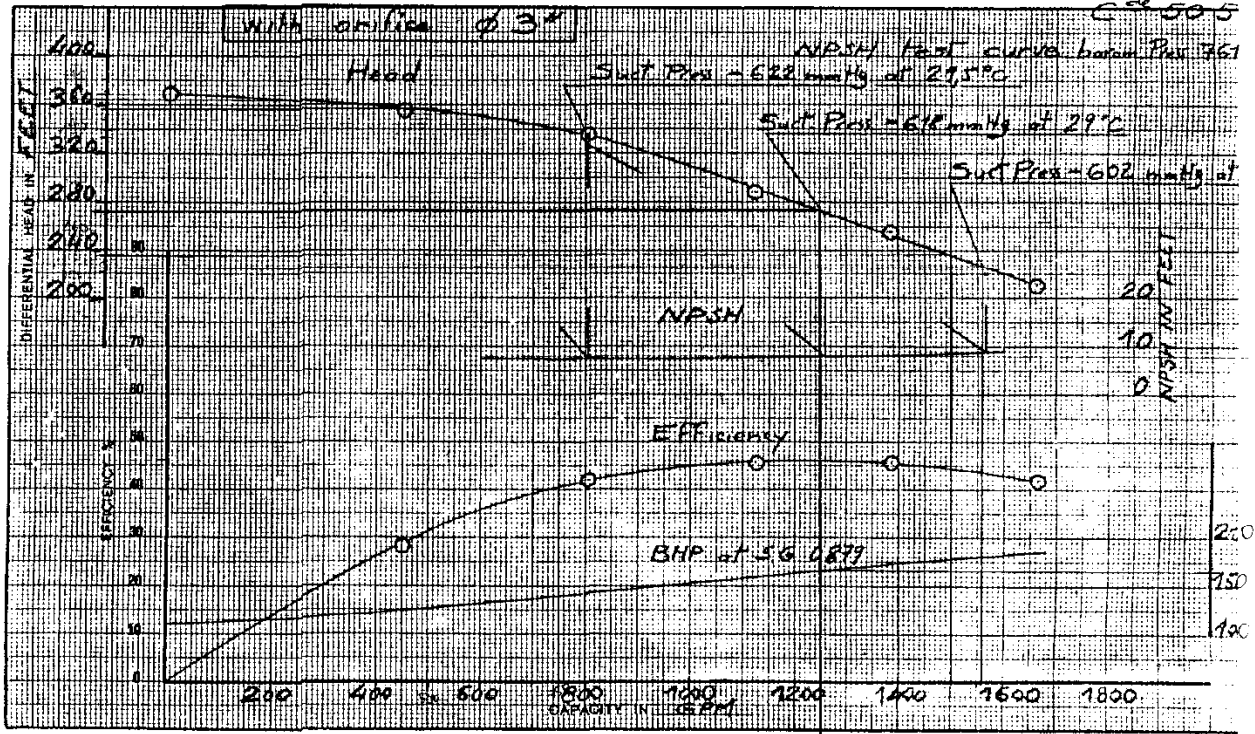
# DISOLVENTE NO. 2



# ANEXO I. Curva de la Bomba NP-2664

## TEST CURVE OF PACIFIC PUMPS - PRESSER (FRANCE)

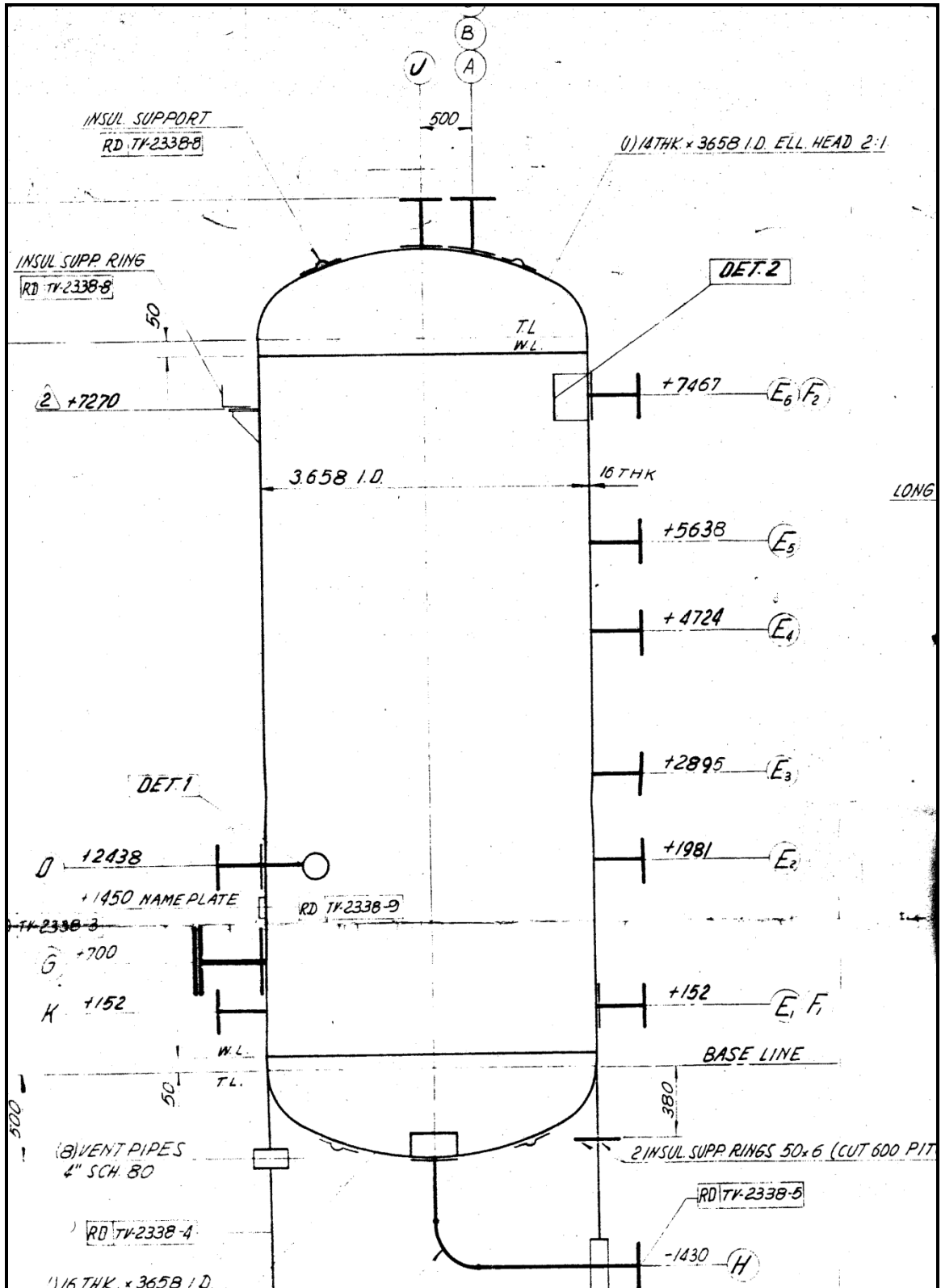
Customer <u>TPL</u>	Suction	Radial	Curve N° <u>DF 2161</u>
User <u>ECOPETROL</u>	Imp. Pattern <u>52599</u>		Size <u>8" LX</u> Type <u>SVC</u> Stage
Customer Order <u>1027</u>	Ø Max. <u>20"</u>		RPM <u>1750</u>
Item N° <u>P 2664</u>	Ø Test <u>18 3/4"</u>		Pump Number <u>DF 2161</u>
Date <u>13.7.76</u>	Ø Min. <u>16"</u>		



**ANEXO J. Data sheet de la Bomba NP-2664**

EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS COMPLEJO INDUSTRIAL CIB. BOMBAS CENTRIFUGAS - FICHA TECNICA <span style="float: right;">FORMATO NC 001</span>							
DATOS GENERALES				CONDICIONES DE OPERACION			
EQUIPO <u>P 2664 A</u>				PRODUCTO <u>A.C.P.M</u>			
FABRICANTE <u>PACIFIC</u>				CAPACIDAD (GPM) <u>804</u>			
LOCALIZACION UNIDAD <u>2600 UNIBON</u>				VISCOSIDAD API			
SERVICIO <u>A.C.P.M.</u>				COMP. CORROSIVOS SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
SERIE <u>DF 2161</u>				POTENCIA HP. <u>160</u>			
TIPO <u>SVC</u>				VELOCIDAD RPM. <u>1750</u>			
TAMAÑO <u>8LX</u>				TEMPERATURA °F <u>120</u>			
ETAPAS <u>1</u>				PRESION SUCCION PSI <u>0</u>			
PLANO <u>PC D.F 2161</u>				PRESION DESCARGA PSI. <u>125</u>			
CODIGO <u>40-660-0</u>				MOTOR: ELECTRICO <input type="checkbox"/> TURBINA <input checked="" type="checkbox"/>			
Nº INVENTARIO <u>205-07-0010</u>				ROTACION VISTA DEL ACOPLA			
CARACTERISTICAS MECANICAS							
IMPULSOR:							
TIPO <u>CENTRADO</u> Nº ALABES _____ Ø INT. _____							
Ø EXT. : DISEÑO _____ MAX. _____							
ANILLOS DE DESGASTE							
POSICION	MATERIAL	Ø EXT.	Ø INT.	ANCHO	TOLER.	CODIGO	PLANO
ANILLO CUERPO							
IMP. LADO CUERPO							
ANILLO CABEZOTE							
IMP. LADO CABEZOTE							
ANILLO CENTRAL							
COJINETES:							
BALINERAS <input checked="" type="checkbox"/> CHUMACERAS _____							
COJINETE	TIPO	MARCA	DIMENSION	AJUSTE		CODIGO	
				F I E	C A T A		
RADIAL	<u>6314</u>	<u>SKF</u>	<u>70x150x35</u>				
AXIAL	<u>7313BE</u>	<u>SKF</u>	<u>65x140x66</u>				
LUBRICACION : TIPO: <u>RED ADULD</u> CLASE DE ACEITE _____							
TEM. DEL ACEITE °F _____ PRESION _____							
ANILLO DE LUBRICACION: DIMENSIONES _____ MATERIAL _____							
PLANO: _____ CODIGO: _____							

ANEXO K. Plano del Drum D-2652



ANEXO L. Data Sheet de la Válvula de Control FIC26506

<b>ECHNIPETROL S.P.A.</b>		Unidad de Balance-Barrancabermeja	
Client <b>BARRERA COLOMBIANA DE PETROLEOS</b>			
DATA SHEET CONTROL VALVES		CONTRACT	UWIT
		112010	
		TYPE OF DOCUMENT	ACCOUNT CLASS & PROGRESSIVE
			1551
		REV	4
		SHEET	1 OF 1
		<b>FRCV-26505</b>	
		<b>FRCV-26506</b>	
		<b>EMERGENCY FLUSH</b>	
SIZE	Nº	MATERIAL	STATE
		CS	LIQ
SPECIFIC GRAVITY (UPSTR.) LIQ.		GAS	
0.87		0.88	
SERVICE CONDITIONS			
OPERATING	MAX FLOW	MIN. FLOW	OPERATING
678	874		680
100			100
UPSTREAM PRESSURE	DIFFERENTIAL PRESSURE		UPSTREAM PRESSURE
100	40		100
100	100		101
FLOW COEFFICIENT	UPSTR. TEMP. OF OPERATING	MAX.	
100	300		120
MAX. Δ P WITH CLOSED VALVE	100		100
FAILURE VALVE TO BE	OPEN	CLOSED	LOCKED
AT CONDITIONS	CP		
CONNECTIONS TYPE & SIZE	4" - 20 # RF		GLOBE #
			API-300 #RF
ONNET	EXTENSION		NORMAL #
			TEFLON #
PACKING	TEFLON ASS.		NO #
OWS SEAL	ELUBR WITH ISOL VALVE	YES	NO
MATERIAL	CARBON STEEL		CARBON STEEL
LECTED CV	SEAT	Δ 170	Δ 170
ID TENDS TO	OPEN	CLOSE	
W CHARACTERISTIC	LINEAR	QUICK OPEN	
UG TYPE	TOP	BOTTOM	SEAT
UG GUIDING	TOP	BOTTOM	SEAT
ACITY	RED. FACTOR		
MATERIAL	AS 316SS COLONY CONTROL		AS 316SS
A. OR NPT AREA	STRING RANGE	3-15	3-15
PLY	PSIG	Δ 3-15	Δ 3-15
SIZE/MAX Δ P	PSIG	Δ 15/500	Δ 15/500
MATIC CONNECTION	TOP	SIDE	
D WHEEL	PNEUM.	ELECTROPNEUM.	
SIGNAL	IMPEDANCE	2-4 PSIG	4-20mA
SUMPTION: MAX	STEADY		
LY CONNECTIONS	IN	OUT	
SING TYPE	WHEATER	PROOF	
STRUCT. CODE	CLASS	DIV.	GROUP
2			
MODEL	HONEYWELL		800-11
	HONEYWELL		800-11
M.P. No.	Δ 1551		



## ANEXO N. Criterios de dimensionamiento de las líneas de ECOPETROL S.A

### Criterios de dimensionamiento

- Velocidad en bombas en la succión=2-4 ft/s, para  $\phi=10''$  en adelante y productos livianos (ACPM).
- $\Delta P/100$  succión en bombas= 0.2-0.5 psi/100 ft
- $\Delta P/100$  descarga en bombas= 1-2 psi/100 ft
- Velocidad en bombas en la descarga=3-5 ft/s, para  $\phi=3''$  a  $10''$  y productos livianos (ACPM).
- Eficiencia de bomba= 60%

### CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS ECOPETROL

	LIVIANOS (1)	SEMIPESADOS (2)	PESADOS (3)
- Velocidad succ.bombas (FT/S)			
$\phi$ entre 3" - 10"	2 - 4	1.5 - 3	0.4 - 0.75
$\phi$ de 10" en adelante	2 - 4	2.5 - 5	0.5 - 1
- Velocidad desc. bombas (FT/S)			
$\phi$ entre 3" - 10"	3 - 5	3 - 5	3 - 5
$\phi$ de 10" en adelante	4 - 7	4 - 7	4 - 7
- $\Delta P/100'$ succ. bombas	0.2 - 0.5 (PSI/100 ft)		
- $\Delta P/100'$ desc. bombas	1.0 - 2.0 (PSI/100 ft)		
- Eficiencia de bomba	60%		
- Factor multiplicador por accesorios	1.5		
- Cálculo de motores	60%		
- Factor de sobrediseño	1.2		
(1) *	ACPM		
*	Gasolina motor		
*	LPG		
*	Crudo		
*	Gasóleo		
(2) *	DMO/DMOH		
*	Fuel Oil		
(3) *	Fondos Demex/ Fondos de Vacío		

**ANEXO O. Resultado de las velocidades y caídas de presión en las tuberías de succión y descarga de la Bomba NP-2664**

LÍNEA DE SUCCIÓN  $\phi=12''$

<b>Para succión de 12"</b>				
<b>GPM</b>	<b><math>\Delta P/100</math> (psi/pie)</b>	<b>Velocidad(pie/s)</b>	<b><math>\Delta P</math> total, psi</b>	<b><math>\Delta P</math> total en Ft</b>
100	0,002	0,286	5,014	13,177
200	0,006	0,573	5,047	13,264
300	0,013	0,859	5,096	13,393
400	0,021	1,145	5,160	13,562
500	0,031	1,431	5,239	13,769
600	0,043	1,718	5,333	14,014
700	0,057	2,004	5,440	14,296
800	0,072	2,290	5,561	14,614
900	0,089	2,577	5,695	14,967
1000	0,107	2,863	5,843	15,356
1100	0,127	3,149	6,004	15,778
1200	0,148	3,435	6,178	16,235
1300	0,170	3,722	6,365	16,726
1400	0,194	4,008	6,564	17,250
1500	0,220	4,294	6,776	17,808
1600	0,247	4,581	7,001	18,399

LÍNEA DE DESCARGA DE  $\phi=8''$

<b>Descarga de 8"</b>				
<b>Flujo, gpm</b>	<b><math>\Delta P/100</math> (psi/pie)</b>	<b>Velocidad(pie/s)</b>	<b><math>\Delta P</math> total, psi</b>	<b><math>\Delta P</math> en Ft</b>
100	0,013	0,64	0,41	1,07
200	0,043	1,28	1,34	3,53
300	0,087	1,92	2,74	7,20
400	0,144	2,56	4,56	12,0
500	0,214	3,20	6,79	17,8
600	0,295	3,84	9,40	24,7
700	0,388	4,48	12,4	32,6
800	0,492	5,12	15,8	41,4
900	0,607	5,76	19,5	51,2
1000	0,733	6,41	23,6	61,9
1100	0,869	7,05	28,0	73,6
1200	1,015	7,69	32,8	86,1
1300	1,171	8,33	37,9	99,6
1400	1,337	8,97	43,3	113,9
1500	1,513	9,61	49,1	129,1

LÍNEA DE DESCARGA DE  $\phi=6''$

<b>Descarga de 6''</b>				
<b>Flujo, gpm</b>	<b><math>\Delta P/100</math> (psi/pie)</b>	<b>Velocidad(pie/s)</b>	<b><math>\Delta P</math> total, psi</b>	<b><math>\Delta P</math> en Ft</b>
100	0,05	1,11	0,12	0,3
200	0,16	2,22	0,41	1,09
300	0,32	3,33	0,89	2,34
400	0,53	4,44	1,54	4,05
500	0,79	5,55	2,37	6,22
600	1,1	6,66	3,36	8,84
700	1,44	7,76	4,53	11,9
800	1,83	8,87	5,87	15,42
900	2,26	9,98	7,37	19,37
1000	2,73	11,09	9,05	23,77
1100	3,24	12,2	10,89	28,61
1200	3,79	13,31	12,9	33,89
1300	4,37	14,42	15,07	39,62
1400	5	15,53	17,42	45,78

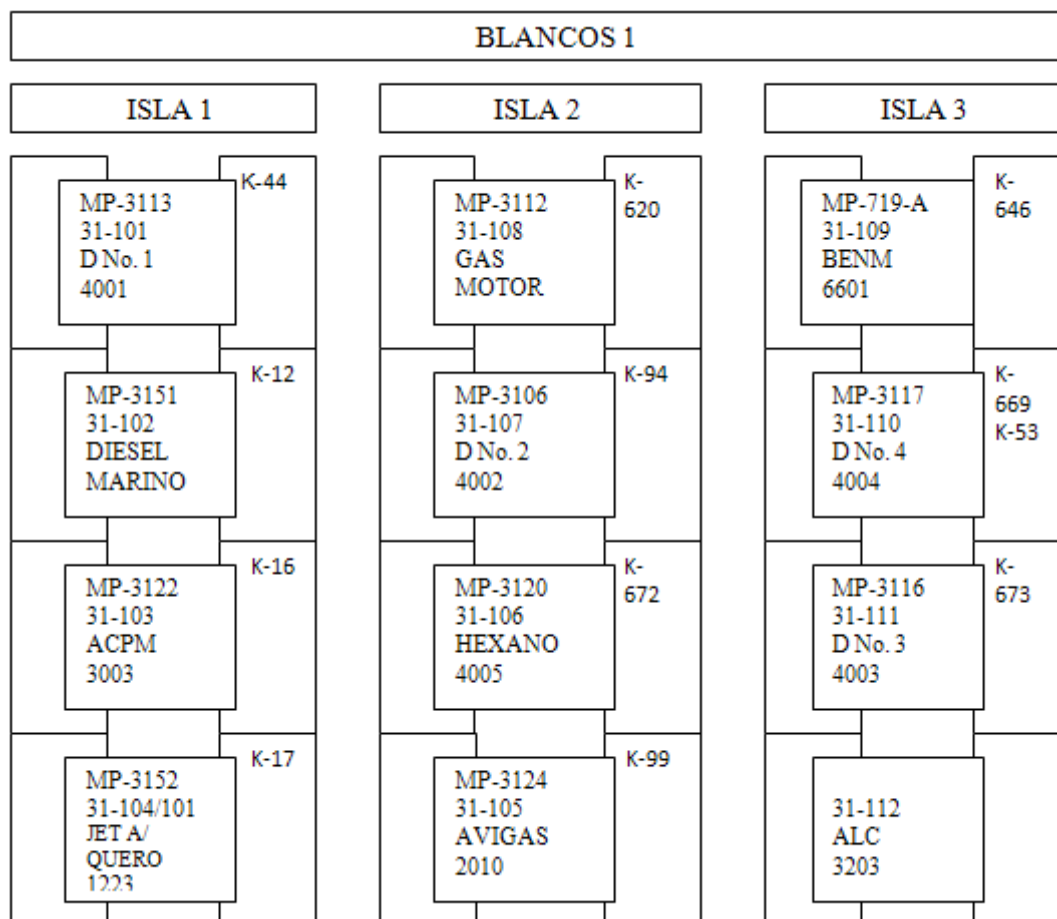
## ANEXO P. Productos y condiciones de operación en el llenadero

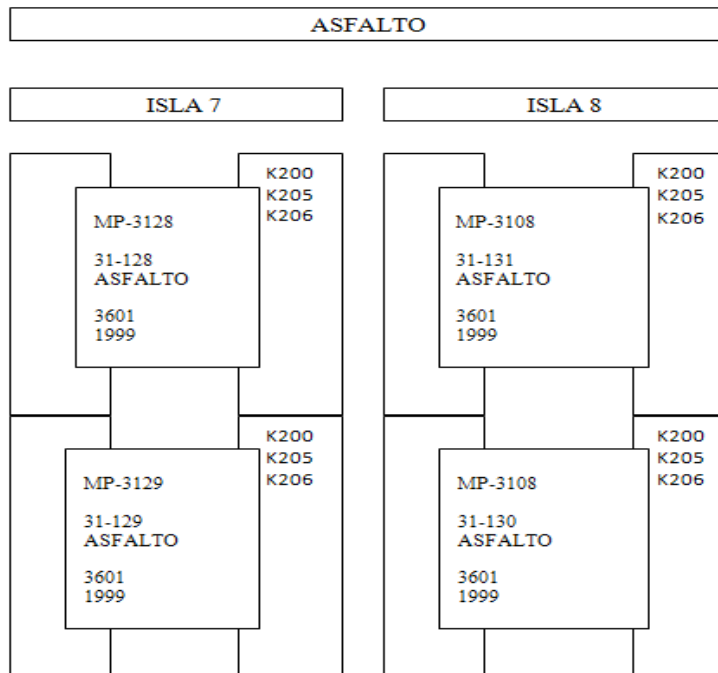
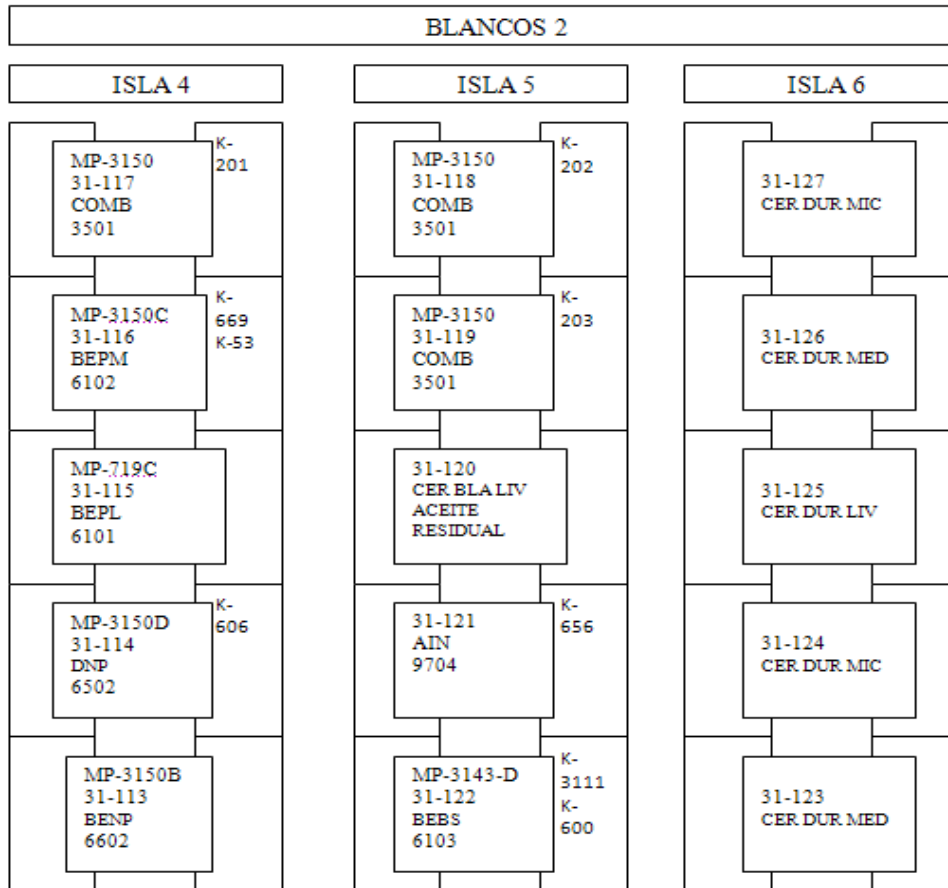
LLENADERO DE CARROTANQUES						
PRODUCTOS BLANCOS						
BOMBA	TANQUE	PRODUCTO	BRAZO No.	FLUJO GPM	PRESION PSIG	TEMP (°F)
MP 3117	K 95/K 56	DISOLVENTE 4 (VARSOL)	FY 31110	350	40	89
MP 3113 (MP-3131 EN MANUAL K-3110)	K 44/K 3110	DISOLVENTE 1	FY 31101	270	34	87
MP 3106	K 94	DISOLVENTE 2	FY 31107	245	28.3	88
MP 3116	K 673	DISOLVENTE 3	FY 31111	266	17	92
MP 3120/MP 3131 EN MANUAL K 3110	K 672/K 3110	HEXANO	FY 31106	220	15	88
MP 3112	K 620/K 674	GASOLINA MOTOR (GASMOTOR)	FY 31108	280	20	89
MP 3124A	K 99/K 671	GASOLINA DE AVIACIÓN (AVIGAS)	FY 31105	200	20.5	98
MP 3152	K 17	TURBOSINA JET A1	FY 31104	310	23.5	98
MP 3122	K 16	ACPM	FY 31103	250	18	98
MP 3151A	K 12	DIESEL MARINO	FY 31102	220	20	94
MP 219A/B(U200), MP 2029 EN U2000	K 5 (C.B 2)	ACEITE LIVIANO DE CICLO (ALC)	FY 31112	150	180	94
MP 719C	K 645	BEPL	FY 31115	250	25	98
MP 3143C	K 53/K669/K675	BEPM	FY 31116	256	18	100
MP 3143D	K 3111/K 600	BEBS	FY 31122	125	15.5	107
MP 719A	K 646	BENM	FY 31109	310	20	92
MP 719B	K 649	BENP	FY 31113	310	22	95
MP 3142D	K 606	DESTILADO NAFTÉNICO PESADO (DNP)	FY 31114	150	20	90

MP 3142C	K 656	ACEITE INDUSTRIAL NAFTÉNICO	FY 31121	215	20	90
MP 3150	K 201/K 202/K 203	COMBUSTÓLEO	FY 31117	300	40	160
MP 3150	K 201/K 202/K 203	COMBUSTÓLEO	FY 31118	300	40	160
MP 3150	K 201/K 202/K 203	COMBUSTÓLEO	FY 31119	300	40	160
<b>ASFALTO</b>						
<b>BOMBA</b>	<b>TANQUE</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>BRAZO No.</b>	<b>Kg PM</b>	<b>PRESION PSIG</b>	<b>TEMP °F)</b>
MP 3128	K 200/K 205/K 206	ASFALTO	FY 31128	1100	10	370
MP 3129	K 200/K 205/K 206	ASFALTO	FY 31129	1100	10	370
MP 3108	K 200/K 205/K 206	ASFALTO	FY 31130	1100	10	370
MP 3108	K 200/K 205/K 206	ASFALTO	FY 31131	1100	10	370
		TOTAL ASFALTO		4400		
<b>CERAS</b>						
<b>BOMBA</b>	<b>TANQUE</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>BRAZO No.</b>	<b>FLUJO</b>	<b>PRESION PSIG</b>	<b>TEMP °F</b>
MP 1271A (MP 1271C)	K 1281/1285/1286/1287	CERA DURA LIVIANA (Parafina Líquida Liviana)	FY 31125	900 KgPM	50	170
MP 1271B (MP 1271C)	K 1282/1283	CERA DURA MEDIA (Parafina Líquida Media)	FY 31126	930 KgPM	14	170
MP 1272A/C	K 1284/1288	CERA DURA MICROCRISTALINA (Parafina Líquida Microcristalina ó Petrolato)	FY 31127	450 KG/MIN	40	184
MP 1273A/C	K 1279/1291	CERA BLANDA LIVIANA(Aceite Residual Liviano)	FY 31120	282 GPM	10	191
MP 1273B/C	K 1276/1291	CERA BLANDA MEDIA (Aceite residual medio)	FY 31123	260Kg/min	17	183
MP 1272B/C	K 1280/1289/1290	CERA BLANDA MICRO (Aceite Residual Bright Stop)	FY 31124	820 KgPM	10	185

<b>AROMÁTICOS</b>						
<b>BOMBA</b>	<b>TANQUE</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>Tiempo cargue (tractomulas 10.000/11.000 gls)</b>	<b>FLUJO GPM</b>	<b>PRESION PSIG</b>	<b>TEMP °F</b>
MP 3601	K 904	XILENOS MEZCLADOS	55-60 minutos	226	120	90
MP 3602	K 903/K 913/k0907	TOLUENO	55-60 minutos	205	120	90
MP 3603	K 906/K 917	CICLOHEXANO	55-60 minutos	209	120	90
MP 3604	K 908	AROMATICO PESADO (CUMENO, C9)	35-40 minutos	320	120	90
MP 3605	K 918	PLATFORMADO y/o ALKILATO		944 BPH	120	90
MP 3606		XXXXXXXXXXXX				
	K 1502 / K-1503	BENCENO desde planta aromáticos				
MP 3607	X X X X X X	BENCENO				
MP 3608	K 1814	ORTHOXILENO	1 hora, 15 min	157	120	90
<b>BOMBAS DE SERVICIOS</b>						
<b>BOMBA</b>		<b>PRODUCTO</b>		<b>FLUJO GPM</b>	<b>PRESION PSIG</b>	<b>TEMP °F</b>
MP 3168		Descargue de hidrocarburos		200 gpm	120 psig	90° F
MP 3169B		Descargue de soda		300 gpm	120 psig	90° F
MP 3169A		Aguas Aceitosas				

## ANEXO Q. Distribución de los productos en las islas de llenado





**ANEXO R. Resultados generales de la evaluación hidráulica realizada para cada uno de los sistemas de acuerdo a su clasificación**

**PRODUCTOS BLANCOS-MEDIOS**

**a) Bomba P-3151, Servicio: Diesel Marino**

La bomba P-3151 despacha Diesel marino hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 220GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K12. Como se observa en la grafica 5. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 360 GPM, el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3151	
Marca	Byron Jackson
Tipo	SJA
Tamaño	3 X 4 X 8 1/2
Velocidad	3600 rpm
Diámetro impeler (pulg)	8

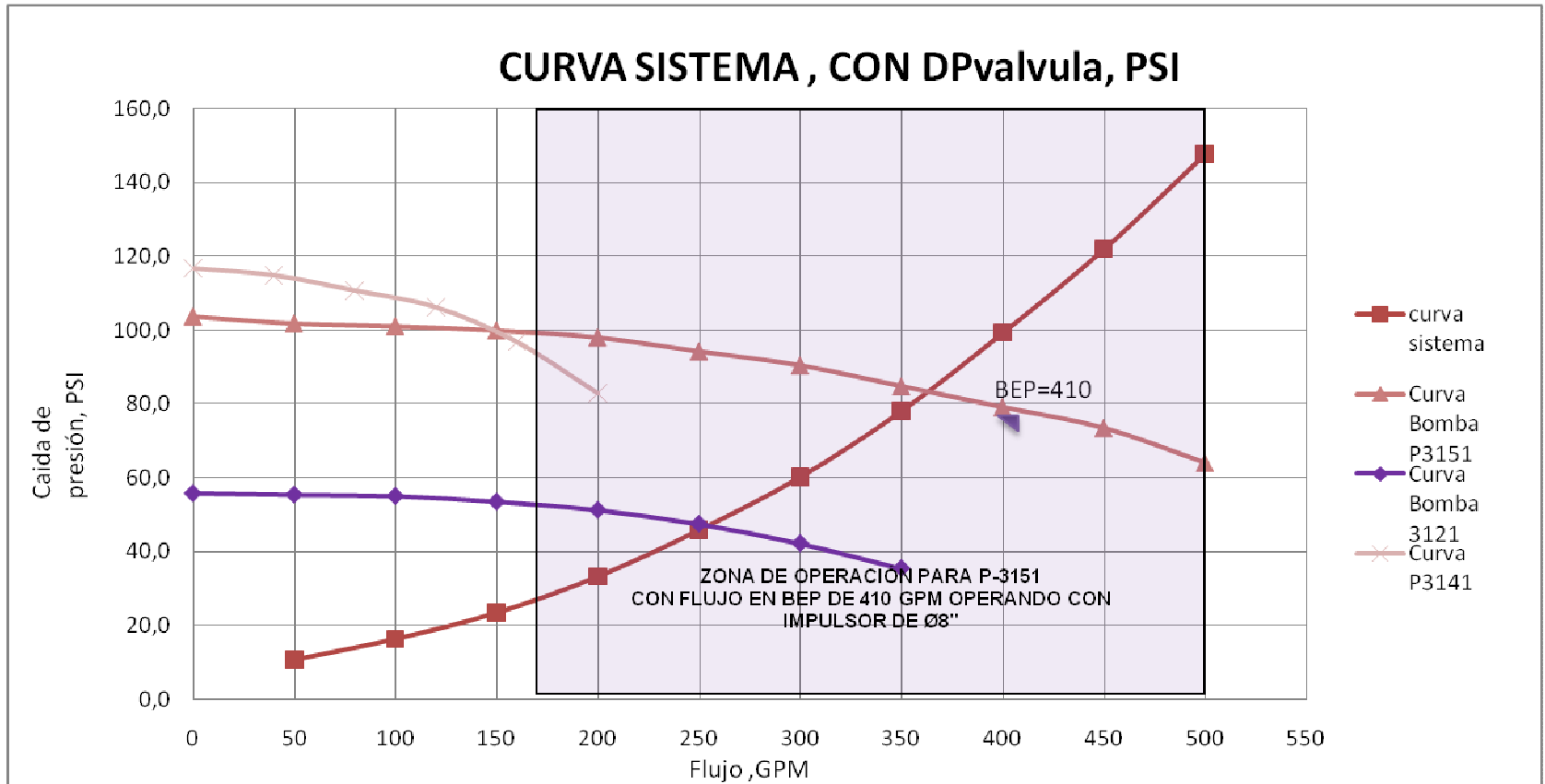
LÍNEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	400,46
Codos 90°	8
Codos 45°	5
Válvulas de compuerta	2

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor Desplazamiento Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	78,38	Longitud (pies)	292
Codos 90°	1	Codos 90°	5	Codos 90°	11
Codos 45°	0	Codos 45°	4	Codos 45°	1
Válvulas de globo	1	Válvulas de compuerta	1		
		Válvulas de cheque	1		
Llenadero		Llenadero			
Diámetro (pulg)	4	Diámetro (pulg)	3		
Longitud (pies)	120,24	Longitud (pies)	51,97		
Codos 90°	11	Codos 90°	9		
Codos 45°	1	Válvulas de compuerta	4		

Descripción general del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo crudo. Se emplea como combustible en los motores de embarcaciones.

<b>PROPIEDADES DEL ACPM MARINO</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>VALOR DE CONTROL</b>	<b>METODO DE ENSAYO ASTM</b>
Azufre	% masa	1.5 Máx.	ASTM D 4294 (1)
Ceniza	% masa	0.01 Máx.	ASTM D 482
Gravedad API	-	Reportar	ASTM D 4052 (2)
Densidad a 15°C	kg/m <sup>3</sup>	890 Máx.	
Índice de Cetano	-	40 Min	ASTM D 4737
Número de Cetano	-	40 Mín.	ASTM D 613
Microcarbón residual	% masa	0.2 Máx.	ASTM D 4530
Punto de inflamación	°C (°F)	60 (140) Min	ASTM D 93
Viscosidad Cinemática a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	1.5 –6.0	ASTM D 445



**Gráfica 5. Bomba P-3151, Servicio: Diesel Marino**

**b) Bomba P-3122, Servicio: Diesel regular**

La bomba P-3122 despacha Diesel regular hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 250GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K16. Como se observa en la grafica 6. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 210 GPM, el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3122	
Marca	Worthington
Tipo	DNE-62
Tamaño	2 X 1/2
Velocidad	3500 rpm
Diámetro impeler (pulg)	6

LÍNEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	369,652
Codos 90°	8
Codos 45°	5
Válvulas de compuerta	2

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor Desplazamiento Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2	Diámetro (pulg)	3	Llenadero	
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	339,53	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	0	Codos 90°	16	Longitud (pies)	185
Codos 45°	0	Codos 45°	4	Codos 90°	11
Expansión	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
		Válvulas de cheque	1		
		Válvulas globo	1		

Descripción del producto: Mezcla compleja de hidrocarburos entre C9 y C20, principalmente alifáticos y en menor proporción olefínicos, nafténicos y aromáticos. Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

- Líquido combustible clase II de acuerdo con la norma 321 de la NFPA (National Fire Protection Association), por lo cual se debe tener cuidado en el diseño de tanques de almacenamiento, tuberías y llenaderos en especial las normas NFPA para almacenamiento y protección contra

incendio, las normas API (American Petroleum Institute) y las reglamentaciones expedidas por el Ministerio de Minas y Energía.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>VALOR DE CONTROL</b>	<b>METODO DE ENSAYO ASTM</b>
Agua y sedimento	mL/100mL	0.05 Máx.	ASTM D 1796 (1)
Azufre	g/100g	0.40 Máx.	ASTM D 4294 (2)
Cenizas	g/100g	0.01 Máx.	ASTM D 482
Color ASTM	-	3.0 Máx.	ASTM D 1500
Corrosión al Cobre, 3 h a 50 °C	Clasificación	2 Máx. (3)	ASTM D 130
Destilación			
Punto inicial de ebullición	°C	Reportar	ASTM D 86
Temperatura 50% vol. recobrado	°C	Reportar	
Temperatura 90% vol. recobrado	°C	360 Máx.	
Punto final de ebullición	°C	390 Máx.	
Gravedad API	°API	Reportar	ASTM D 4052 (4)
Índice de Cetano (5)	-	45 Min	ASTM D 4737
Número de Cetano (6)	-	43 Min	ASTM D 613 (7)
Microcarbón residual	g/100g	0.2 Máx.	ASTM D 4530
Punto de fluidez	°C	3 Máx.	ASTM D 97 (8)
Punto de inflamación	°C	52 Min	ASTM D 93
Viscosidad Cinemática a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	1.9 – 5.0	ASTM D 445
Aromáticos	mL/100mL	35 Máx.	ASTM D 5186 (9)

(1) Método de Ensayo alternativo ASTM D 2709

(2) Método de Ensayo alternativo ASTM D 2622

(3) El valor 2 se refiere a 2a ó 2b

(4) Métodos de Ensayo alternos ASTM D 287 / D1298

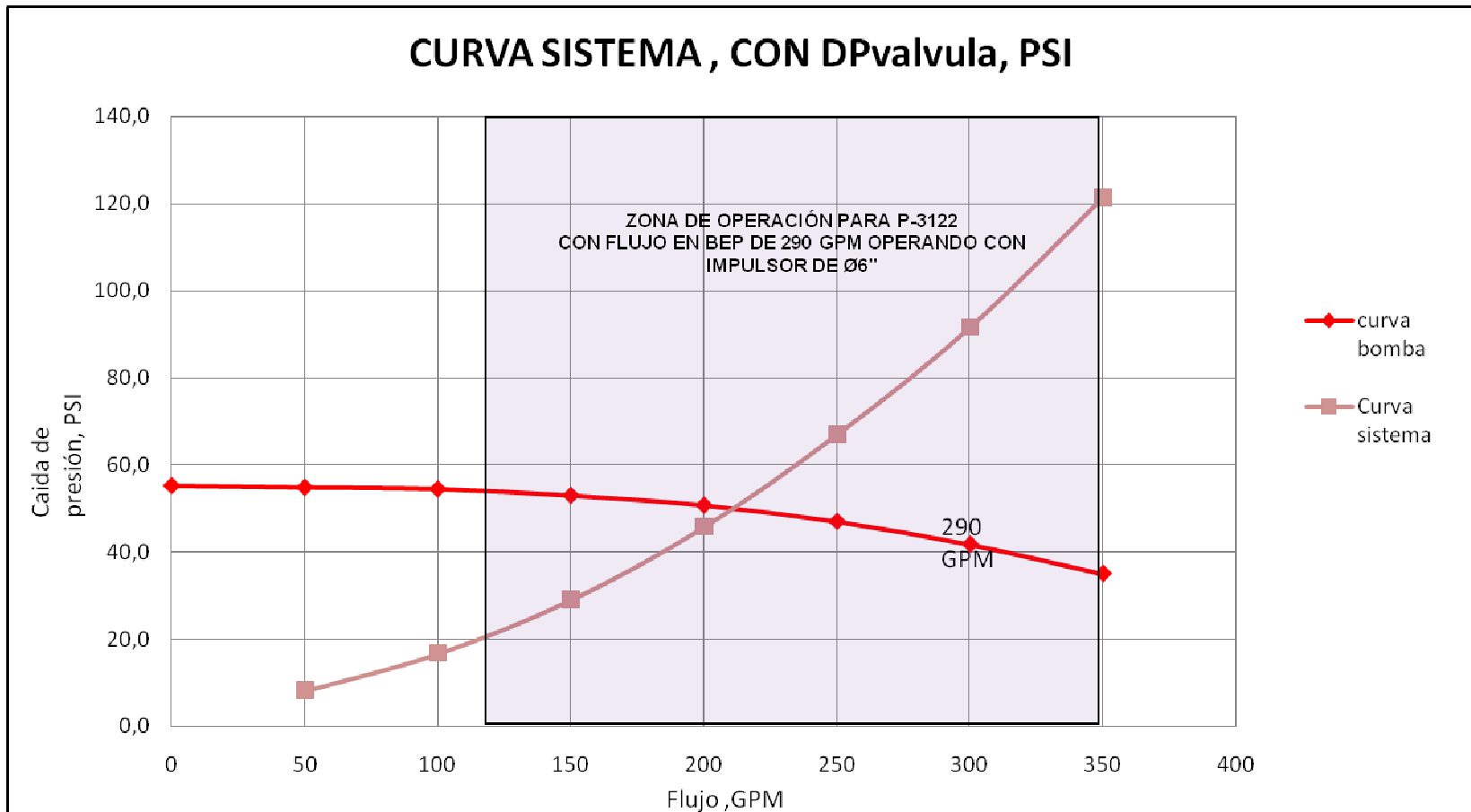
(5) Válido para DIESEL producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería.

(6) Válido para DIESEL que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de cetano.

(7) Método de Ensayo alternativo ASTM D 6890

(8) Método de Ensayo alternativo ASTM D 5949

(9) Métodos de Ensayo alternos ASTM D 1319, Método Infrarrojo, UV-VIS ó Espectrometría de Masas.



**Gráfica 6. Bomba P-3122, Servicio: Diesel regular**

**c) Bomba P-3152, Servicio: Jet A1**

La bomba P-3152 despacha Jet A1 hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 310GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K17. Como se observa en la grafica 7. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 400GPM, el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3152	
Marca	Byron Jackson
Tipo	SJA
Tamaño	3 X 4 X 8 1/2
Velocidad	3600 rpm
Diámetro impeler (pulg)	8

LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	289,93
Codos 90°	11
Codos 45°	4
Válvulas de compuerta	2

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor Desplazamiento Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	319,73	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	1	Codos 90°	13	Longitud (pies)	104
Codos 45°	0	Codos 45°	3	Codos 90°	11
Expansión	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
		Válvulas de cheque	1		
		Válvulas globo	1		

Descripción del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos y olefínicos, donde predominan el nº de átomos de carbono en el intervalo C8 a C16. También puede contener uno o más de los siguientes aditivos: antioxidantes, desactivadores metálicos, disipadores de corriente estática, inhibidores de corrosión.

Nombre químico: Queroseno hidrodesulfurado

Presión de vapor: < 0.1 kPa a 40 °C

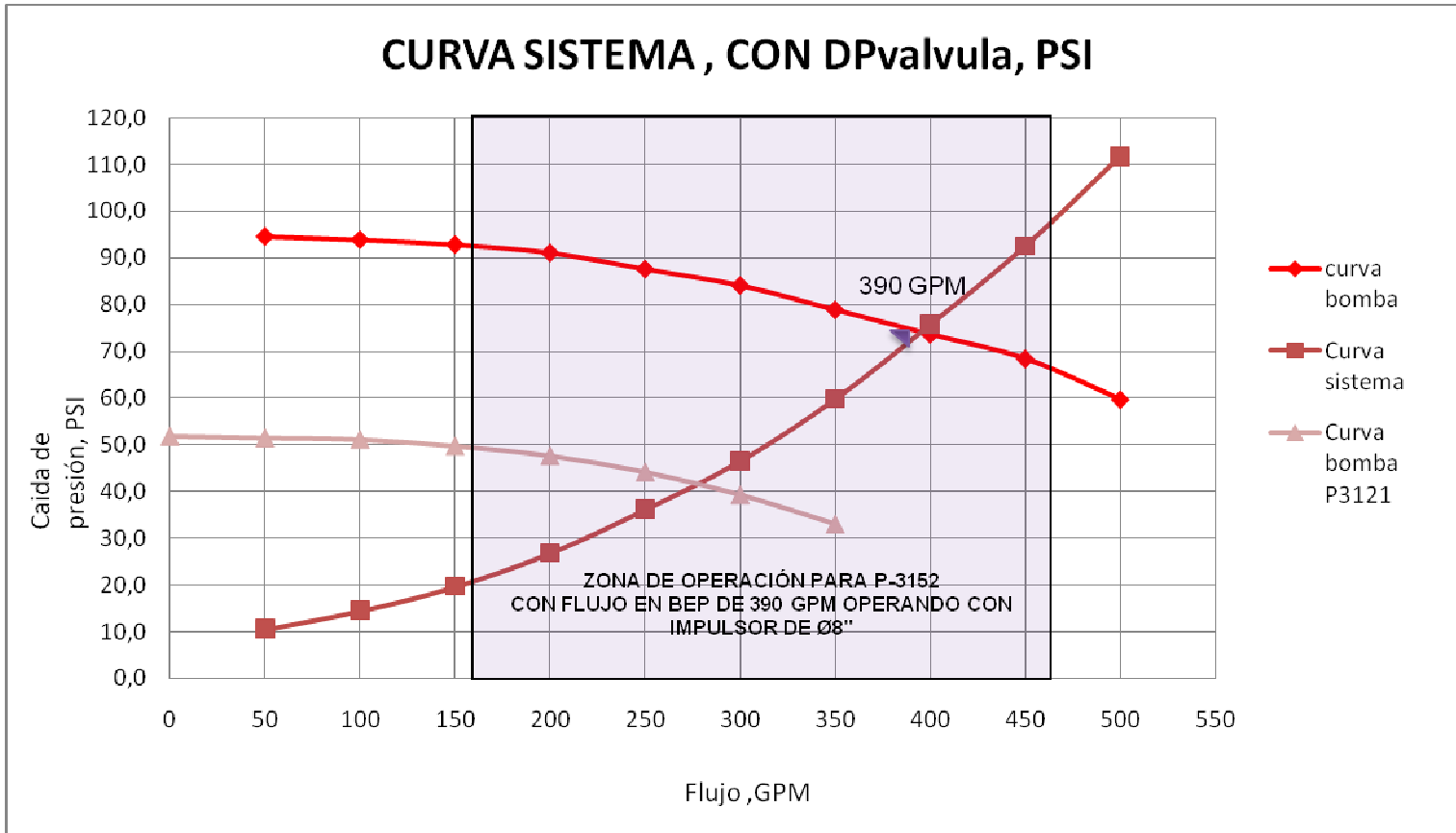
Densidad: 775-840 Kg/m3 a 15 °C

Viscosidad cinemática: 1-2 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C  
 Conductividad eléctrica: 50-450 pS/m.  
 Punto de inflamación: 38 °C mínimo (Abel, Setaflash)  
 Temperatura de auto ignición: > 220 °C

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

- Líquido combustible clase II de acuerdo con la norma 321 de la NFPA (National Fire association Protection), por lo cual se debe tener cuidado en el diseño de tanques de almacenamiento, tuberías y llenaderos en especial las normas NFPA para almacenamiento y protección contra incendio API (American Petroleum Institute) y las reglamentaciones expedidas por el Ministerio de Minas y Energía.
- Este combustible debe manejarse con especial cuidado, puesto que la contaminación con otros productos alteran sustancialmente sus características.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DE CONTROL	METODO DE ENSAYO ASTM
Aromáticos	% vol.	25 máximo	D 1319
Azufre mercaptano	% masa	0.003 máximo	D 3227 (1)
Azufre total	% masa	0.3 máximo	D 4294 (2)
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	775-840	D 4052 (3)
Destilación			D 86
Punto inicial de ebullición	°C(°F)	Reportar	
10 % de recobrado	°C(°F)	205(401) Máximo	
50 % de recobrado	°C(°F)	Reportar	
90 % de recobrado	°C(°F)	Reportar	
Punto final de ebullición	°C(°F)	300(572) Máximo	
Calor de combustión neto	kJ/kg	42.800	D 4529 (4)
Punto de Inflamación	°C (°F)	38 (100) mínimo	D 56
Viscosidad a -20°C	mm <sup>2</sup> /s	8.0 máximo	D 445



**Gráfica 7. Bomba P-3152, Servicio: Jet A1**

## PRODUCTOS BLANCOS – GASOLINAS

### **d) Bomba P-3124, Servicio: Avigas**

La bomba P-3124 despacha Avigas hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 200GPM, los tanques utilizados para el servicio de este producto son el K-99 y el K-671. Como se observa en la grafica 8. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 310GPM, el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3124	
Marca	Byron Jackson
Tipo	SJA
Tamaño	3 X 4 X 8 1/2
Velocidad	3600 rpm
Diámetro impeler (pulg)	8

LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	241,995
Codos 90°	5
Codos 45°	5
Válvulas de compuerta	3

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor Coriolis Promass	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

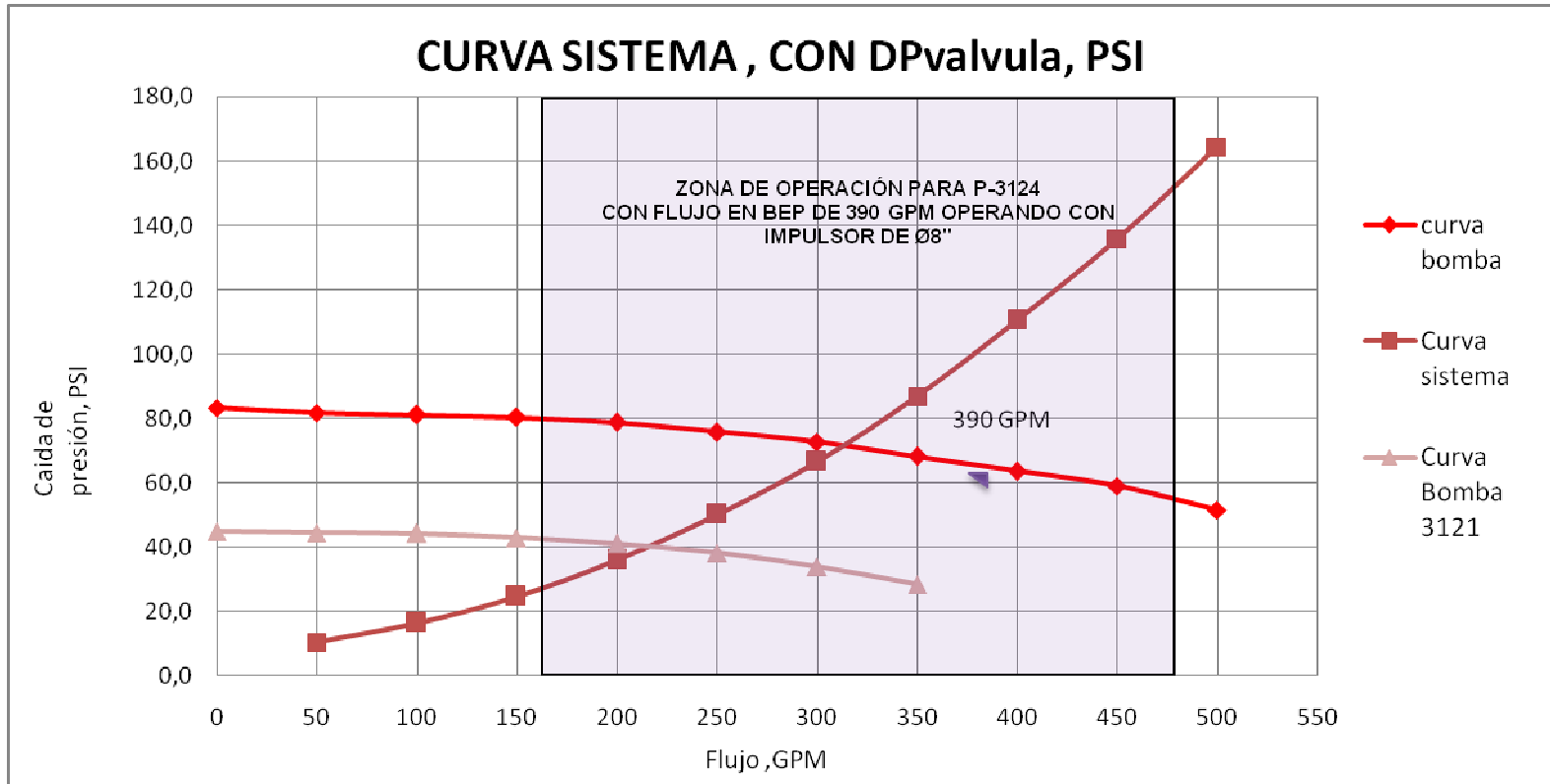
LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	291,28	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	1	Codos 90°	16	Longitud (pies)	207
Codos 45°	0	Codos 45°	5	Codos 90°	9
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
Expansión	1	Válvulas de cheque	1	Expansión	1
Reducción	1	Reducción	1	Reducción	1

Descripción del producto: Está diseñado para ser usada en aviones con motor de pistón. No es recomendable usar esta gasolina en motores de automóviles; contiene plomo y daña los convertidores catalíticos, además del impacto ambiental que generan estas emisiones.

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

- Se clasifica como líquido inflamable clase 1 A de acuerdo con la norma 321 de la NFPA (National Fire Protection Association), por lo cual debe tenerse especial cuidado en su manejo y es indispensable cumplir los estándares establecidos para el diseño de los tanques de almacenamiento, tuberías, llenaderos y equipos de las estaciones de servicio al público. Este producto es volátil, genera vapores desde una temperatura de  $-43^{\circ}\text{C}$ , los cuales al mezclarse con el aire en proporciones de 1.1 a 7.6% en volumen producen mezclas inflamables y explosivas.
- No es recomendable dar a este producto usos diferentes del mencionado antes debido a que los vapores que genera son más pesados que el aire, por lo tanto tienden a depositarse en lugares bajos donde están localizadas normalmente las fuentes de ignición tales como interruptores, pilotos de estufas, tomas de corriente, lámparas incandescentes, puntos calientes, etc..los cuales pueden causar incendios y explosiones.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DE CONTROL	METODO DE ENSAYO
Azufre	g/100g	0.05 máximo	ASTM D 2622 (1)
Calor de Combustión	kJ/kg	43500 mínimo	ASTM D 4529 (2)
Destilación:10 % vol. Evaporado	$^{\circ}\text{C}$	75 máximo	ASTM D 86
40 % vol. Evaporado	$^{\circ}\text{C}$	75 mínimo	
50 % vol. Evaporado	$^{\circ}\text{C}$	105 máximo	
90 % vol. Evaporado	$^{\circ}\text{C}$	135 máximo	
Plomo Precipitado Visible	mg/100mL	3 máximo	
Densidad a $15^{\circ}\text{C}$	kg/m <sup>3</sup>	Reportar	
Número de Octano Motor	Octanos	99.5 mínimo	
Número de Octano Supercarga	Octanos	130 mínimo	
Presión de Vapor Mini Reid	kPa	38mínimo– 49máximo	
Punto de Congelación	$^{\circ}\text{C}$	- 58 máximo	
Tetraetilo de Plomo	mL/L	1.06 máximo	



**Gráfica 8. Bomba P-3124, Servicio: Avigas**

**e) Bomba P-3112, Servicio: Gasolina Motor Regular**

La bomba P-3112 despacha Gasolina Motor Regular hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 280GPM, los tanques utilizados para el servicio de este producto son el K-620 y el K-674. Como se observa en la grafica 9. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 350GPM muy cerca al valor del BEP (320GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3112		LINEA DE SUCCIÓN	
Marca	Ingersoll Rand	Diámetro (pulg)	6
Tipo		Longitud (pies)	507.612
Tamaño	2 X 4 -10 A	Codos 90°	18
Velocidad	3530 rpm	Codos 45°	3
Diámetro impeler (pulg)	10	Válvulas de compuerta	3

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplazamiento positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	359.45	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	0	Codos 90°	18	Longitud (pies)	185
Codos 45°	0	Codos 45°	0	Codos 90°	11
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
Expansión	2	Válvulas de cheque	1	Expansión	0
Reducción	0	Reducción	1	Reducción	1

Descripción del producto: Está diseñado para ser usado como combustible en motores de combustión interna de baja relación de compresión (8:1 a 9:1) de acuerdo con la recomendación del fabricante.

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

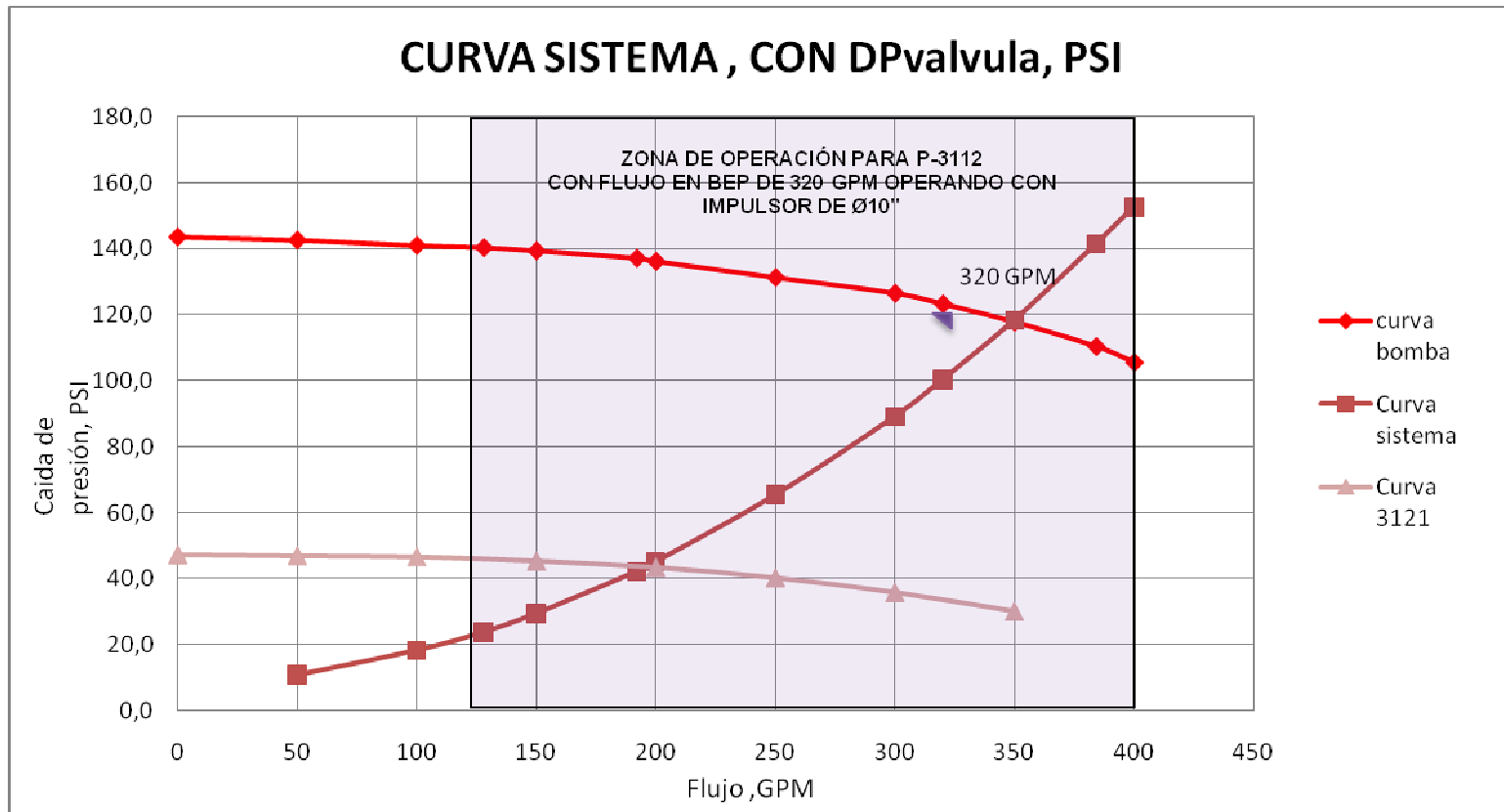
- Líquido combustible clase 1<sup>a</sup> de acuerdo con la norma 321 de la NFPA (73 levader Association Protection), por lo cual se debe tener cuidado en el diseño de tanques de almacenamiento, tuberías y levaderos para diseños de plantas de almacenamiento, estaciones de servicio, etc., deben tenerse en

cuenta las normas NFPA para almacenamiento y protección contra incendio API (American Petroleum Institute) y las reglamentaciones expedidas por el Ministerio de Minas y Energía.

- Es importante recordar que este producto genera vapores desde temperaturas de - 43°C, los cuales al mezclarse con el aire en proporciones del 1,1 a 7,6 % en volumen causan mezclas inflamables y explosivas.

No se recomiendan usos para este producto diferentes al mencionado debido a que sus vapores, al ser más pesados que el aire, se concentran en las zonas bajas que son sensibles a fuentes de ignición tales como interruptores, pilotos de estufas, tomas de corriente, lámparas, puntos calientes, etc., pudiendo causar incendios y explosiones.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DE CONTROL	MÉTODO DE ENSAYO ASTM
Índice Antidetonante <sup>(1)</sup>	Octanos	81 Min	ASTM D 2700 ASTM D 2699 INFRARROJO
Presión de Vapor Mini Reid	kPa	55.0 Máx.	ASTM D 5191 <sup>(3)</sup>
Azufre	% masa	0.10 Máx.	ASTM D 4294 <sup>(4)</sup>
Destilación			ASTM D 86
10 % Vol. Evaporado	°C	70 Máx.	
50 % Vol. Evaporado	°C	77 Mín. – 121 Máx.	
90 % Vol. Evaporado	°C	190 Máx.	
Punto Final de Ebullición	°C	225 Máx.	
Índice Cierre de Vapor <sup>(2)</sup>	kPa	98 Máx.	-
Contenido de Goma	mg/100 mL	5 Máx.	ASTM D 381
Aromáticos totales	mL/100mL	28 Máx.	ASTM D 5580 <sup>(5,6)</sup>
Benceno	% volumen	1.0 Máx.	ASTM D 5580 <sup>(6)</sup>
Plomo	g/L	0.013 Máx.	ASTM D 5059 <sup>(7)</sup>



**Gráfica 9. Bomba P-3112, Servicio: Gasolina Motor Regular**

PRODUCTOS BLANCOS – DISOLVENTES

**f) Bomba P-3113, Servicio: Disolvente 1**

La bomba P-3113 despacha Disolvente 1 hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 270GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K-44. Como se observa en la grafica 10. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 315GPM muy cerca al valor del BEP (320GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3113	
Marca	Ingresillo Rand
Tipo	
Tamaño	2 X 4 -10 A
Velocidad	3530 rpm
Diámetro impeler (pulg)	10

LÍNEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	35.269
Codos 90°	2
Codos 45°	1
Válvulas de compuerta	2

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor coriolis Promass	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

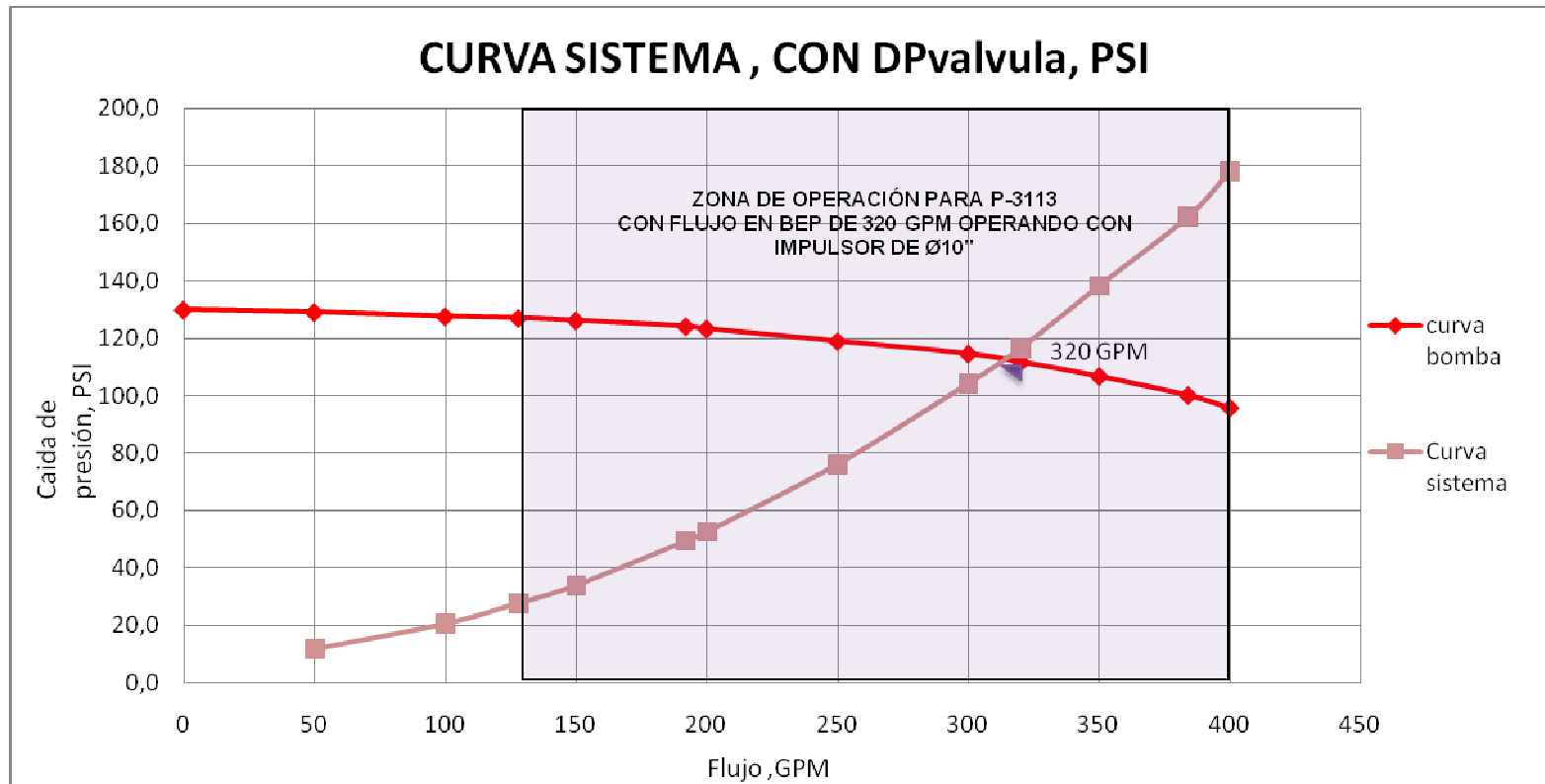
LINEA DE DESCARGA							
Diámetro (pulg)	2	Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	343.4	Longitud (pies)	0.5	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	0	Codos 90°	13	Codos 90°	1	Longitud (pies)	15
Codos 45°	0	Codos 45°	1	Codos 45°	0	Codos 90°	12
Válvulas globo	1	Válvulas compuerta	1	Válvulas compuerta	0	Válvulas compuerta	4
Expansión	2	Válvulas de cheque	0	Válvulas de cheque	1	Expansión	0
Reducción	0	Reducción	1	Reducción	0	Reducción	0

Descripción del producto: Está diseñado para ser usado como combustible en hornos de industrias alimenticias, en la extracción de aceites, pinturas y resinas, pegantes y adhesivos y en la elaboración de thinner.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DE CONTROL	METODO DE ENSAYO
Color Saybolt	N/A	25 mínimo	ASTM D 156
Corrosión lámina de cobre, 30 min a 50°C	N/A	1 máximo	ASTM D 130
Aromáticos totales	g/100 g	5 máximo	ASTM D 4367
Destilación			
Punto inicial de ebullición	°C	30.0 mínimo	ASTM D 1078
50 % de recobrado	°C	Reportar	
Punto seco	°C	101.7 máximo.	
Densidad a 15°C	kg/m <sup>3</sup>	Reportar	ASTM D 4052

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

- Todos los disolventes alifáticos son combustibles y por este motivo pueden producir explosión bajo ciertas condiciones. Es de suma importancia mantener los disolventes en lugares bien ventilados y lejos de cualquier fuente de calor. De otra parte, la permanencia prolongada en una atmósfera saturada de disolventes causa trastornos fisiológicos, presentando asfixia y lesiones en los tejidos pulmonares.



**Gráfica 10. Bomba P-3113, Servicio: Disolvente 1**

**g) Bomba P-3106, Servicio: Disolvente 2**

La bomba P-3106 despacha Disolvente 2 hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 245GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K-94. Como se observa en la grafica 11. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 330GPM muy cerca al valor del BEP (325GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3106	
Marca	Goulds 3700
Tipo	
Tamaño	2 X 4 - 7
Velocidad	3600 rpm
Diámetro impeler (pulg)	7

LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	146.5
Codos 90°	6
Codos 45°	2
Válvulas de compuerta	2

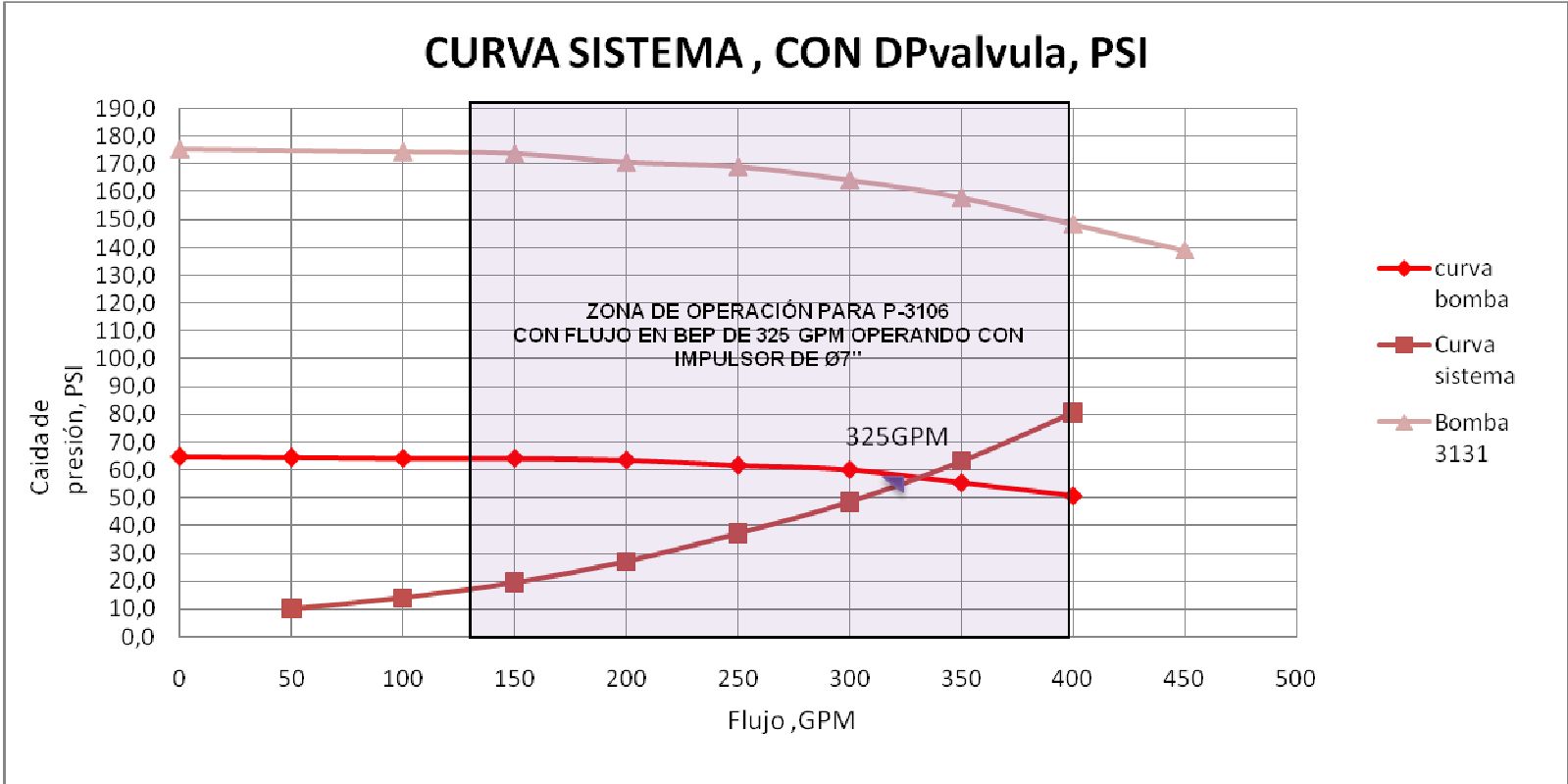
EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	37.402	Longitud (pies)	252.12	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	7	Codos 90°	12	Longitud (pies)	191
Codos 45°	0	Codos 45°	3	Codos 90°	6
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	0	Válvulas de compuerta	4
Válvulas de compuerta	1	Expansión	0	Expansión	0
Válvulas de cheque	1	Reducción	0	Reducción	0

Descripción del producto: Disolvente utilizado para la industria del caucho, fabricación de tintas y formulación de thinner.

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

- Todos los disolventes alifáticos son combustibles y por este motivo pueden producir explosión bajo ciertas condiciones. Es de suma importancia mantener los disolventes en lugares bien ventilados y lejos de cualquier fuente de calor. De otra parte, la permanencia prolongada en una atmósfera saturada de disolventes causa trastornos fisiológicos, presentando asfixia y lesiones en los tejidos pulmonares.



**Gráfica 11. Bomba P-3106, Servicio: Disolvente 2**

## h) Bomba P-3116, Servicio: Disolvente 3

La bomba P-3116 despacha Disolvente 3 hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 270GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K673. Como se observa en la grafica 12. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 260GPM muy cerca al valor del BEP (290GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3116	
Marca	Worthington
Tipo	DNE-62
Tamaño	2 X 1/2
Velocidad	3550 rpm
Diámetro impeler (pulg)	6

LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	100,804
Codos 90°	4
Codos 45°	3
Válvulas de compuerta	2

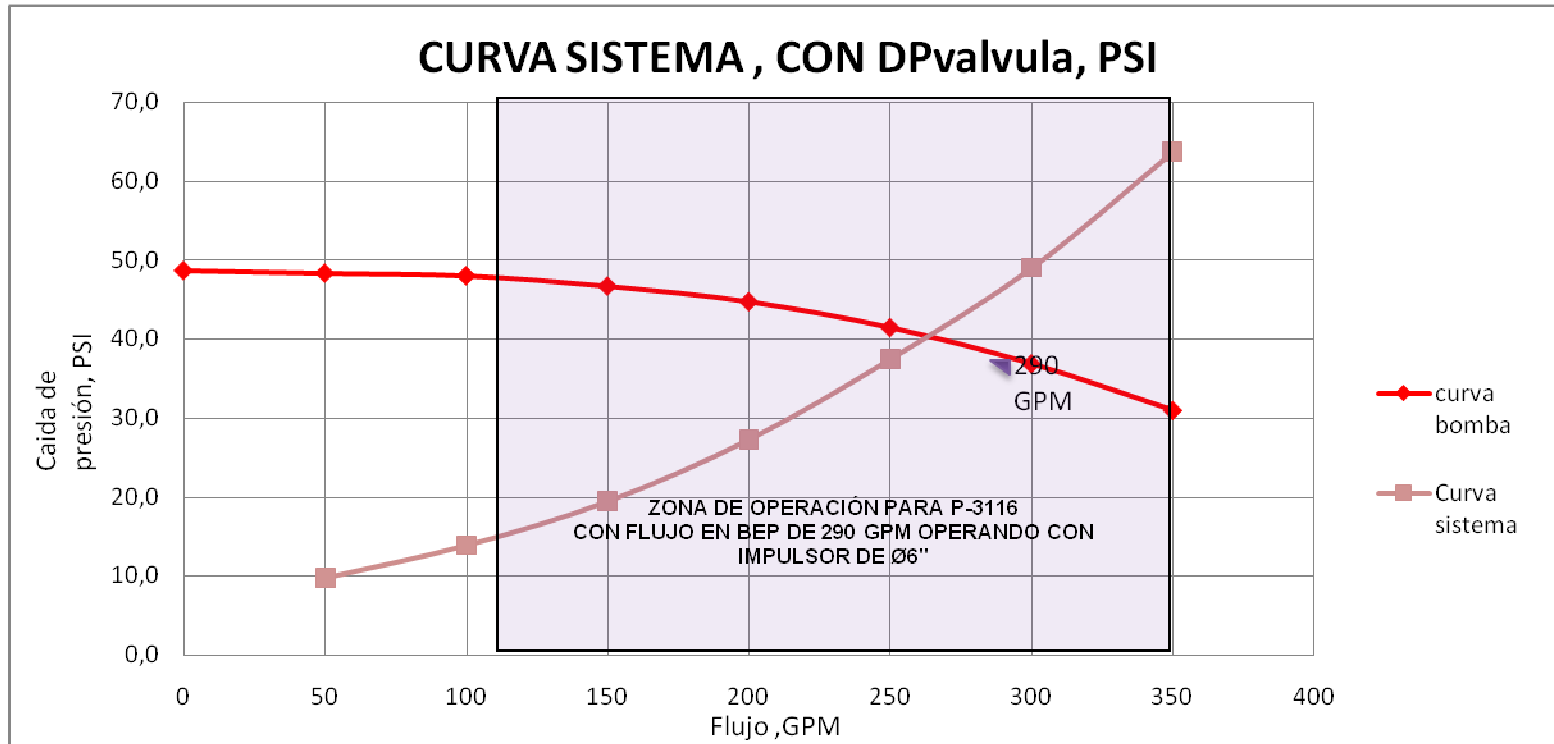
EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	247,21	Longitud (pies)	0,591	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	8	Codos 90°	1	Longitud (pies)	184
Codos 45°	1	Codos 45°	0	Codos 90°	12
Válvulas globo	0	Válvulas de cheque	1	Válvulas de compuerta	4
				Reducción	1

Descripción del producto: Disolvente utilizado para la fabricación de pinturas, disolventes de resinas y productos para la agricultura.

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

Todos los disolventes alifáticos son combustibles y por este motivo pueden producir explosión bajo ciertas condiciones. Es de suma importancia mantener los disolventes en lugares bien ventilados y lejos de cualquier fuente de calor. De otra parte, la permanencia prolongada en una atmósfera saturada de disolventes causa trastornos fisiológicos, presentando asfixia y lesiones en los tejidos pulmonares.



**Gráfica 12 Bomba P-3116, Servicio: Disolvente 3**

**i) Bomba P-3117, Servicio: Disolvente 4**

La bomba P-3117 despacha Disolvente 4 hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 350GPM, los tanques utilizados para el servicio de este producto son los K-95 y K-56. Como se observa en la grafica 13. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 470GPM muy cerca al valor del BEP (GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3117		LINEA DE SUCCIÓN	
Marca	Goulds 3700	Diámetro (pulg)	6
Tipo		Longitud (pies)	109,186
Tamaño	2 X 4 - 9	Codos 90°	2
Velocidad	3560 rpm	Codos 45°	4
Diámetro impeler (pulg)	9	Válvulas de compuerta	2

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

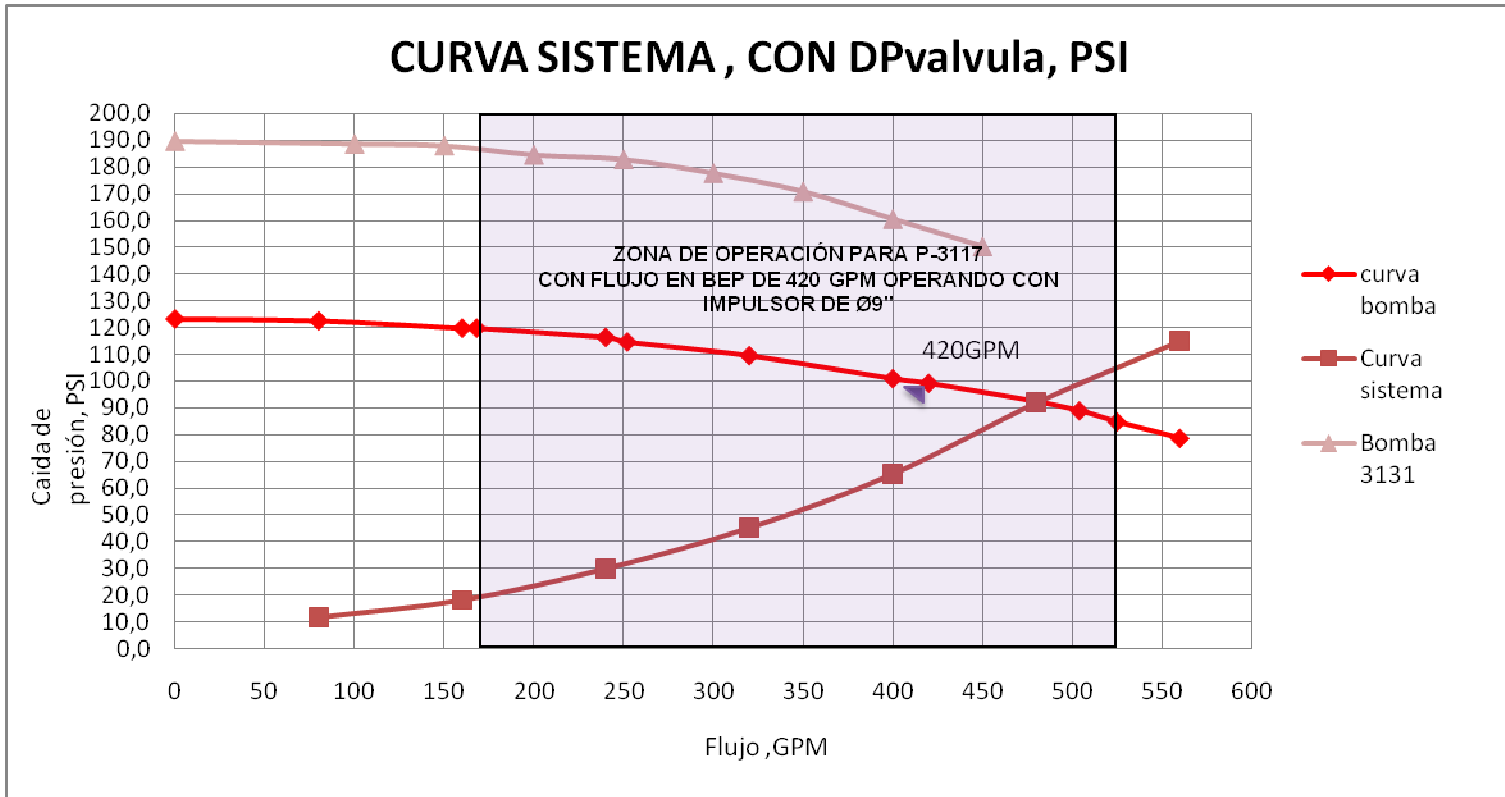
LINEA DE DESCARGA							
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4	Llenadero		Llenadero	
Longitud (pies)	84,5 1	Longitud (pies)	247,2 1	Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	4
Codos 90°	1	Codos 90°	1	Longitud (pies)	1 0	Longitud (pies)	20 7
Codos 45°	0	Válvulas compuerta	1	Codos 90°	4	Codos 90°	3
Válvulas compuerta	1	Válvulas de cheque	1	Válvulas compuerta	4	Válvulas compuerta	0
Expansión	1	Reducción	1	Expansión	0	Expansión	0
Reducción	0	Expansión	1	Reducción	0	Reducción	1

Descripción del producto: Disolvente utilizado para la fabricación de resinas, ceras y betunes, para lavandería y limpieza en general.

Condiciones de Manejo, Almacenamiento y Transporte:

- Todos los disolventes alifáticos son combustibles y por este motivo pueden producir explosión bajo ciertas condiciones. Es de suma importancia mantener los disolventes en lugares bien ventilados y lejos de cualquier fuente de calor. De otra parte, la permanencia prolongada en una atmósfera saturada de disolventes causa trastornos fisiológicos, presentando asfixia y lesiones en los tejidos pulmonares.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DE CONTROL	METODO DE ENSAYO
COLOR SAYBOLT	N/A	+21 MINIMO	ASTM D 156
CORROSION LAMINA COBRE	N/A	1 MAXIMO	ASTM D 130
DESTILACION			
• PUNTO INICIAL DE EBULLICION	°C	143.3 MINIMO	ASTM D 1078
• 50% VOL. RECOBRADO	°C	REPORTAR	
• PUNTO SECO	°C	215.6 MAXIMO	
• GRAVEDAD API	Grados API	REPORTAR	ASTM D 4052
• DENSIDAD A 15°C	kg/m <sup>3</sup>	REPORTAR	
PUNTO DE INFLAMACIÓN	°C	32.2 MINIMO	ASTM D 56
VALOR KAURY-BUTANOL	N/A	29 MIN – 45 MAX	ASTM D 1133



**Gráfica 13. Bomba P-3117, Servicio: Disolvente 4**

**j) Bomba P-3120, Servicio: Hexano**

La bomba P-3120 despacha Hexano hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 270GPM, el tanques utilizado para el servicio de este producto es el K-672. Como se observa en la grafica 14 al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 225 GPM muy cerca al valor del BEP (GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3120	
Marca	Pacific Pumps
Tipo	SVC
Tamaño	1 X 1/2 S
Velocidad	3520 rpm
Diámetro impeler (pulg)	8

LÍNEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	234.088
Codos 90°	12
Codos 45°	6
Válvulas de compuerta	2

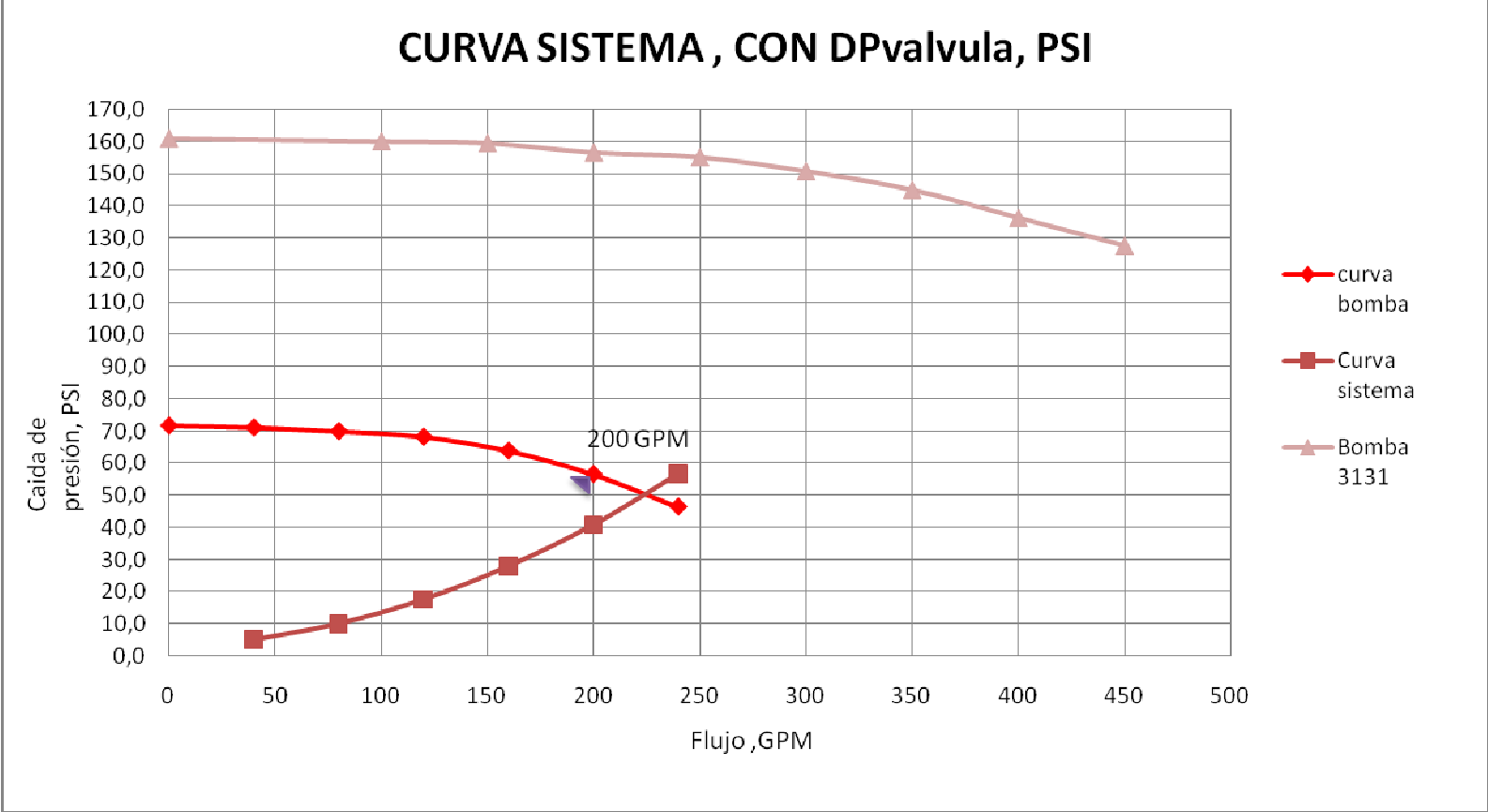
EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2	Diámetro (pulg)	3	Llenadero	
Longitud (pies)	0.6562	Longitud (pies)	345.18	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	1	Codos 90°	15	Longitud (pies)	203
Codos 45°	0	Codos 45°	1	Codos 90°	8
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
Expansión	2	Válvulas de cheque	1	Expansión	0
Reducción	0	Reducción	1	Reducción	0

Descripción del producto

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>VALOR DE CONTROL</b>	<b>METODO DE ENSAYO</b>
COLOR SAYBOLT	N/A	+25 MINIMO	ASTM D 156
CORROSION LAMINA COBRE	N/A	1 MAXIMO	ASTM D 130
AROMÁTICOS TOTALES	g/100g	0.05 MAXIMO	ASTM D 4367
DESTILACION			
<ul style="list-style-type: none"> <li>PUNTO INICIAL DE EBULLICION</li> </ul>	°C	60.0 MINIMO	ASTM D 1078
<ul style="list-style-type: none"> <li>PUNTO SECO</li> </ul>	°C	71.1 MAXIMO	
GRAVEDAD API/DENSIDAD A 15°C			
<ul style="list-style-type: none"> <li>GRAVEDAD API</li> </ul>	Grados API	REPORTAR	ASTM D 4052
<ul style="list-style-type: none"> <li>DENSIDAD A 15°C</li> </ul>	kg/m <sup>3</sup>	REPORTAR	
MATERIA NO VOLATIL	mg/100mL	1 MAXIMO	ASTM D 1353
NUMERO DE BROMO	g Br2/100g	6 MAXIMO	ASTM D 1159
PRESION DE VAPOR MINI REID	kPa	48.3 MAXIMO	ASTM D 5191

N/A = No aplica



**Gráfica 14. Bomba P-3120, Servicio: Hexano**

## PRODUCTOS NEGROS – BASES

Las bases lubricantes son producidas mediante tratamientos de fracciones (destilados) de petróleo obtenidas de la destilación al vacío de crudos seleccionados. En el caso de las bases lubricantes parafínicas estos tratamientos incluyen extracción con fenol y desparafinado con solventes e hidrotreatmento. Para las bases lubricantes nafténicas, incluye hidrotreatmento. Estos productos presentan características muy apropiadas para la fabricación de aceites lubricantes de óptima calidad.

Dependiendo de la naturaleza química del crudo del cual proceden, se clasifican en bases parafínicas y bases nafténicas. Su rango de destilación está comprendido normalmente entre 350 y 650 °C.

Principales Usos:

La principal aplicación de las bases lubricantes es la manufactura de aceites lubricantes tanto para uso en automotores (aceite tipo carter) como para usos en la industria. Las bases parafínicas son preferidas para la fabricación de aceites de alto índice de viscosidad, mientras que las bases nafténicas se utilizan preferentemente en la elaboración de lubricantes para bajas temperaturas y con mayor fluidez.

También se usan como materia prima para la fabricación de tintas, vaselinas o como agentes ablandadores del fique.

**k) Bomba P-3143C, Servicio: Base Parafínica Media**

La bomba P-3143C despacha Base Parafínica Media hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de, los tanques utilizados para el servicio de este producto son los K-53 y K-669. Como se observa en la grafica 15. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 380GPM muy cerca al valor del BEP (GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3143C	
Marca	Ingersoll Rand
Tipo	
Tamaño	2 X 4 -12 A
Velocidad	3550rpm
Diámetro impeler (pulg)	7

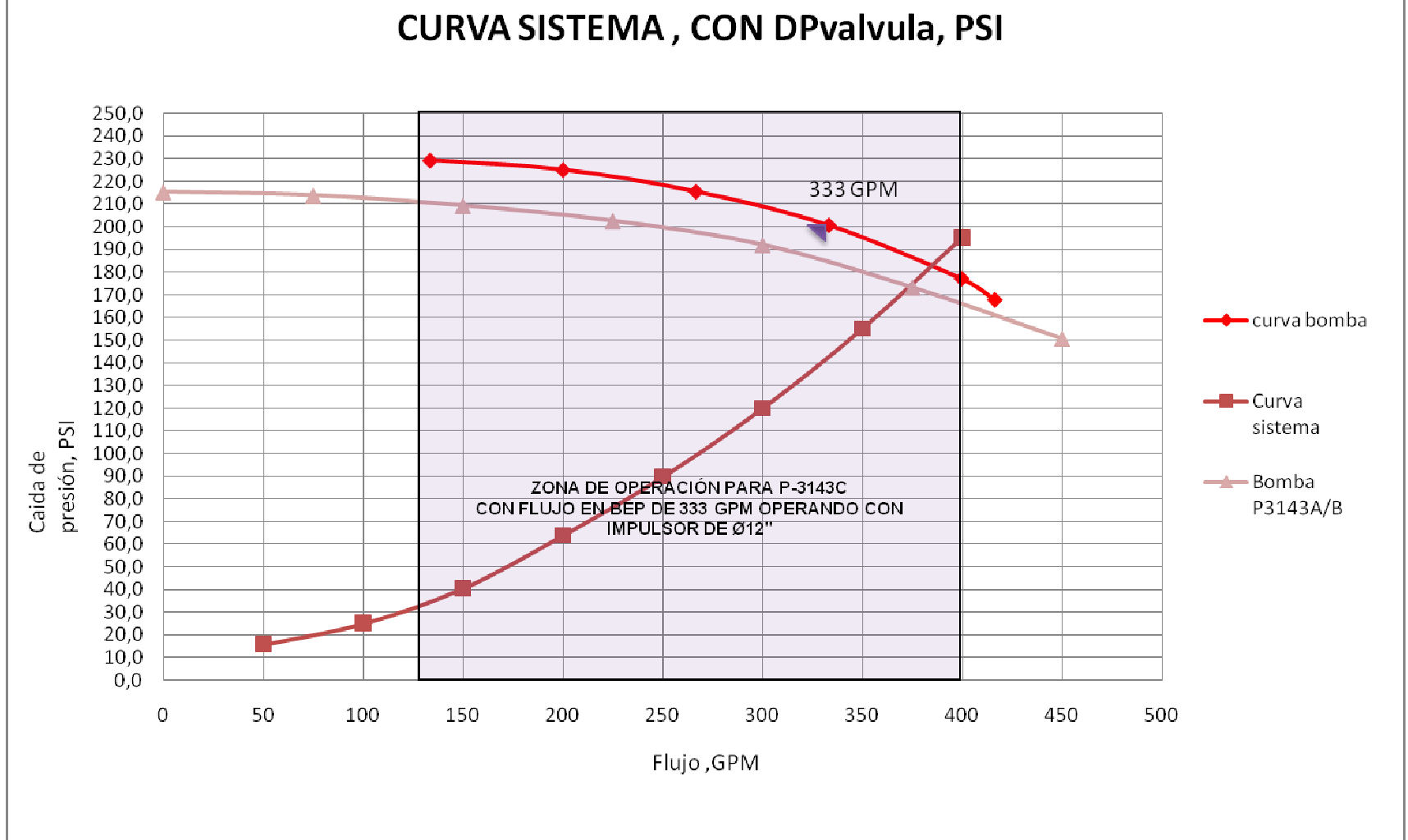
LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	317,4
Codos 90°	9
Codos 45°	7
Válvulas de compuerta	3

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2,5	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	0,0	Longitud (pies)	597,77	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	1	Codos 90°	18	Longitud (pies)	234
Codos 45°	0	Codos 45°	0	Codos 90°	6
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	3	Válvulas de compuerta	4
Expansión	1	Válvulas cheque	1	Expansión	0
Reducción	1	Expansión	1	Reducción	0

Descripción del producto:

<b>Producto: Base Parafínica Media (BP - 68 H/F)</b>				
<b>Grado</b> Base lubricante Parafínica				
<b>Referencia</b> NTC 1840 (Norma Técnica Colombiana)				
<b>Actualización</b> Marzo 1, 2005				
<b>Características</b>	<b>Unidades</b>	<b>Métodos</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Corrosión lámina de cobre	Clasificación	ASTM D 130		1 (1)
Índice de viscosidad		ASTM D 2270	95	
Viscosidad cinemática a 100°C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 445	8,0	9,0
Viscosidad cinemática a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 445	Reportar	
Color ASTM	Clasificación	ASTM D 1500		3,5
Punto de fluidez	°C	ASTM D 97 (2)		0
Punto de inflamación	°C	ASTM D 92	220	
Contenido de agua y sedimento	mL/100mL	ASTM D 1796 (3)		0,05
Tiempo de separación de la emulsión	min	ASTM D 1401		15
Número de ácido	mgKOH/g	ASTM D 664	Reportar	
Contenido de fenol	g/100g	UOP 262	Reportar	
Microcarbón residual	g/100g	ASTM D 4530	Reportar	
Azufre	g/100g	ASTM D 4294 (4)	Reportar	
(1) El valor 1 se refiere a valores 1a o 1B				
(2) Método alterno ASTM D 5949				
(3) Método alterno ASTM D 6304				
(4) Método alterno ASTM D 2622				



**Gráfica 15. Bomba P-3143C, Servicio: Base Parafínica Media**

**I) Bomba P-3143D, Servicio: Base Parafínica Bright Stock**

La bomba P-3143C despacha Base Parafínica Bright Stock hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 200GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K-3111. Como se observa en la grafica 16. Al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 255GPM muy cerca al valor del BEP (300GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3143D	
Marca	Ingersoll Rand
Tipo	
Tamaño	2 X 4 -12 A
Velocidad	3550 rpm
Diámetro impeler (pulg)	12

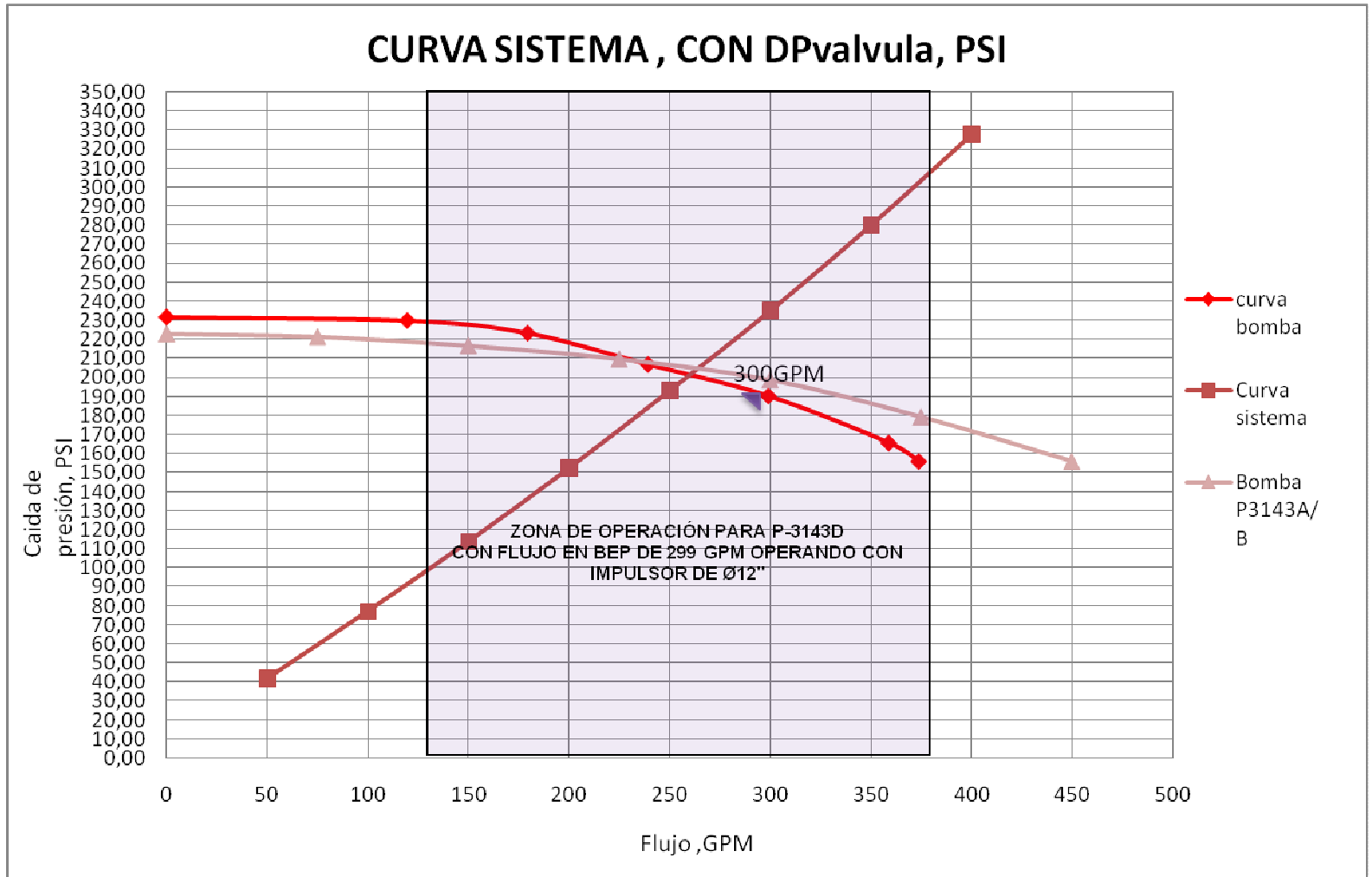
LÍNEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	269.488
Codos 90°	12
Codos 45°	6
Válvulas de compuerta	3

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LÍNEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2.5	Diámetro (pulg)	4	Llenadero	
Longitud (pies)	0.00	Longitud (pies)	331.693	Diámetro (pulg)	3
Expansión	1	Válvulas de compuerta	3	Longitud (pies)	310
Reducción	1	Expansión	1	Codos 90°	6
Válvulas globo	1	Válvulas de cheque	1	Reducción	1

Descripción del producto:

Producto: Base Parafínica Bright Stock (BP - 320 H/F)					
<b>Grado</b> Base lubricante Parafínica <b>Referencia</b> NTC 1840 (Norma Técnica Colombiana) <b>Actualización</b> Marzo 1, 2005					
Características		Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Corrosión lámina de cobre		Clasificación	ASTM D 130		1 (1)
Índice de viscosidad			ASTM D 2270	85	
Viscosidad	cinemática a	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 445	26,0	34,0
Viscosidad	cinemática a	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 445	Reportar	
Color ASTM			ASTM D 1500		5,0
Punto de fluidez		°C	ASTM D 97 (2)		0
Punto de inflamación		°C	ASTM D 92	268	
Contenido de agua y sedimento		mL/100mL	ASTM D 1796 (3)		0,05
Tiempo de separación de la emulsión		min	ASTM D 1401		15
Número de ácido		mgKOH/g	ASTM D 664	Reportar	
Contenido de fenol		g/100g	UOP 262	Reportar	
Microcarbón residual		g/100g	ASTM D 4530	Reportar	
Azufre		g/100g	ASTM D 4294 (4)	Reportar	
(1) El valor 1 se refiere a valores 1a o 1B (2) Método alternativo ASTM D 5949 (3) Método alternativo ASTM D 6304 (4) Método alternativo ASTM D 2622					



**Gráfica 16. Bomba P-3143D, Servicio: Base Parafínica Bright Stock**

**m) Bomba P-3142C, Servicio: Aceite Industrial Nafténico**

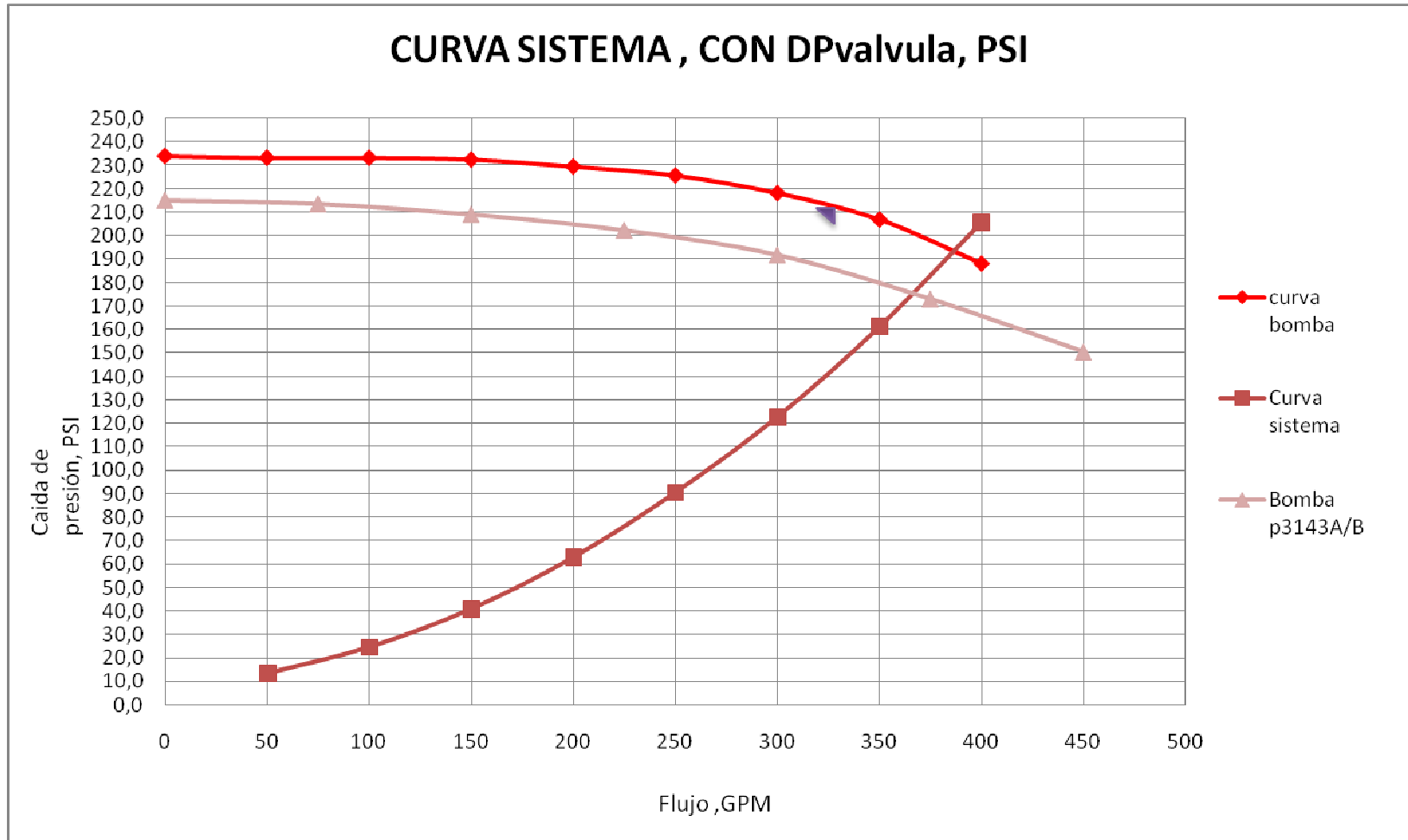
La bomba P-3142C despacha Aceite Industrial Nafténico hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 215GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K-0656. Como se observa en la grafica 17. Al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 360GPM muy cerca al valor del BEP (340GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3142C	
Marca	Ingersoll Rand
Tipo	
Tamaño	2 X 4 -12 A
Velocidad	3550 rpm
Diámetro impeler (pulg)	12

LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	165,4
Codos 90°	4
Codos 45°	6
Válvulas de compuerta	1
Válvulas globo	1

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2,5	Diámetro (pulg)	3	Llenadero	
Longitud (pies)	0,000	Longitud (pies)	533,2021	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	0	Codos 90°	18	Longitud (pies)	291
Codos 45°	0	Codos 45°	0	Codos 90°	6
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
Expansión	1	Válvulas cheque	1	Expansión	0
Reducción	1	Expansión	1	Reducción	0



**Gráfica 17. Bomba P-3142C, Servicio: Aceite Industrial Nafténico**

**n) Bomba P-3142D, Servicio: Destilado Nafténico Pesado**

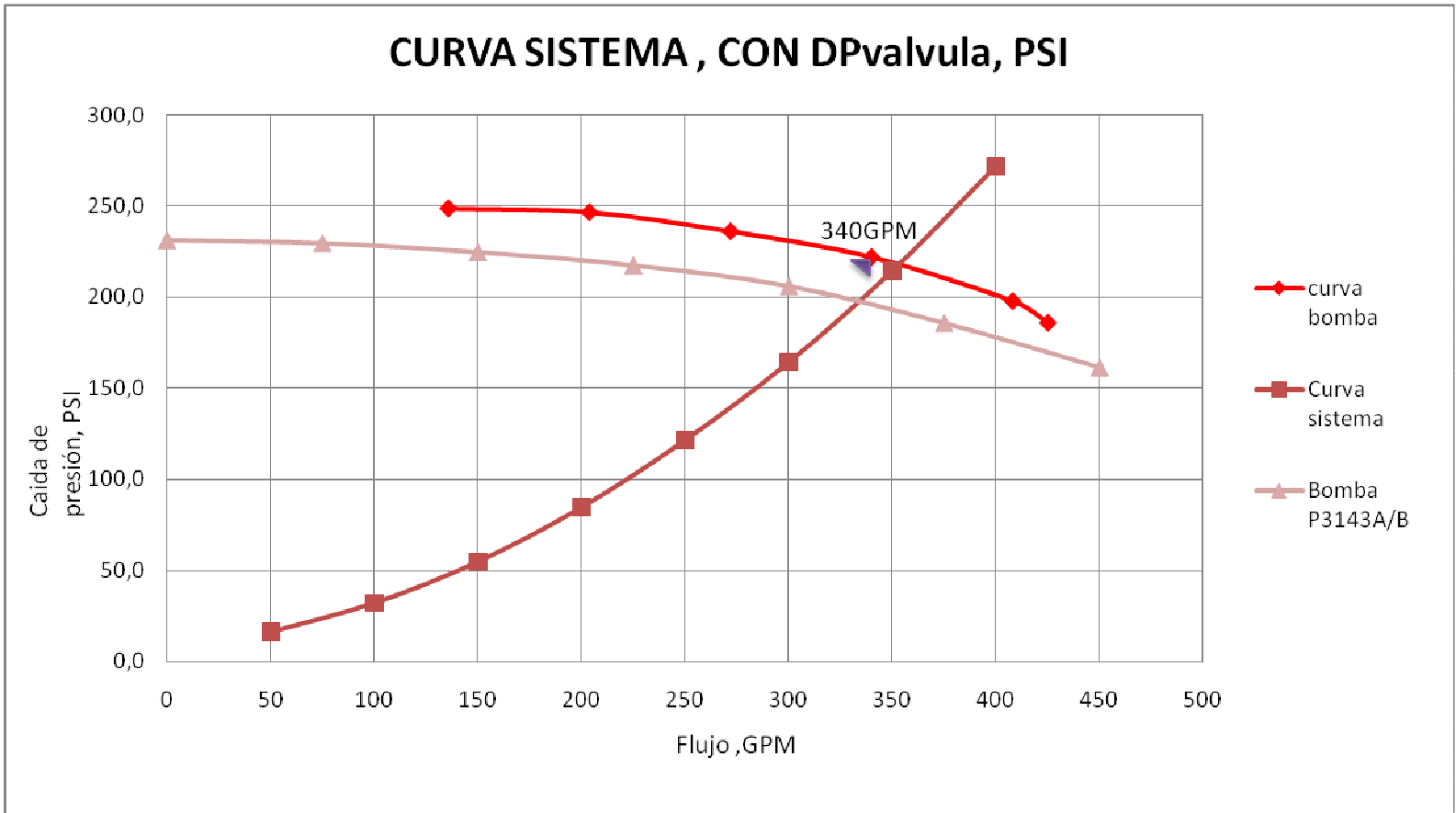
La bomba P-3142D despacha Destilado Nafténico Pesado hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 150GPM, el tanque utilizado para el servicio de este producto es el K-0606. Como se observa en la grafica 18. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 350GPM muy cerca al valor del BEP (340GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3142D	
Marca	Ingersoll Rand
Tipo	
Tamaño	2 X 4 -12 A
Velocidad	3550 rpm
Diámetro impeler (pulg)	12

LINEA DE SUCCIÓN	
Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	277,6
Codos 90°	8
Codos 45°	5
Válvulas de compuerta	2
Reducción	2

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 34-E3,PSI	1
Medidor desplaz. Positivo Smith E3-S1	1
Válvula set stop 3", Smith 210	1

LINEA DE DESCARGA					
Diámetro (pulg)	2,5	Diámetro (pulg)	3	Llenadero	
Longitud (pies)	0	Longitud (pies)	550,6	Diámetro (pulg)	3
Codos 90°	0	Codos 90°	8	Longitud (pies)	255
Codos 45°	0	Codos 45°	1	Codos 90°	6
Válvulas globo	1	Válvulas de compuerta	1	Válvulas de compuerta	4
Expansión	1	Válvulas cheque	1	Expansión	0
Reducción	0	Expansión	1	Reducción	0



**Gráfica 18. Bomba P-3142D, Servicio: Destilado Nafténico Pesado**

## PRODUCTOS NEGROS-COMBUSTÓLEOS

### o) Bomba P-3150

La bomba P-3150 despacha Combustóleo hacia carrotanques, actualmente entrega hacia el llenadero de carrotanques un flujo de 300GPM, los tanques utilizados para el servicio de este producto son K-201, K202, K203. Como se observa en la grafica 19. al intersecar la curva de la bomba con la curva del sistema se obtiene el punto de operación en 490GPM, el valor del BEP (945GPM), el flujo actual se mantiene dentro de la zona dulce de operación.

BOMBA P-3150	
Marca	United Pumps
Tipo	TC PI
Tamaño	4 X 11
Velocidad	3540 rpm
Diámetro impeler (pulg)	12

EQUIPOS	
Brazo de llenado	1
Válvula de seguridad	1
Filtro Smith 44-E3 4"	1
Medidor desplaz. Positivo Smith G6-S3 6"	1
Válvula Smith 215: Electro neumática Wafer 4"	1

LINEA DE SUCCIÓN			
Diámetro (pulg)	6	Diámetro (pulg)	10
Longitud (pies)	0,6562	Longitud (pies)	129,921
Válvulas de cheque	1	Codos 90°	7
Expansión	1	Codos 45°	5
		Válvulas de compuerta	3

LINEA DE DESCARGA			
Diámetro (pulg)	4	Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	0,49	Longitud (pies)	836,483
Expansión	1	Codos 90°	24
Reducción	0	Codos 45°	6
Válvulas globo	0	Válvulas de cheque	1
		Válvulas globo	1
		Válvulas de compuerta	2
		Expansión	1

Llenadero			
Diámetro (pulg)	3	Diámetro (pulg)	6
Longitud (pies)	12	Longitud (pies)	218
Codos 90°	6	Codos 90°	0
Reducción	1	Reducción	2
Expansión	1	Expansión	1
Válvulas de compuerta	4		

Descripción del producto:

El combustóleo también conocido como fuel oil No. 6, es un combustible elaborado a partir de productos residuales que se obtienen de los procesos de refinación del petróleo.

- *Usos*

Está diseñado para usarse especialmente como combustible en hornos, secadores y calderas. También puede utilizarse para calentadores (unidades de calefacción) y en plantas de generación de energía eléctrica.

- *Precauciones para el manejo*

Se clasifica como un líquido inflamable clase III de acuerdo con la Norma 321 de la NFPA (National Fire Protection Association).

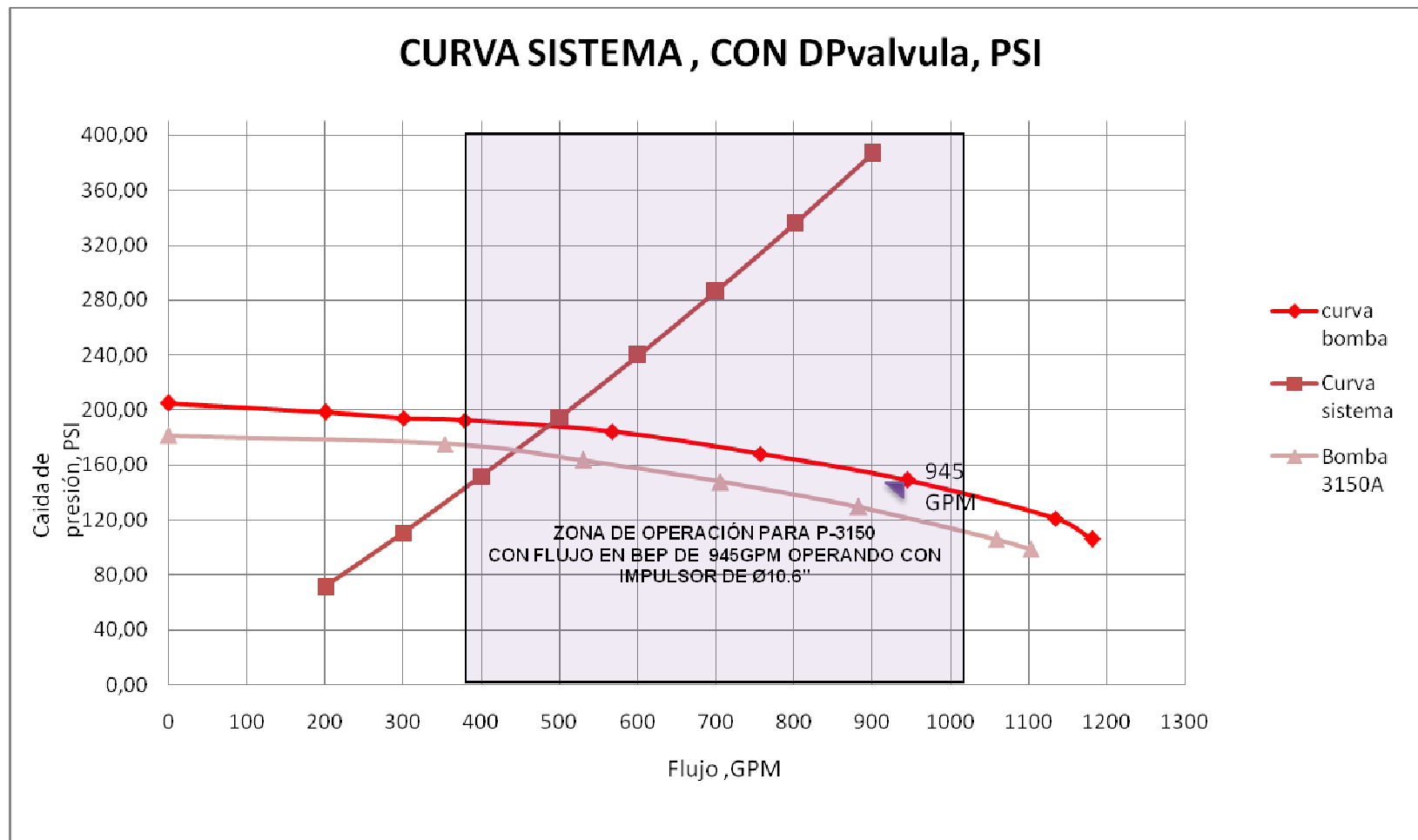
Cuando se diseñen plantas de almacenamiento o cualquier otra instalación para el manejo de este combustible, deben aplicarse las normas NFPA en lo relacionado con la protección contra incendios, las Normas API (American Petroleum Institute) y las reglamentaciones expedidas por las autoridades gubernamentales de control tanto nacional como regional y local.

Para su manejo deben conectarse a tierra los carrotanques (para las operaciones de cargue y descargue del producto), las tuberías, bombas y tanques.

Debe tenerse especial precaución cuando se maneje este producto a temperaturas superiores a 90°C. No debe contener agua porque puede generar sobre ebullición o ebullición desbordante (boilover) por expansión del agua.

## Especificaciones

<b>Producto: Combustóleo</b>				
<b>Grado</b> N° 6 - Combustible Industrial <b>Referencia</b> ASTM D 396 <b>Actualización</b> Marzo 1, 2005				
<b>Características</b>	<b>Unidades</b>	<b>Métodos</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Agua y Sedimento	mL/100 mL	ASTM D-2709 (1)		2
Densidad 15°C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D 1298 (2)	Reportar	
Azufre Total	g / 100 g	ASTM D 4294 (3)		1,7
Viscosidad Cinemática @ 50 °C	cSt	ASTM D 445 (4)	381,5	636,0
Poder Calorífico	Kj/Kg	ASTM D 4868	41500	
Punto de Fluidez	° C	ASTM D 97 (5)		15
Punto de inflamación	° C	ASTM D 93 (6)	60	
Punto de Inflamación	°C	D-56	38	
(1) Método alternativo D1796 (2) Método alternativo D 4052 (3) Método alternativo D 2622 (4) Método alternativo D 88 (5) Método alternativo D 5949 (6) Se realiza de acuerdo al procedimiento B de la Norma				



**Gráfica 19. Bomba P-3150: Combustóleo**

## ANEXO S. Hojas de cálculo en Excel asociadas a los sistemas ubicados en Casa Bombas<sup>7</sup>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R			
1		<b>CALCULO DEL NPSH DISPONIBLE DE FLUÍDO BOMBEADO en Ft</b>																			
2		<b>Succión desde un Recipiente a Presión Atmosférica</b>																			
3																					
4		$NPSHd = (P + Pa - Pv) * 2,31 / SG + (H - D - Pf)$																			
6		50,8	=	14,7	0		0,67						1,227	0,05	1,06	Barra de Calculo					
7		Ft		Psig	Psi	Psia							FtLiq	FtLiq	FtLiq						
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21		Donde:																			
22		NPSHd	Cabeza Neta de Succión Positiva Disponible																		
23		P	Presión sobre el fluido																		
24		Pa	Presión Atmosférica																		
25		Pv	Presión de Vapor del liquido a la Temperatura de Trabajo																		
26		2,31	Factor de Conversión a Ft de Agua																		
27		SG	Gravedad Especifica del fluido a la Temperatura de Trabajo.																		
28		H	Altura estática de fluido referente al piso, medida desde el mínimo nivel en el recipiente																		
29		D	Distancia a la Línea de Centro de la Boquilla de Succión referente al piso.																		
30		Pf	Perdidas por Fricción en el sistema de succión.																		

<sup>7</sup> Las hojas de cálculo de Excel utilizadas para la evaluación hidráulica de las bombas ubicadas en Casa Bombas 1 se encuentran en el CD entregado.

**ANEXO T. Recopilación de datos de las válvulas de seguridad del tren de medición en el llenadero de Carrotanques**

NOMENCLATURA	UNIDAD PRODUCTIVA	MARCA	SERIE	MODELO	SIZE	FLUIDO	T° OP.	PRESIÓN SET	CAPACIDAD	DIAM. ENT.	DIAM. SAL.
V1Q31131	BRAZO 31	CROSBY	120259-58	99120MA	1.5*2	ASFALTO	300F	200psig	200gpm	1,5	2
V1Q31130	BRAZO 30	CROSBY	120259-57	001207MA	1.5*2.5	ASFALTO	300F	200psig	200gpm	1,5	2,5
NO SE VE	BRAZO 28	CROSBY			1.5*2						
NO HAY	BRAZO 29										
TRV31125	BRAZO 25	TECVAL	6690	SAI	3/4*1	CERA LIQUIDA	400F	120psig	78gpm	0,75	1
TRV31124	BRAZO 24	TECVAL	6680	SAI	3/4*1	CERA LIQUIDA	400F	120psig	72.5gpm	0,75	1
TRV31126	BRAZO 26	TECVAL	6689	SAI	3/4*1	CERA LIQUIDA	400F	120psig	76gpm	0,75	1
NO SE VE	BRAZO 23	CROSBY									
V1Q31119	BRAZO 19	CROSBY				COMBUSTÓLEO		234psig			
TRV31127	BRAZO 27	TECVAL									
TRV31120	BRAZO 20	TECVAL	6693	SAI	3/4*1	CERA L BLANDA LIVIANA	400F	120psig			
NO SE VE	BRAZO 19	CROSBY	120259-35	961201MA	3/4*1	COMBUSTOLEO		150psig	44.6gpm	0,75	1
NO SE VE	BRAZO 19	CROSBY		951201MA	3/4*1	COMBUSTOLEO		130psig	28.6gpm	0,75	1
V1Q31121	BRAZO 21	CROSBY				ACEITE INDUSTRIAL PARAFINICO		226psig			
V1Q31115		CROSBY	120259-28	961201MA	3/4*1	BASE ESPACIAL PARAFINICA LIVIANA		127psig	346gpm	0,75	1
V1Q31114		CROSBY	120259-41	96120MA	3/4*1	DESTILADO NAFTENICO PESADO		212psig	39.3gpm	0,75	1

V1Q31113		CROSBY				BASE NAFTENICA PESADO		250psig			
V1Q31116		CROSBY	120859-30	951201MA	3/4*1			212psig	44.8gpm	0,75	1
V1Q31117	NO SE VE	CROSBY				COMBUSTOLEO					
V1Q31126	BRAZO 9	CROSBY				BASE NAFTENICA MEDIA		250psig			
V1Q31111	BRAZO 11	CROSBY				DISOLVENTE 3		256psig			
V1Q31110	BRAZO 10	CROSBY	120259-18	961201MA	3/4*1	DISOLVENTE 4		105psig	32gpm	0,75	1
	BRAZO 12	CROSBY				ACEITE LIVIANO DE CICLO					
V1Q31106	BRAZO 6	CROSBY	120259-11	951201MA	3/4*1	HEXANO		146psig	24.6gpm	0,75	1
V1Q31112	BRAZO 107	CROSBY	120259-22	972203MA	1*11.5	DISOLVENTE 2		256psig	44gpm	1	11,5
V1Q31105	BRAZO 5	CROSBY	120259-8	972203MA	1*11.5	AVIGAS		82psig	94.4gpm	1	11,5
	BRAZO 108	CROSBY	120259-9	951201MA	3/4*1	GASOLINA MOTOR REGULAR		226psig	31gpm	0,75	1
V1Q31103		CROSBY	120259-4	962203MA	1*11.5	DIESEL		250psig	52gpm	1	11,5
V1Q31101		CROSBY	120259-2	972203MA	1*11.5	DIESEL MARINO		100psig	55.1gpm	1	11,5
V1Q31101		CROSBY	120259-32	961201MA	3/4*1	DISOLVENTE 1		131psig	35gpm		
V1Q31104		CROSBY	120259-6		1*11.5	YET			55gpm		
V1Q31122		CROSBY	120259-51		3/4*1	BASE BRIGHT STOCK		230psig	31.5gpm		

# ANEXO U. Data Sheet Filtro Smith 34-E3<sup>8</sup>



## Smith Meter<sup>®</sup> Strainers 3" and 4" E Type Specifications

Issue/Rev. 0.3 (6/07)

Bulletin SS03041

Smith Meter<sup>®</sup> E-Type Steel Strainers are necessary to provide protection for metering systems against dirt and other foreign material. The large screen area and streamlined flow path (10° slant) minimize pressure drop. The sturdy basket can withstand a 50 psi differential without bursting and is easily removed for cleaning.

### Features

- Streamlined flow path for lower pressure drop.
- Large screen area for less frequent cleaning.
- Separable inner basket for easy cleaning.
- Pressure Taps (1/2 NPT) upstream and downstream nozzles.
- Flow Orientation can be installed horizontally or vertically.

### Options

- Air Release Kit for static air elimination.
- Basket Differential Pressure Gauge Kit with isolation valves to monitor basket cleanliness. Also available with Switch Kit, for remote indication.

### Operating Specifications

#### Flange Class

150 Raised Face Flanges.

#### Maximum Working Pressure psi (kPa)<sup>†</sup>

285 (1,965)

#### Liners

Stainless Steel in 4, 10, 20, 40, or 80 mesh.

#### Outer Basket and Internals

Zinc-Plated Carbon Steel and Cast Iron.

#### Seals/Temperature

##### Standard:

Buna Seals: -29°C to 93°C (-20°F to 200°F)

##### Optional:

Viton Seals: -18°C to 205°C (0°F to 400°F)

Teflon Seals: -29°C to 100°C (-20°F to 212°F)



Model E-40A

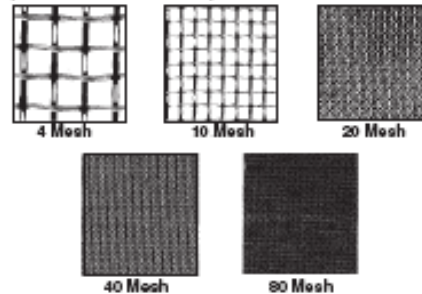
#### Temperature Range

Elastomer	Range*
Buna-N (Std.)	-20°F to 225°F (-29°C to 107°C)
Viton	0°F to 400°F (-18°C to 205°C)
Teflon	-20°F to 450°F (-29°C to 232°C)

#### Basket Screen

Mesh	Opening Size Inches (mm)	Percent Open Area Through Inner and Outer Baskets
4	0.203 (5.16)	47.2%
10	0.075 (1.91)	40.5%
20	0.038 (0.91)	37.3%
40 (Std.)	0.015 (0.38)	25.0%
80	0.007 (0.18)	22.6%

(Screens shown actual size.)



<sup>†</sup> Maximum working pressures are for temperatures of -20°F to +100°F. Consult factory for other temperatures.

<sup>8</sup> El Data Sheet completo se encuentra en el CD entregado



Smith Meter™ Strainers  
**3" and 4" E Type**  
 Specifications

Issue/Rev. 0.2 (9/06)

Bulletin SS03041

*Smith Meter™ E-Type Steel Strainers are necessary to provide protection for metering systems against dirt and other foreign material. The large screen area and streamlined flow path (10° slant) minimize pressure drop. The sturdy basket can withstand a 50 psi differential without bursting and is easily removed for cleaning.*

**Features**

- Streamlined flow path for lower pressure drop.
- Large screen area for less frequent cleaning.
- Separable inner basket for easy cleaning.
- Pressure Taps (1/2 NPT) upstream and downstream nozzles.
- Flow Orientation can be installed horizontally or vertically.

**Options**

- Air Release Kit for static air elimination.
- Basket Differential Pressure Gauge Kit with isolation valves to monitor basket cleanliness. Also available with Switch Kit, for remote indication.

**Operating Specifications**

**Flange Class**

150 Raised Face Flanges.

**Maximum Working Pressure psi (kPa)<sup>a</sup>**

285 (1,965)

**Liners**

Stainless Steel in 10, 20, 40, or 80 mesh.

**Outer Basket and Internals**

Zinc-Plated Carbon Steel and Cast Iron.

**Seals/Temperature**

**Standard:**

Buna Seals: -20°C to 65°C (-4°F to 150°F).

**Optional:**

Viton Seals: -12°C to 100°C (10°F to 212°F).

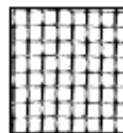


Model E-40A

**Basket Screen**

Mesh	Opening Size Inches (mm)	Percent Open Area Through Inner and Outer Baskets
10	0.075 (1.91)	40.5%
20	0.038 (0.91)	37.3%
40 (Std.)	0.015 (0.38)	25.9%
80	0.007 (0.18)	22.6%

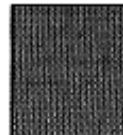
(Screens shown actual size.)



10 Mesh



20 Mesh



40 Mesh



80 Mesh

<sup>8</sup> El Data Sheet completo se encuentra en el CD entregado

# ANEXO W. Data Sheet Medidor de desplazamiento positivo E3-S1<sup>9</sup>

Smith Meter™ PD Rotary Vane Meter

**3" Steel Model E3**

Specifications



Issue/Rev. 0.8 (7/06)

Bulletin SS01016

The Smith Meter™ Model E3 is a 3", double-case, straight-through (S1 through S7) or angle-type (A1 and A3), rotary vane, positive displacement meter. Applications include: blending, batching, dispensing, inventory control, and custody transfer of oils, solvents, chemicals, paints, fats, and fertilizers.

### Features

- **Superior Accuracy** - The Smith Meter™ Rotary Vane Meter principle, combined with the meter's uniquely designed (offset) inlet and outlet nozzles, minimizes pressure drop across the measuring chamber, which reduces flow through meter clearances to maximize accuracy.
- **Low Pressure Drop** - Streamlined flow path provides low pressure drop.
- **Positive and Accurate Registration** - High torque drive calibrator with adjustment in 0.05% increments ensures accurate registration.
- **Long Service Life** - Low friction ball bearings, fixed cam-type timing, and rugged construction give sustained accuracy and long service life.

### Options

- **High Viscosity Meter Clearances** - To extend operation at maximum flow rate from 400 mPa·s to 2,000 mPa·s.
- **High Temperature Clearances** - To extend operating temperatures from 150°F to 200°F (65°C to 93°C).
- **All Iron Trim** - For operating temperatures above 200°F (93°C).
- **LPG Trim** - For low lubricity liquids such as LPG.
- **NACE Construction** - Special components available to meet requirements of NACE Standard MR-01-75.

### Operating Specifications

Maximum Flow Rate	USGPM		L/min
	Standard Trim	All Iron or LPG Trim	
Continuous Rating - Standard Trim	420	1,600	
Intermittent Rating - (S1 and A1 Only) Standard Trim	500	1,900	
Continuous/Intermittent Rating - All Iron or LPG Trim	315	1,200	



Model E3-S1

### Minimum Flow Rate — Typical Performance

Linearity <sup>1</sup>	Units	Viscosity (mPa·s)					
		0.5	1	5	20	100	400
±0.15%	USGPM	80	50	20	5	1	0.25
	L/min	303	190	75	19	4	1
±0.25%	USGPM	50	35	15	4	0.8	0.20
	L/min	190	132	57	15	3	0.8
±0.50%	USGPM	40	25	10	2.4	0.5	0.13
	L/min	150	95	38	10	2	0.5

### Repeatability

±0.02%

### Viscosity

Standard: 400 mPa·s<sup>2</sup> (2,000 SSU) maximum.

Optional: 2 Pa·s (10,000 SSU) maximum - specify "High Viscosity Meter Clearances."

Over 2 Pa·s - specify "High Viscosity Meter Clearances" and derate maximum flow rate in direct proportion to viscosity over 2 Pa·s (e.g., at 4 Pa·s, derate Maximum Flow Rate to 50% of Normal Continuous Rating - 210 USGPM).

### Temperature

Standard Meter Clearances With:

Buna N/Teflon: -20°F to 150°F (-20°C to 65°C).  
Viton: 10°F to 150°F (-12°C to 65°C).

<sup>9</sup> El Data Sheet completo se encuentra en el CD entregado.

# ANEXO X. Data Sheet Medidor de desplazamiento positivo G6-S1<sup>10</sup>



Smith Meter™ PD Rotary Vane Meter

6" Steel Model G6

Specifications

Issue/Rev. 0.6 (207)

Bulletin SS01014

The Smith Meter™ Model G6 Meter is a 6", double-case, straight-through (S3 through S8) or angle-type (A1 and A3), rotary vane, positive displacement meter. Applications include: blending, batching, dispensing, inventory control and custody transfer of oils, solvents, chemicals, paints, fats, and fertilizers.

### Features

- **Superior Accuracy** - The Smith Meter™ Rotary Vane meter principle, combined with the meter's uniquely designed (offset) inlet and outlet nozzles, minimizes pressure drop across the measuring chamber, which reduces flow through meter clearances to maximize accuracy.
- **Low Pressure Drop** - Streamlined flow path provides low pressure drop.
- **Positive and Accurate Registration** - High torque drive calibrator with adjustment in 0.05% increments ensures accuracy registration.
- **Long Service Life** - Low friction ball bearings, fixed cam-type timing, and rugged construction give sustained accuracy and long service life.

### Options

- **High Viscosity Meter Clearances** - To extend operation at maximum flow rate from 400 mPa·s to 2,000 mPa·s.
- **High Temperature Clearances** - To extend operating temperatures from 150°F to 200°F (65°C to 93°C).
- **All Iron Trim** - For operating temperatures above 200°F (93°C).
- **LPG Trim** - For low lubricity liquids such as LPG.
- **NACE Construction** - Special components available to meet requirements of NACE Standard MR-01-75.

### Operating Specifications

Maximum Flow Rate	USGPM	L/min
	Continuous Rating - Standard Trim	1,000
Intermittent Rating <sup>1</sup> - Standard Trim	1,200	4,600
Continuous Intermittent Rating - All Iron or LPG Trim	750	2,800



Model G6-S3

### Minimum Flow Rate - Typical Performance

Linearity <sup>2</sup>	Units	Viscosity (mPa·s)					
		0.5	1	5	20	100	400
±0.15%	USGPM	160	100	40	8	1.40	0.70
	L/min	606	378	152	30	5.30	2.65
±0.25%	USGPM	120	75	30	6	1.00	0.50
	L/min	455	284	114	23	3.80	1.90
±0.50%	USGPM	80	50	20	4	0.70	0.35
	L/min	303	190	76	15	2.65	1.33

**Repeatability**  
±0.02%

**Viscosity**  
Standard: 400 mPa·s<sup>3</sup> (2,000 SSU) maximum.  
Optional: 2 Pa·s (10,000 SSU) maximum - specify "High Viscosity Meter Clearances."

Over 2 Pa·s - specify "High Viscosity Meter Clearances" and derate maximum flow rate in direct proportion to viscosity over 2 Pa·s (e.g., at 4 Pa·s, derate maximum flow rate to 50% of normal continuous rating - 500 USGPM).

**Temperature**  
Standard Meter Clearances With:  
Buna N/EPR/Teflon: -20°F to 150°F (-29°C to 65°C).  
Viton: 10°F to 150°F (-12°C to 65°C).  
High Temperature Meter Clearances With:  
Buna N/EPR/Teflon: -20°F to 200°F (-29°C to 93°C).  
Viton: 10°F to 200°F (-12°C to 93°C).

<sup>1</sup> Intermittent rating applies to service on clean, refined products where continuous operation is not required (e.g., truck loading, rail loading, and other batching applications).  
<sup>2</sup> Linearity based on a maximum flow rate of 1,000 USGPM (3,750 L/min) unless otherwise stated.  
<sup>3</sup> 1,000 mPa·s = 1,000 cP = 1 Pa·s.

The Most Trusted Name In Measurement

<sup>10</sup> El Data Sheet completo se encuentra en el CD entregado.

# ANEXO Y. Data Sheet Válvula Set Stop 210<sup>11</sup>



## Smith Meter® Valves Model 210 Digital Electro-Hydraulic Set-Stop Specifications

Issue/Rev. 0.6 (6/08)

Bulletin SS08009

The Smith Meter® Model 210 Valve is typically used in conjunction with either the Smith Meter® AccuLoad®, MiniLoad, or Model SS1 Controller and Preset Counter for preset loading control at load racks, bulk plants, or processing installations.

### Features

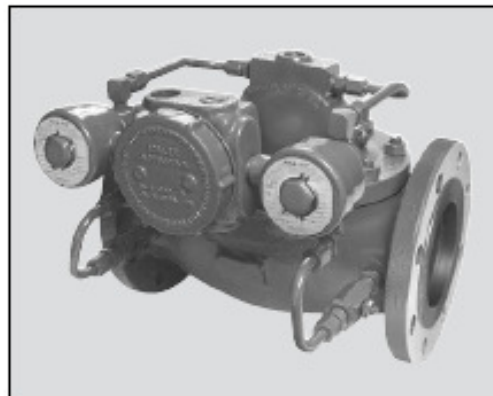
- Simple control loop.
- Control loop isolation valves.
- Low pressure drop.
- Separate opening and closing speed control.
- Compound spring.
- Horizontal or vertical applications.
- Full range of optional control functions.

### Optional

- 2" Reduced Port Valve – Ideal for renewable fuels blending, controlling flow down to 3 GPM.

### Operation

The Smith Meter Model 210 Valve is a Smith Meter 200 Series Valve with two solenoid controls (see Figure 1). The normally-open (N.O.) and normally-closed (N.C.) solenoids, located in the upstream and downstream portions of the control loop, respectively, control the operation of the valve. With both solenoids energized, high upstream pressure is blocked allowing the product in the



cover to vent to low downstream pressure, opening the main valve. Conversely, de-energizing both solenoids allows high upstream pressure to close the valve.

Energizing just the N.O. solenoids locks fluid in the valve cover, which locks the valve poppet in a fixed position, to maintain a constant flow rate as long as operating conditions do not change. When operating conditions (e.g., pressures) change, causing a change in flow rate for that fixed valve opening, the flow controller (e.g., SS1 or AccuLoad) signals the appropriate solenoid to open momentarily to readjust flow rate back to its set value. When the set flow rate changes (e.g., from low flow start to high flow limit, or during multi-step valve shutdown), the appropriate solenoid is signalled to open until flow rate adjusts to the new set value. See Figure 2 for a typical truck loading flow rate sequence.

Located between each solenoid and the main valve port is a valve response control device, typically a ball valve.

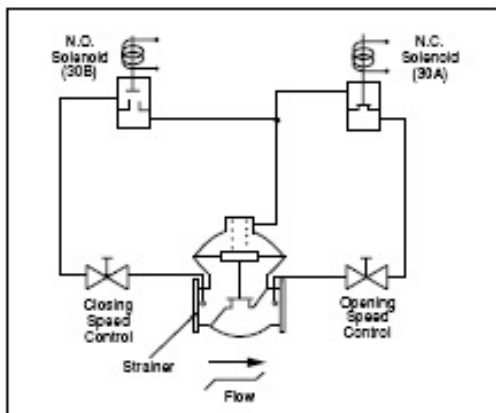


Figure 1 — Model 210 Valve Schematic

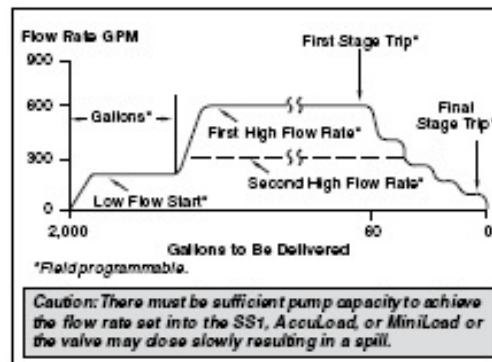


Figure 2 — Typical Load Cycle

<sup>11</sup> El Data Sheet completo se encuentra en el CD entregado.

## ANEXO Z. Data sheet Válvula de seguridad Crosby<sup>12</sup>

**tyco**  
Flow Control

**CROSBY**

Las válvulas de alivio OMNI-TRIM Serie 900 proporcionan protección frente a sobrepresiones en servicios de aire, gas, vapor, líquido, alivio térmico y vapor de agua.

Las válvulas de seguridad OMNI-TRIM Serie 900 de Crosby tienen un diseño simplificado de internos con una superior versatilidad de aplicación. Proporcionan protección frente a la sobrepresión para aplicaciones de fluidos en refinerías, plantas químicas y petroquímicas, sistemas auxiliares de plantas de generación, y para plantas de celulosa y papel.

Las válvulas de alivio OMNI-TRIM Serie 900 proporcionan protección frente a sobrepresiones en servicios de aire, gas, vapor, líquido, alivio térmico y vapor de agua. El "blowdown" fijo máximo se establece en fábrica, generalmente en un 20% o menos. La estandarización de componentes en el diseño OMNI-TRIM permite un fácil montaje y proporciona una durabilidad, y menores costos de reparación, mantenimiento e inventario que en el caso de válvulas que tienen diversos materiales para los internos. La Serie 900 puede también fabricarse en conformidad con el Código ASME Sección III para aplicaciones en plantas nucleares.

### Características y beneficios

- Capacidades de alivio certificadas por la Junta Nacional de Inspectores de Calderas y de Recipientes Presurizados. La homologación incluye aire, vapor de agua y agua para la Serie 900.
- Las válvulas se fabrican en conformidad con los requisitos del Código de calderas y recipientes presurizados ASME Sección VIII y Sección III.
- **Excelente cierre estanco del asiento**  
Asientos metal-metal planos con lapeado de precisión, o asientos blandos de junta tórica de elastómero o de TFE que proporcionan lo más avanzado en estanqueidad de asientos.
- **Máxima resistencia a la corrosión**  
Los internos son de acero inoxidable como estándar. Hay disponibles construcciones en acero inoxidable 316, Monel, Hastelloy y NACE.
- **Estandarizado de muelles**  
Las válvulas de alivio OMNI-TRIM estándar Serie 900 son idóneas para temperaturas de entrada hasta 750°F (399°C), usando un muelle de acero inoxidable 17-7PH.



- Topa de elevación integrado.
- Un menor número de piezas resulta en una fiabilidad aumentada y facilidad de mantenimiento.
- Las válvulas de alivio OMNI-TRIM Serie 900 usan un mismo diseño de internos para servicios de líquido, gas y vapor.
- Las válvulas de alivio OMNI-TRIM Serie 900 proporcionan un "blowdown" fijo sin necesidad de ajuste.

### Datos técnicos

Gama de temperaturas : - 450°F a + 750°F  
(- 268°C a + 399°C)  
Límites de presión : 5000 psig (344 barg)  
Vapor de agua : 1000 psig (68,0 barg)  
Tamaños : 1/2" x 1" a 2" x 2"  
y 1 1/2" x 2 1/2"

<sup>12</sup> El Data Sheet completo se encuentra en el CD entregado.

## ANEXO AA. Cotización de la nueva bomba Centrífuga<sup>13</sup>

### HERNAN ESCOBAR POSADA REP ECOPETROL COMPLEJO IND DE

Client: ECOPETROL REFINERIA DE BMEJA  
INQ NO: by mail  
Proposal No: CR08-11-14 01  
Item No: ITEM 001

Hernan Escobar Posada  
Represen  
Ing. Carlos Eduardo Rodriguez  
Martinez  
Departamento de Ingeniera  
carlos.rodriguez@hrep.com  
Cra 11 A N° 93 - 94 Ofc 201  
Tel. 1- 6219711 Fax 1- 6219860  
Bogotá - Colombia

November 14, 2008

Attn: Ing. Army M Vasquez

MODEL:3700 10th Edition (ISO13709) MX SIZE:4x6-11L QTY: 1

#### Operating conditions

##### SERVICE

LIQUID ACPM Temp. 120.0 deg F, Vapor Pres. 2.00 psi abs, SP.GR 0.879,  
Viscosity 5.100 cp

CAPACITY Rated 816.7 gpm

HEAD 335.0 (ft)

#### Performance at 3550 RPM

PUBLISHED EFFY 71.0% (CDS)

RATED EFFY 70.5%

RATED POWER 86.1 hp (incl. Mech. seal drag 0.58). (Run out 90.4 hp)

NPSHR 23.7 ft (available NPSH is 32.6 ft)

DISCH PRESSURE(R) 125.3 psi g (149.7 psi g @ Shut off) Based on -3.0 psi g Suc.press

PERF. CURVE 6627-0 (Rotation CCW viewed from coupling end)

SHUT OFF HEAD 401.4 ft

MIN. FLOW Continuous Stable: 237.2 gpm Hydraulic: 237.2 gpm Thermal: N/A

PRICE in USD	
Pump Unit	Incl
Driver	Incl
Boxing	Incl
Testing	
Freight	
Accessories	
<b>Total 1 Unit</b>	<b>30,480</b>
Shipment: 26 - 28 Semanas Ex Fabrica Tizayuca Mexico	

#### Materials

CONSTRUCTION S-4 (steel/steel)

CASING Carbon steel (max.casing pres. @ rated temp. 721.2 psi g)

CASING WEAR RING Cast iron

ST.BOX COVER Carbon steel

IMPELLER Carbon steel - Enclosed (9.7500 in rated, max=11.1200 in, min=8.0000 in)

IMPELLER WEAR RING Cast iron

CASING GASKETS Spiral Wound 316SS

SHAFT MATERIAL AISI 4140

LUBRICATION Ring oil

SEAL CHAMBER Standard non cooled

GLAND 316SS Flush vent and drain

BEARINGS 6213 (Inboard) 7312BEGAM (Outboard)

COUPLING Thomas - Series 71 225 with standard hubs-S.F. 1.00

COUPLING GUARD Steel

BASEPLATE Fabricated channel steel API No 02

#### Sealing Method

MECHANICAL SEAL John Crane 48MP XF(48)1XO(95)H - (Cartridge - Single)

#### Flanges

300# Raised face



<sup>13</sup> La cotización completa se encuentra en el CD entregado.

## FOTOS DEL PROYECTO

Foto 1. Sistema de productos



Foto 2. Tren de medición en el llenadero



**Foto 3. Filtro Smith 34-E3**



**Foto 4. Medidor de desplazamiento positivo**



**Foto 5. Pressure Transmitter Rosemount Inc. y Temperature transmitter Rosemount Inc.**



Foto 6. Válvula set stop Smith

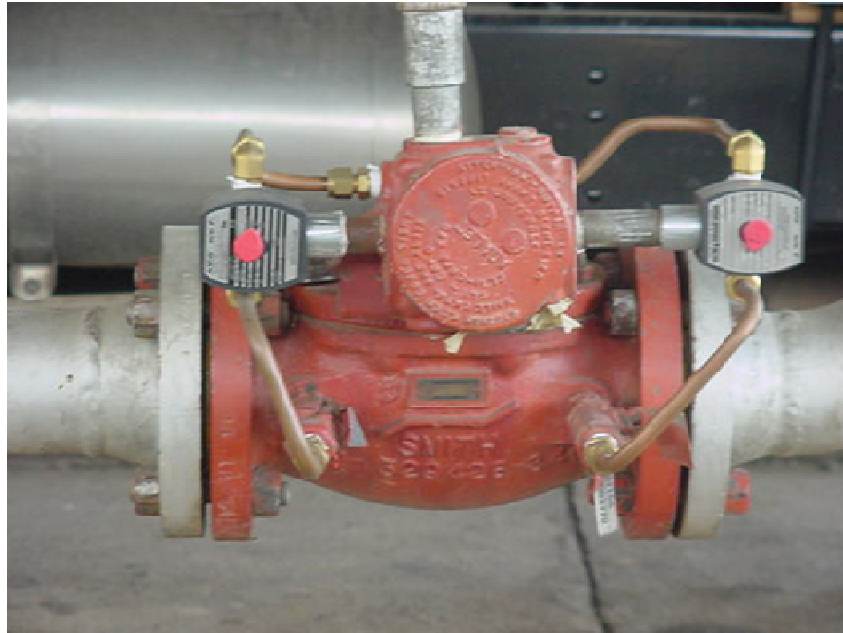


Foto 7. Dan Load Daniel 610



Foto 8. Casa Bombas 1.



Foto 9. Sistema Manifold de descarga de la Bomba P-3131, Spare de Disolventes



Foto 10. Llenadero de Carrotanques, Isla 3 y 4



Foto 11. Desmantelamiento de la Bomba p-3121 y aplicación del SAS(Sistema de Aislamiento Seguro)



**Foto 12. Líneas de descarga hacia el Llenadero.**



**Foto 13. Bomba P-3117, cumple con la Norma API, plan 11**

